

**UNIVERSIDAD DE BURGOS
PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

Departamento de Didácticas Específicas



**EL USO DE MAPAS CONCEPTUALES EN LA RESOLUCIÓN
DE PROBLEMAS DE BIOMECÁNICA**

TESIS DOCTORAL

Adriana Marques Toigo

Burgos, julio de 2011

**UNIVERSIDAD DE BURGOS
PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

Departamento de Didácticas Específicas



UNIVERSIDAD DE BURGOS



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO
GRANDE DO SUL**

**EL USO DE MAPAS CONCEPTUALES EN LA RESOLUCIÓN
DE PROBLEMAS DE BIOMECÁNICA**

TESIS DOCTORAL

Tesis Doctoral realizada por Adriana Marques Toigo, para optar al Grado de Doctora por la Universidad de Burgos, bajo la dirección del Prof. Dr. Marco Antonio Moreira y codirección de la Profa. Dra. Sayonara Salvador Cabral da Costa.

Burgos, julio de 2011

DEDICATORIA

Para mi madre, mi eterna musa inspiradora, para mi abuelito Alberto, mi mejor amigo, y para el Profesor Moreira, mi padre del corazón.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, Marleni, responsable del ser humano que soy y de cuidarme donde quiera que esté.

A mis orientadores, Prof. Dr. Marco Antonio Moreira y Profa. Dra. Sayonara Salvador Cabral da Costa, por TODO.

Al querido Eduardo, por ser quien es, y por amarme por lo que yo soy.

A Christianne y a Eduarda, por recordarme, siempre, que yo tengo una familia. (Duda, la tita te ama! Perdona por no haberte dado atención en la época en que probablemente sería la más graciosa para estar contigo.)

A Augusto Bassin, Beatriz Ayub, Juliana Justo y Rosiane Pick, por creer en mí y por estar siempre a mi lado, incondicionalmente, aunque a veces, la mayor parte del tiempo, a distancia.

A la querida Iramaia de Paulo, mi mayor incentivadora, número uno de mi club de fans! Te adoro para siempre, gracias por no dejarme desistir. Vamos a conseguir vencer la legión del mal y dominar el mundo!

A mis amigos del doctorado, Cláudia, Antônio Jorge, Cida, Roberto, Lucia, Saida, Tania y Chari, por los buenos momentos que pasamos juntos en España. Un diez para vosotros!

A Celia Sousa, por los sabios consejos y por no dejarme nunca escoger el camino equivocado.

A la Profesora Victoria Elnecave Herscovitz, por su amistad y por darme consejos que solo mi madre me daría.

A la Profesora Concesa Caballero, por su amistad.

A Amy Winehouse, a Michael Jackson, a Madonna, a Lady Gaga, a KISS y a todos mis ídolos de los años 80 por las lindas voces que, muchas veces, además de servirme de inspiración, me impulsaron en el alucinante viaje por los caminos del conocimiento con mis fieles compañeros durante toda esa jornada: los autores de todos los libros y artículos que leí. Estudiar y aprender con música es mucho mejor!

A mis alumnos, por haber aceptado ese desafío con buena voluntad y predisposición para aprender.

RESUMEN

El primer estudio tuvo como objetivo identificar, durante el primer semestre del año lectivo de 2007, cuáles eran las dificultades de los alumnos de dos clases de la asignatura Biomecánica del Movimiento en Deportes de la Diplomatura en Educación Física de un Centro Universitario localizado en una ciudad de la gran Porto Alegre, Brasil, en la resolución de problemas-tipo de Biomecánica. La investigación fue realizada en el paradigma cualitativo. A partir del análisis de los datos recogidos en las clases y obtenidos de las respuestas dadas a las preguntas de dos pruebas, fue posible categorizar las dificultades en dos grupos: el de las dificultades de carácter conceptual y el de las dificultades de carácter procedimental. Los alumnos investigados presentaron, en su mayoría, dificultades de carácter conceptual, acompañadas de algunas dificultades de carácter procedimental. Gran parte de los alumnos, en las dos pruebas, *no supieron qué fórmula escoger o no entendieron el significado de las variables del enunciado*. Además, muchos alumnos *no comprendieron (o no consiguieron interpretar) los enunciados, es decir, no supieron de qué trataban algunas preguntas*, incluso las respondieron bajo otras perspectivas diferentes de la Biomecánica. Otro punto que vale la pena destacar es que, habiendo fórmulas para todo, varios alumnos prefirieron usarlas, lo que refleja comportamiento típico de novatos. Otra dificultad se refiere a los enunciados, muchas veces ambiguos o mal formulados, de los problemas-tipo retirados de los libros de texto utilizados, lo que interfería directamente en la interpretación de los mismos por parte de los alumnos. Algunos alumnos también mencionaron que tuvieron dificultad en buscar informaciones en los libros de texto por no dominar el lenguaje técnico. El objetivo del segundo estudio fue proponer el uso de los mapas conceptuales durante dos semestres lectivos, con dos enfoques: como estrategia didáctica facilitadora del aprendizaje significativo de los conceptos de cinética y cinemática del campo conceptual de la Biomecánica, en una perspectiva de trabajo colaborativo mediado por una profesora y como estrategia de evaluación del aprendizaje de los respectivos temas en la asignatura *Biomecánica*, impartida por la propia investigadora en el segundo semestre de 2008 y en el primer semestre de 2009, en un curso de Diplomatura en Educación Física (diurno y nocturno), en el mismo Centro Universitario. Además, también se verificó la opinión de los alumnos sobre el uso de los mapas conceptuales en esa misma asignatura. La investigación también fue realizada en el paradigma cualitativo. La introducción al uso de los mapas conceptuales con el fin de minimizar las dificultades de los alumnos en la resolución de los problemas-tipo, tuvo lugar debido a la creencia de que un incremento en la conceptualización ayudaría a disminuir las dificultades de orden conceptual y, con el tiempo, acabarían teniendo alguna repercusión en las dificultades de orden procedimental. Se observó que, de hecho, hubo una mejora en la resolución de los problemas cualitativos (es decir, los que demandan más conocimiento declarativo), pero no en los problemas-tipo. Al verificar si los alumnos eran capaces de aplicar los conocimientos adquiridos a través de los mapas conceptuales en la resolución de problemas-tipo, los resultados no fueron los esperados, no solamente en función del resultado del examen, sino también durante el cotidiano de las clases. El uso de los mapas conceptuales en la asignatura de Biomecánica en la carrera de Educación Física, fue una estrategia innovadora, bien aceptada por los alumnos, que llevó a una mejora en la comprensión de los conceptos de cinética y de cinemática y que se constituyó en una buena estrategia de evaluación. Sin embargo, la estrategia no llevó a una significativa mejora en la resolución de los problemas-tipo. De esa forma, si fuera absolutamente indispensable trabajar con este tipo de problema, se considera que la utilización de los mapas conceptuales debe ser realizada con parsimonia y se debe pensar en el uso de otras alternativas didácticas para minimizar las dificultades de los alumnos.

Palabras-clave: dificultades de aprendizaje; resolución de problemas; mapas conceptuales; Biomecánica.

ABSTRACT

The purpose of the first study was to identify which were the Physical Education students' difficulties in biomechanics problem solving during the first semester of 2007. This study was implemented in a University Center located in a city close to Porto Alegre, Brazil. The investigation followed the qualitative paradigm. The answers given to the questions of two exams, made it possible to categorize the difficulties in two groups: conceptual difficulties and procedural difficulties. The main difficulties presented by the students were conceptual. Regarding the conceptual difficulties, two should be highlighted. In the two tests most of the students *did not know what formulae they were supposed to choose or did not understand the meaning of the statement variables*. Moreover, many students *did not understand (or did not interpret) what the questions was about*, including answering the question from different points of view (distinct from the biomechanical ones). Another point that must be stressed is that when there were formulae the students preferred to use them, which reflects their novice behavior. The novices demonstrate a more fragmented and disconnected knowledge paying attention to superficial characteristics while solving problems. Another difficulty was that sometimes the problems taken from the biomechanics' textbooks were ambiguous or wrongly formulated, which interfered directly on students' comprehension. During the experimental time some students mentioned to have difficulties in searching information in textbooks because they did not understand the technical terms. The purpose of the second study was to introduce the use of concept maps during two semesters in two approaches: as a teaching strategy to facilitate the meaningful learning of concepts of kinetics and kinematics of the conceptual field of biomechanics, from the perspective of collaborative work mediated by a teacher and as an assessment strategy of their learning issues in the second half of 2008 and the first half of 2009, on a course of Bachelor of Physical Education in the University Center where the first study was conducted. In addition, there were detected the students' opinions about the use of concept maps in the same discipline. The investigation also followed the qualitative paradigm. The introduction to the use of concept maps in order to minimize the difficulties of students in solving standard problems, was due to belief that an increase in the conceptualization help narrow conceptual difficulties and, over time, eventually having some impact in the procedural difficulties. It was observed that, in fact, there was improvement in the resolution of quality problems (ie, that demand more declarative knowledge), but not in the standard problems. As a conclusion, the use of concept maps in the discipline of Biomechanics in the Physical Education course was innovative, well accepted by students, which led to improved understanding of the concepts of kinetics and kinematics and which was considered a good evaluation strategy. However, the strategy has not led to a noticeable improvement in standard problem solving. Thus, if there is absolutely necessary to solve this kind of problem, considering that the use of conceptual maps is done sparingly, and thinking about the use of alternatives to minimize the difficulties teaching students. The alternative that seems more appropriate now consists of a paradigm change in the discipline of biomechanics to propose a curriculum focused on more qualitative or open problems in order to make it more applied and that cover issues and topics most relevant to the physical educator everyday.

Keywords: learning difficulties; problem solving; concept maps; Biomechanics.

SUMARIO

CAPÍTULO I.....	15
1 INTRODUCCIÓN.....	17
CAPÍTULO II.....	23
2 REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	25
2.1 El estado del arte de la Biomecánica.....	25
2.2 ¿Qué se entiende como problema?.....	33
2.3 La resolución de problemas y la psicología comportamentalista.....	35
2.4 La resolución de problemas y la escuela Gestalt.....	37
2.5 La resolución de problemas y el cognitivismo.....	40
2.5.1 La resolución de problemas y la teoría del procesamiento de informaciones.....	41
2.5.2 La resolución de problemas y la teoría de Piaget.....	44
2.5.3 La resolución de problemas y la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel.....	47
2.5.4 La resolución de problemas y la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud.....	52
2.6 Tipos de investigación en resolución de problemas.....	55
2.6.1 Diferencias entre novatos y especialistas.....	55
2.6.2 Metodologías didácticas.....	57
2.6.3 Factores que influyen en la resolución de problemas en las clases.....	60
2.6.4 Estrategias específicas para facilitar la resolución de problemas.....	66
CAPÍTULO III.....	71
3 MARCO TEÓRICO: CONCEPTOS BIOMECÁNICOS.....	73
3.1 Cinemática.....	74
3.1.1 Cinemática lineal.....	74
3.1.2 Cinemática angular.....	77
3.1.3 Relaciones entre cinemática lineal y angular.....	81
3.1.3.1 Desplazamiento lineal y angular.....	81
3.1.3.2 Velocidad lineal y angular.....	81
3.1.3.3 Aceleración lineal y angular.....	82

3.2 Cinética.....	83
3.2.1 Cinética lineal.....	83
3.2.1.1 Leyes de Newton.....	84
3.2.1.2 Relación impulso-momento.....	85
3.2.1.3 Relaciones de trabajo, potencia y energía.....	87
3.2.2 Cinética angular.....	91
CAPÍTULO IV.....	97
4 PRIMER ESTUDIO: DIFICULTADES DE LOS ALUMNOS DEL CURSO DE DIPLOMATURA EN EDUCACIÓN FÍSICA EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS-TIPO DE BIOMECÁNICA.....	99
4.1 Metodología de la investigación.....	99
4.1.1 Objetivo del estudio.....	99
4.1.2 Caracterización del estudio.....	99
4.1.3 Procedimientos.....	100
4.2 El contexto de la disciplina Biomecánica del Movimiento en Deportes.....	101
4.3 Estrategias de enseñanza.....	102
4.4 El cotidiano de las clases.....	104
4.4.1 Dificultades de los alumnos en la resolución de problemas-tipo de Biomecánica durante las clases en la primera parte de la disciplina.....	104
4.4.1.1 Dificultades de carácter conceptual.....	106
4.4.1.2 Dificultades de carácter procedimental.....	117
4.4.2 Dificultades de los alumnos detectadas a partir de las respuestas dadas a las preguntas del primer examen, sobre los conocimientos discutidos en la primera parte de la asignatura.....	123
4.4.3 Dificultades de los alumnos detectadas a partir de las respuestas dadas a las preguntas del segundo examen, referente a los conocimientos discutidos después del primer examen.....	136
4.5 Síntesis de las observaciones y consideraciones finales sobre el primer estudio.....	141
CAPÍTULO V.....	145
5 REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE MAPAS CONCEPTUALES.....	147
5.1 Mapas conceptuales.....	147

5.1.1 Mapas conceptuales como estrategia didáctica.....	152
5.1.2 Mapas conceptuales como estrategia de evaluación.....	164

CAPÍTULO VI.....	181
6 SEGUNDO ESTUDIO: MAPAS CONCEPTUALES COMO ESTRATEGIA FACILITADORA DE LA CONCEPTUALIZACIÓN Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN BIOMECÁNICA.....	183
6.1 Metodología de la investigación.....	183
6.1.1 Objetivos del estudio.....	183
6.1.2 Caracterización del estudio.....	184
6.1.3 Procedimientos.....	184
6.2 El contexto de la asignatura de Biomecánica.....	185
6.3 Estrategias de enseñanza.....	186
6.4 El cotidiano de las clases.....	187
6.4.1 El uso de los mapas conceptuales en la primera parte de las asignaturas de Biomecánica del Movimiento en Deportes, del segundo semestre de 2008 y de Biomecánica, del primer semestre de 2009.....	188
6.4.1.1 Resolución de problemas-tipo con el auxilio de mapas conceptuales.....	192
6.4.1.2 La construcción colectiva de un mapa conceptual.....	194
6.4.1.3 Comentarios de los alumnos e impresiones de la profesora durante las clases sobre la construcción de mapas conceptuales.....	198
6.4.1.4 Comentarios de los alumnos e impresiones de la profesora durante las presentaciones de mapas conceptuales como evaluación.....	204
6.5 Análisis de los datos.....	205
6.5.1 Test escrito.....	205
6.5.2 Mapas conceptuales.....	208
6.5.3 Análisis estadística.....	208
6.5.3.1 Nota del mapa conceptual x nota de la prueba.....	209
6.5.3.2 Nota del mapa conceptual x preguntas de la prueba.....	210
6.5.3.3 Nota de la prueba x criterios de los mapas conceptuales.....	218
6.5.4 Análisis de las opiniones de los alumnos.....	244

6.6 Síntesis de las observaciones y consideraciones finales sobre el segundo estudio.....	268
CAPÍTULO VII.....	277
7 CONSIDERACIONES FINALES.....	279
REFERENCIAS.....	285
ANEXO 1 – Tabla de los artículos leídos para la revisión de literatura sobre resolución de problemas.....	309
ANEXO 2 – Tabla de los artículos leídos para la revisión de literatura sobre mapas conceptuales.....	341
ANEXO 3 – Organización curricular del curso de Diplomatura en Educación Física en la institución investigada.....	447
ANEXO 4 – Plan de enseñanza de las disciplinas Biomecánica del Movimiento en Deportes y Biomecánica.....	449

SUMARIO DE FIGURAS

Figura 1 – Un mapa conceptual para el comportamentalismo.....	36
Figura 2 – Un mapa conceptual para la escuela Gestalt.....	38
Figura 3 – Un mapa conceptual para el cognitivismo.....	41
Figura 4 – Un mapa conceptual para la teoría de desarrollo cognitivo de Piaget.....	45
Figura 5 – Un mapa conceptual para el aprendizaje significativo.....	48
Figura 6 – Un mapa conceptual para la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud....	53
Figura 7 – Un mapa conceptual para la mecánica de los cuerpos rígidos.....	73
Figura 8 – Un mapa conceptual para la cinemática lineal.....	77
Figura 9 – Un goniómetro de plástico.....	78
Figura 10 – Un mapa conceptual para la cinemática angular.....	80
Figura 11 – Plataforma de fuerza.....	85
Figura 12 – Un mapa conceptual para la cinética lineal.....	91
Figura 13 – Un mapa conceptual para la cinemática angular.....	96
Figura 14 – Representación esquemática de la descomposición de la fuerza muscular (representada por el vector rojo) en dos componentes: uno que da origen al torque (vector azul) y otro que da origen a la compresión articular (vector naranja). La esfera verde representa el eje perpendicular a la página.....	105
Figura 15 – Esquema sugerido por Hall (2000) para resolver el problema 26.....	107
Figura 16 – Representación pictórica del enunciado del problema 17. F_m representa la fuerza muscular resultante.....	108
Figura 17 – Representación pictórica del enunciado del problema 18.....	109
Figura 18 – Esquema adaptado de Hall (2000) por la profesora para auxiliar en la resolución del problema 23.....	110
Figura 19 – Esquema sugerido por Hall (2000), representando la pista oval.....	112
Figura 20 – Representación pictórica realizada por la profesora para auxiliar los alumnos a representar el enunciado del problema 35.....	113
Figura 21 – Representación pictórica realizada por la profesora para auxiliar los alumnos a representar el enunciado del problema 36.....	113
Figura 22 – Esquema sugerido por el autor para representar el problema 15.....	116
Figura 23 – Representación pictórica realizada por la profesora en la pizarra para ayudar los alumnos a comprender el enunciado del problema 29.....	116

Figura 24 – Diagrama esquemático propuesto por la profesora en la pizarra para auxiliar en la resolución del problema 1.....	119
Figura 25 – Ejemplos de (a) primera versión de un mapa conceptual elaborado por un grupo de alumnos del primer semestre de 2009/1 para el asunto cinemática lineal y (b) archivo con sugerencias realizadas a través de una mesa digitalizadora después de la presentación y discusión sobre esa versión.....	191
Figura 26 – Mapa conceptual construido en clase por la profesora y por los alumnos del primer semestre de 2008 para resolver el problema 4.....	193
Figura 27 – Mapa conceptual construido en clase por la profesora y por los alumnos del primer semestre de 2008 para resolver el problema 18.....	194
Figura 28 – Mapas conceptuales construidos colectivamente para (a) cinética y cinemática, por la profesora y por los alumnos de la clase de 2008/2; (b) cinética, por la profesora y por los alumnos de la clase diurna de 2009/1; (c) cinemática, por la profesora y por los alumnos de la clase diurna de 2009/1; (d) cinética, por la profesora y por los alumnos de la clase nocturna de 2009/1; (e) cinemática, por la profesora y por los alumnos de la clase nocturna de 2009/1.....	195
Figura 29 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2008/2 que contempló los conceptos de equilibrio, balanceo y estabilidad.....	216
Figura 30 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2009/1, de la clase diurna, en la que no se contemplaron los conceptos de equilibrio, balanceo y estabilidad.....	217
Figura 31 – Ejemplo de mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2009/1 con puntuación máxima en el criterio <i>estructura</i>	220
Figura 32 – Ejemplo de mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2009/1 con problemas en el criterio <i>estructura</i>	221
Figura 33 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2008/2 con puntuación máxima en el criterio <i>proposiciones</i>	224
Figura 34 – Ejemplo de mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2008/2 con problemas en el criterio <i>proposiciones</i>	225
Figura 35 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2008/2 con puntuación máxima en el criterio <i>jerarquía</i>	228
Figura 36 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2009/1 donde no se identifica jerarquía.....	229

Figura 37 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2009/1 donde se observaron enlaces cruzados.....	233
Figura 38 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2009/1 donde no se observaron enlaces cruzados.....	233
Figura 39 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por una alumna de 2009/1 donde se observaron ejemplos.....	238
Figura 40 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2008/2 donde no se observaron ejemplos.....	238
Figura 41 – Ejemplo del uso de la recursividad por un grupo de alumnos de 2009/1 en la (a) primera versión; (b) segunda versión y (c) versión final.....	242

SUMARIO DE TABLAS

Tabla 1 –	Procedencia de los artículos sobre metodologías didácticas en resolución de problemas.....	58
Tabla 2 –	Área de conocimiento abordada en los artículos sobre metodologías didácticas en resolución de problemas.....	59
Tabla 3 –	Bases teóricas que fundamentaron los artículos sobre metodologías didácticas en la resolución de problemas.....	59
Tabla 4 –	Procedencia y número de artículos sobre los factores que afectan la resolución de problemas.....	62
Tabla 5 –	Área de conocimiento abordada en los artículos sobre factores que afectan la resolución de problemas.....	63
Tabla 6 –	Bases teóricas que fundamentan los artículos sobre factores que afectan la resolución de problemas.....	63
Tabla 7 –	Procedencia y número de artículos sobre estrategias en resolución de problemas.....	68
Tabla 8 –	Área de conocimiento abordada en los artículos sobre estrategias en resolución de problemas.....	68
Tabla 9 –	Bases teóricas que fundamentan los artículos sobre estrategias en resolución de problemas.....	68
Tabla 10 –	Procedencia de los artículos sobre mapas conceptuales.....	149
Tabla 11 –	Enfoque de los artículos consultados sobre mapas conceptuales.....	150
Tabla 12 –	Bases teóricas que fundamentaron los artículos sobre mapas conceptuales.....	150
Tabla 13 –	Área de conocimiento abordada en los artículos sobre mapas conceptuales.....	151
Tabla 14 –	Niveles de enseñanza investigados en los artículos sobre mapas conceptuales.....	151
Tabla 15 –	Resultados para el test K-S para las variables <i>nota del mapa conceptual</i> y <i>nota de la prueba</i>	209
Tabla 16 –	Coefficiente de correlación de Spearman para las variables <i>nota del mapa conceptual</i> y <i>nota de la prueba</i>	210
Tabla 17 –	Resultados para el test K-S para las variables <i>pregunta 1</i> , <i>pregunta 2</i> , <i>pregunta 3</i> , <i>pregunta 4</i> y <i>pregunta 5 de la prueba</i>	210
Tabla 18 –	Coefficiente de correlación de Spearman para las variables <i>nota del mapa conceptual</i> y <i>pregunta 1 de la prueba</i>	211

Tabla 19 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>nota del mapa conceptual y pregunta 2 de la prueba</i>	212
Tabla 20 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>nota del mapa conceptual y pregunta 3 de la prueba</i>	214
Tabla 21 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>nota del mapa conceptual y pregunta 4 de la prueba</i>	215
Tabla 22 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>nota del mapa conceptual y pregunta 5 de la prueba</i>	218
Tabla 23 – Resultados para el test K-S para las variables <i>estructura del mapa conceptual, proposiciones del mapa conceptual, jerarquía del mapa conceptual, relaciones cruzadas del mapa conceptual, ejemplos del mapa conceptual y presentación del mapa conceptual</i>	219
Tabla 24 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>nota de la prueba y estructura del mapa conceptual construido en pequeños grupos</i>	219
Tabla 25 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>pregunta 1, 2, 3, 4 y 5 de la prueba y estructura del mapa conceptual</i>	222
Tabla 26 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>nota de la prueba y proposiciones del mapa conceptual</i>	224
Tabla 27 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>pregunta 1, 2, 3, 4 y 5 de la prueba y proposiciones del mapa conceptual</i>	227
Tabla 28 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>nota de la prueba y jerarquía del mapa conceptual</i>	228
Tabla 29 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>pregunta 1, 2, 3, 4 y 5 de la prueba y jerarquía del mapa conceptual</i>	231
Tabla 30 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>nota de la prueba y enlaces cruzados del mapa conceptual</i>	232
Tabla 31 – Correlación de Spearman para las variables <i>pregunta 1, 2, 3, 4 y 5 de la prueba y enlaces cruzados del mapa conceptual</i>	236
Tabla 32 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>nota de la prueba y ejemplos del mapa conceptual</i>	237
Tabla 33 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>pregunta 1, 2, 3, 4 y 5 de la prueba y ejemplos del mapa conceptual</i>	239
Tabla 34 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>nota de la prueba y presentación del mapa conceptual</i>	240

Tabla 35 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables <i>nota del mapa conceptual</i> y <i>número de versiones presentadas</i>	241
---	-----

SUMARIO DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Categorías × frecuencias de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 1 del cuestionario.....	245
Gráfico 2 – Categorías × frecuencias de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 2 del cuestionario.....	247
Gráfico 3 – Categorías × frecuencias de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 3 del cuestionario.....	249
Gráfico 4 – Categorías × frecuencias de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 4 del cuestionario.....	251
Gráfico 5 – Respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 5 del cuestionario.....	252
Gráfico 6 – Categorías × frecuencias de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 6 del cuestionario.....	254
Gráfico 7 – Categorías × frecuencias de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 7 del cuestionario.....	256
Gráfico 8 – Categorías × frecuencias de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 8 del cuestionario.....	257
Gráfico 9 – Categorías × frecuencias de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 9 del cuestionario.....	260
Gráfico 10 – Categorías × frecuencias de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 10 del cuestionario.....	262
Gráfico 11 – Respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 11 del cuestionario.....	263
Gráfico 12 – Categorías × frecuencias de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 12 del cuestionario.....	265

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1 INTRODUCCIÓN

La Biomecánica forma parte del currículo de Educación Física y es definida por Amadio (apud Nozaki, 1999) como “una disciplina, entre las ciencias derivadas de las ciencias naturales, que se ocupa de análisis físicos de sistemas biológicos; por consiguiente, de análisis físicos del cuerpo humano. Esos movimientos son estudiados por medio de leyes y patrones mecánicos en función de las características del sistema biológico humano, incluyendo conocimientos anatómicos y fisiológicos”.

Nozaki (1999) entiende que, antes de que un profesor de Educación Física inicie la observación de cualquier movimiento ejecutado por sus alumnos con la intención de corregirlo posteriormente a través de la utilización de patrones biomecánicos, hay que distinguir a priori los tipos o formas de movimiento existentes. Por esa razón, el educador físico debe apropiarse de conceptos físicos inherentes a la cinemática (que permiten describir el movimiento) y a la cinética, o dinámica, (que permiten explicar los cambios en el movimiento), y una de las estrategias utilizadas para facilitar el aprendizaje significativo de esos conceptos es la resolución de problemas.

Escudero y Flores (1996) sostienen que la resolución de problemas es un tema clásico tanto en la investigación en la enseñanza de la Física como en el aprendizaje de conceptos y en la enseñanza de laboratorio, lo cual se debe tanto a la importancia dada a la propia acción de resolver problemas como a la constatación del fracaso generalizado de los estudiantes en esta tarea. Con relación a esa cuestión del fracaso, en lo que se refiere a los alumnos de la asignatura de Biomecánica en Educación Física, la situación no es diferente, además, tal vez sea aún peor, ya que el currículo de Educación Física no contempla ninguna asignatura introductoria de Física y/o Matemáticas.

Frente a ese mal éxito, manifestado por el alto índice de suspensos en la asignatura, o incluso por la baja calidad de las producciones de los alumnos en lo que se refiere a las tareas solicitadas en clase, hay que investigar las dificultades de ellos que representan obstáculos a la comprensión de los conceptos y procedimientos necesarios para resolver problemas de Biomecánica.

El primero objetivo de esta investigación fue verificar cuáles eran las dificultades en la resolución de problemas-tipo, extraídos de libros de texto, de un grupo de alumnos de una Diplomatura en Educación Física matriculados en la asignatura *Biomecánica del Movimiento en Deportes*, en un Centro Universitario localizado en una ciudad de la gran Porto Alegre, RS, Brasil, en el primer semestre lectivo de 2007.

El segundo, partiendo de la observación en el primer estudio de las dificultades presentadas por los alumnos en la resolución de problemas-tipo de Biomecánica, fue introducir el uso de mapas conceptuales como estrategia didáctica y de evaluación en la asignatura de *Biomecánica* y verificar, durante dos semestres lectivos (2008/2 y 2009/1), la potencialidad de esa herramienta con relación a la conceptualización y, por consiguiente, al aprendizaje significativo y a la resolución de problemas.

Una revisión de la literatura que sirvió como fundamentación para la búsqueda de esos objetivos fue realizada tomando como base, en gran parte, artículos publicados, por lo menos, desde el año 2000¹ hasta enero de 2009.

Las palabras-clave utilizadas en la búsqueda de referencias fueron *resolución de problemas; problemas; instrucción; Educación Física; enseñanza; aprendizaje; dificultades; mapas conceptuales y Biomecánica*. Debido a la escasez de estudios que relacionen los temas *resolución de problemas y mapas conceptuales* a la Biomecánica, cabe destacar que en varios periódicos consultados, no se encontró ningún artículo pertinente.

En la revisión de la literatura como un todo, se abordó también el estado del arte de la enseñanza de la Biomecánica y se presentó una visión introductoria sobre el tema *resolución de problemas*, partiendo del concepto de problema y revisando cómo ha sido abordado el asunto a partir del desarrollo de la psicología cognitiva y comentando los aspectos frecuentemente investigados en esa área (diferencias entre novatos y especialistas; metodologías didácticas; factores que influyen en la resolución de problemas en las clases y estrategias específicas para facilitar la resolución de problemas). Finalmente, se buscaron en la literatura trabajos anteriores que presentasen algún dato referente al uso de los *mapas conceptuales* como estrategia didáctica y de evaluación, tanto en el ámbito general como específicamente en la enseñanza de la Biomecánica, con el fin de servir como fundamentación para el segundo estudio. Sin embargo, nuevamente no se encontraron estudios que relacionasen el uso de los mapas conceptuales en las clases de Biomecánica (excepto dos trabajos publicados por Toigo y Moreira, 2008 y Toigo, Costa y Moreira, 2010).

El hecho de ser pocos los trabajos de investigación específicamente relativos a la resolución de problemas en Biomecánica, al uso de mapas conceptuales en la enseñanza de Biomecánica o en esa enseñanza de un modo general, refleja una problemática que justifica plenamente la investigación. La Educación Física es una ciencia aplicada, fundamentada en la Biología, en la Química y en la Física. Un ejemplo de eso es la propia Biomecánica.

¹ Excepto revistas lanzadas posteriormente a esa fecha.

Entonces, la enseñanza de Biomecánica debía hacer puentes con la enseñanza de ciencias y con la investigación en enseñanza de las ciencias o, por lo menos, con los resultados de esa investigación.

Pero no es eso lo que se ve. Hay muy poca investigación en la enseñanza de Biomecánica (por no decir casi ninguna) así como de otras asignaturas del currículo de la Educación Física. Además, la investigación en enseñanza de las ciencias parece ser ignorada por los profesores de Educación Física, lo cual dificulta aún más que esos conocimientos sean difundidos y utilizados en las clases en la formación de profesores.

Por otro lado, los alumnos creen que al optar por hacer la facultad de Educación Física, sea en la Licenciatura (para actuar exclusivamente en el ambiente escolar) o en la Diplomatura (para actuar en cualquier ambiente, excepto en la escuela), no tendrán que estudiar Ciencias y Matemática. Eso, por sí solo, ya representa un obstáculo para el aprendizaje de los contenidos de asignaturas como, por ejemplo, Anatomía, Cinesiología, Fisiología del Ejercicio, Bioquímica y la propia Biomecánica; es decir, algunos alumnos imaginan que, al ingresar en la carrera de Educación Física, se están matriculando en un gimnasio, en un club o en una escuela de fútbol.

Por tanto, cuando esos alumnos se encuentran con asignaturas fundamentadas en las ciencias, eventualmente se resisten o se asustan con la profundidad de los contenidos que tienen que estudiar. Sin embargo, de poco valdría pensar en un currículo que contemplase solamente contenidos técnicos, única y exclusivamente orientados a la práctica deportiva o de otras modalidades de actividad física² (como por ejemplo, la gimnasia de academia, la musculación, la gimnasia laboral, entre tantas otras), ya que el profesional del área de la Educación Física tendrá como objetivo el trabajo con el ser humano como un todo. Esto significa que no se puede desmembrar el desarrollo humano en sus tres componentes: cognitivo, motor y afectivo-social – lo que quiere decir que un componente del desarrollo humano no puede ocurrir en la ausencia de otro.

En la perspectiva de Hoffman y Harris (2002), aunque el aprendizaje de los estudiantes por medio de las experiencias en actividades físicas sea una parte esencial para hacerse un educador físico, el marco diferencial es el conocimiento de un cuerpo complejo de conocimiento sobre actividad física³. Las autoras refieren que es común encontrar individuos

² Actividad física es definida como cualquier movimiento voluntario intencional dirigido a alcanzar un objetivo identificable (Simpson, 2002).

³ Hoffman y Harris (2002) entienden el estudio académico de la Educación Física como un conjunto de conocimientos formado prioritariamente por tres esferas: la *sociocultural*, que incluye subdisciplinas como, por ejemplo, Filosofía de la Actividad Física, Historia de la Actividad Física y Sociología del Deporte, entre otras; la

que fueron expuestos a una amplia variedad de experiencias y diferentes actividades físicas (y que, por consiguiente, aprendieron mucho sobre actividad física y sobre sí mismos), pero no es frecuente encontrar personas que tienen conocimiento teórico sobre aspectos de la actividad física, incluyendo sus dimensiones socioculturales, comportamentales y biofísicas. Es justamente en ese punto donde destaca la importancia del estudio académico de la Biomecánica.

Comprender los conceptos involucrados en la Biomecánica significa entender cómo las leyes básicas y los principios que controlan los movimientos de los seres humanos afectan esos movimientos y la estructura del cuerpo. Por consiguiente, el profesional del área de la Educación Física que entiende de Biomecánica debe ser capaz de comprender la relación entre leyes mecánicas, principios y técnicas de movimientos específicos de modo que mejoren el desempeño del individuo que practica actividad física o deporte; comprendan las relaciones entre el usuario humano y la mecánica del equipo o instrumento de asistencia para mejorar el desempeño, la eficacia y la seguridad y, finalmente, comprendan cómo se pueden prevenir las lesiones provocadas por las fuerzas que actúan sobre el cuerpo (Simpson, 2002).

Dada la importancia de la Biomecánica en el contexto de la Educación Física y debido a la laguna que existe con relación a la investigación en enseñanza de esa disciplina, se reitera que es plenamente justificable la realización del presente estudio, primeramente, por detectar las dificultades de los estudiantes con relación a los contenidos que la integran y, a partir de esos resultados, por proponer una estrategia facilitadora del aprendizaje significativo (en ese caso, los mapas conceptuales) de esos contenidos para que los estudiantes, cuando estén capacitados para actuar como profesores de Educación Física, hagan realmente uso de esos conocimientos en el cotidiano de su práctica profesional.

Como ya se dijo, esta investigación fue dividida en dos estudios. En el segundo capítulo será presentada la revisión de la literatura relativa al tema investigado en el primer estudio (dificultades de los alumnos de una Diplomatura en Educación Física en la resolución de problemas-tipo de Biomecánica). En el tercero, se define el marco teórico conceptual trabajado en parte de la asignatura de Biomecánica. En ese capítulo se da especial atención a los conceptos de cinemática y cinética, que fueron el objeto de estudio de esa investigación.

comportamental, que incluye subdisciplinas como, por ejemplo, Comportamiento Motor, Psicología del Deporte y del Ejercicio y Pedagogía del Deporte, entre otras y, finalmente, la *biofísica*, que incluye la Fisiología del Ejercicio y la Biomecánica. El conocimiento sobre cómo estas subdisciplinas están relacionadas entre sí y al cuerpo total de conocimiento de la Educación Física debe ayudar al estudiante a comprender su papel y la importancia del currículo de la Educación Física.

En el cuarto, se presenta el primer estudio integralmente, contemplando la contextualización y la metodología del estudio, así como el análisis y discusión de los resultados. El quinto capítulo presenta la revisión de la literatura que sirvió de base para el segundo estudio, que consistió en la investigación de los mapas conceptuales como estrategia facilitadora de la conceptualización y del aprendizaje significativo en Biomecánica. El segundo estudio está presentado integralmente en el sexto capítulo, contemplando la contextualización, metodología, análisis y discusión de los resultados. Finalmente, en el séptimo capítulo se presenta una síntesis de la investigación como un todo, así como un encaminamiento para próximos estudios.

CAPÍTULO II

**REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

2.1 El estado del arte de la Biomecánica

La Biomecánica ha sido (re)definida a lo largo de los años, considerando que es una asignatura relativamente reciente en los currículos de los cursos de Educación Física. Amadio y Serrão (2004, p. 45) relatan que, conforme registros, la Biomecánica fue introducida en Brasil alrededor de 1965 debido a un convenio entre Brasil y la República Federal de Alemania, pero se consolidó como asignatura en la década de los 80.

La Sociedad Americana de Biomecánica entiende la Biomecánica como la aplicación de las leyes de la Mecánica al movimiento animado y la Sociedad Europea de Biomecánica la define como el estudio de las fuerzas que son generadas por el cuerpo y los efectos de esas fuerzas en tejidos, fluidos y materiales usados para fines de diagnósticos, tratamiento o investigación (Hamill, 2007).

Hamill y Knutzen (1999, p. 5), Enoka (2000, p. 1), Hall (2000, p. 2), McGinnis (2000, p. 18) y Simpson (2002, p. 297) definen la Biomecánica como la aplicación de los principios de la Mecánica al estudio de los problemas biológicos.

Adrian y Cooper (apud Vilas-Boas, 2001, p. 49) amplían esa definición aclarando que la Biomecánica “*procura medir, modelar, explicar, categorizar y catalogar los patrones de movimiento de las criaturas vivas*”, tratándola como la Física del movimiento humano, que puede ser subdividida en a) Biomecánica Deportiva; b) Biomecánica Ocupacional; c) Biomecánica de Rehabilitación.

En esa perspectiva, Vilas-Boas (2001) entiende que la Biomecánica debe considerar la funcionalidad de la mecánica de los órganos, aparatos y sistemas de los seres vivos, sus cargas mecánicas, límites de sobrecarga y de lesiones, así como factores que afectan el desempeño, incluyendo el deportivo, el entrenamiento en sí, así como, sus medios auxiliares, equipamientos y técnica.

Amadio y Serrão (2004, p. 48) subdividen las áreas temáticas de aplicación de la Biomecánica en:

- a) *Deporte de alto nivel de rendimiento*, con el objetivo, por ejemplo, de sistematizar y optimizar el rendimiento deportivo a través de la técnica de movimiento y de la reducción de sobrecargas, entre otros;

- b) *Deporte escolar y actividades de recreación*, estudiando los procesos de aprendizaje y adecuando sistemas y equipamientos con *feedback* pedagógico, entre otros;
- c) *Prevención y rehabilitación orientados a la salud*, desarrollando métodos, procedimientos y técnicas para diversas terapias, así como, describiendo patrones patológicos y proyectando equipamientos;
- d) *Actividades del cotidiano y del trabajo*, estudiando la postura y la locomoción humanas, clasificando y sistematizando movimientos conforme el puesto del trabajo, realizando análisis ergonómicos, fomentando la salud y la seguridad en las tareas de la vida diaria y del trabajo.

Para Vilas-Boas (2001), la Biomecánica es una disciplina de incuestionable relevancia curricular en las carreras de Educación Física y Deporte, sea en el grado o en los cursos de posgrado.

Sin embargo, Amadio y Serrão (2004) alertan que, aunque la Biomecánica sea tema de innumerables investigaciones científicas, ese hecho aún no repercute en igual intensidad en el campo de la práctica profesional. Costa y Santiago (2007) argumentan que esa asignatura suele ser objetivo de críticas de los alumnos por juzgarla demasiado compleja y poco aplicada. Por otro lado, muchos docentes aún trabajan la disciplina “*como un conjunto de fórmulas matemáticas y ecuaciones que en nada contribuyen al conocimiento necesario para la intervención profesional*”.

Correa (2007, p. 171) concuerda y añade que esa postura es motivo para que los alumnos de grado tengan verdadero pavor de la asignatura, aun antes de empezar el curso, debido a lo que escuchan de los colegas que ya la cursaron. La misma autora justifica que los alumnos tienen razón para temer la asignatura, en parte, en función de su formación (ya que, generalmente, alumnos de la Educación Física esperan no tener que estudiar Física y Matemática nunca más en la vida) y en parte, por el enfoque predominantemente teórico presentado por muchos profesores.

No obstante, aún existe la creencia de que la Biomecánica es un ramo del conocimiento científico a servicio solamente del deporte de alto rendimiento, razón por la cual estaría alejada de la Educación Física escolar (Batista, 2001). Esa visión es particularmente simplista. A pesar de no ser posible – tampoco es la intención – negar la contribución de la Biomecánica para el deporte de alto rendimiento y de ser el área temática con mayor número de investigaciones (según datos publicados por Strohmeyer, 2005, p. 32), ésa no es la única alternativa de aplicación de ese cuerpo de conocimientos.

Existen varios intentos de definir lo que debe ser enseñado en las asignaturas de Biomecánica. Antes de eso, conviene aclarar que varias son las asignaturas que pueden ser ofrecidas en las carreras de Educación Física y Deporte, según sugieren Amadio y Serrão (2004):

- en nivel de grado:
 - Fundamentos de Biomecánica;
 - Biomecánica Aplicada;
 - Tópicos Avanzados en Biomecánica;
- en nivel de posgrado *stricto sensu*:
 - Seminarios en Biodinámica del Movimiento Humano;
 - Introducción a los Fundamentos Biomecánicos;
 - Aplicaciones de la Biomecánica en el Análisis del Movimiento Humano;
- en nivel de actualización y extensión universitaria:
 - Fundamentos Biodinámicos para Análisis del Movimiento Humano.

Knudson (2003, p. 122) informa que las carreras de Educación Física/Cinesiología americanas han sufrido dramáticos cambios desde la década de 60, período que coincide con el inicio del reconocimiento de la Biomecánica, como ya se destacó anteriormente. El autor reconoce que es importante garantizar la libertad académica, pero pondera que, especialmente en la Biomecánica, hay que seguir algún consenso en términos de conceptos y principios esenciales.

En ese sentido, la NASPE (*National Association for Sport and Physical Education*) y la *Biomechanics Academy* (órganos americanos), establecieron, en 1992, directrices y parámetros para un curso introductorio, que debería proveer fundamentos de Biomecánica y ejemplos de cómo pueden ser aplicados a la resolución de problemas relacionados al movimiento humano. Sin embargo hubo falta de consenso [y parece que todavía no lo hay]⁴ a respecto de lo que realmente es importante enseñar [y aprender]⁵ en los cursos introductorios. Knudson (2003, p. 123) critica, con mucha propiedad, la falta de un equilibrio entre las énfasis dadas a las áreas de la Mecánica, Biología y aplicación, y argumenta que esa falta de equilibrio tiende a llevar a una comprensión incompleta – y se puede añadir, también, tal vez equivocada – del movimiento humano. El autor destaca que en la primera mitad del siglo XX, las investigaciones se centraron en teorías de raciocinio deductivo basadas en la anatomía funcional, así como era el estudio de la Cinesiología, ya que no había muchos estudios disponibles sobre la Biomecánica del Movimiento Humano. En esa época, los estudios

⁴ Comentario de la autora.

⁵ Comentario de la autora.

electromiográficos y de cinemetría⁶ estaban empezando a emerger, y los datos basados en la anatomía funcional llevaban a conclusiones distorsionadas a respecto de las acciones musculares. Algunas publicaciones del final de los años 80 e inicio de los 90, utilizadas como libro de texto, reflejan esa realidad (por ejemplo, Rasch y Burke, 1987 y Rasch, 1989). Varios otros libros de texto de Biomecánica se centraron en las noticias técnicas de la “cinesiología mecánica” (término raramente utilizado en los días de hoy) dando poco énfasis a los cálculos y a los diagramas de cuerpo libre en detrimento del entendimiento de como la Biomecánica podría ser utilizada para optimizar el movimiento.

Según Knudson (2003), el énfasis en los años 70 y 80 era predominantemente en la Mecánica, en primer lugar, en función de la introducción de esos contenidos en el currículo, en segundo lugar, porque la anatomía funcional era claramente identificada como prerrequisito en las directrices de los nuevos cursos de Biomecánica, en tercer lugar, debido a la presión de las propias instituciones de enseñanza superior de Educación Física y Deportes por la enseñanza de la Mecánica y en cuarto lugar, por el explícito énfasis en Mecánica en los libros de la época. Aún en los años 90 e inicio de los 2000, ese énfasis persistió, lo que se considera un retroceso, ya que perpetúa errores del pasado, como por ejemplo, ignorar que aun con tantos resultados electromiográficos, es extremadamente difícil inferir acciones musculares de la anatomía funcional y de la observación de movimientos (ibid.). Zajac y Gordon (apud Knudson, 2003) complementan que el entendimiento de las acciones musculares es extremadamente complejo, ya que algunos músculos pueden actuar en articulaciones que no atraviesan y, también, porque es difícil separar efectos musculares dentro de las cadenas cinéticas.

En 2003, la NASPE y la *Biomechanics Academy* revisitaron las directrices para la enseñanza de la Biomecánica en el grado y, además de establecer como prerrequisito las habilidades de usar operaciones algebraicas básicas para resolver problemas con palabras, fórmulas, ecuaciones y gráficos, así como conocer los fundamentos esqueléticos, articulares, musculares y neurológicos, determinaron que los alumnos deben tener clases con un continuo de técnicas de análisis de movimiento cualitativas y cuantitativas que los habilite a:

- 1) observar y describir una técnica de movimiento con exactitud;

⁶ La electromiografía consiste en el registro de la actividad eléctrica de los grupos musculares durante los movimientos a través de electrodos y la cinemetría consiste en el registro de imágenes del movimiento deportivo y las consiguientes reconstrucciones con auxilio de puntos marcados, conforme modelo antropométrico, que estima la localización de los ejes articulares del atleta, estableciendo esas marcas con el fin de evaluar y desarrollar técnicas para entrenamiento y competición; acompañar los atletas y detectar talentos deportivos (Ávila et al., 2002).

- 2) determinar factores mecánicos y anatómicos básicos de un movimiento observado;
- 3) evaluar la conveniencia de la técnica de un practicante con referencia con la tarea e
- 4) identificar factores que limitan el desempeño y proponer intervenciones adecuadas.

La NASPE (2003) también estableció como bases anatómicas, varias competencias que deben ser trabajadas en lo que se refiere a la función y estructura articular, mecánica muscular y función neuromuscular.

Con relación a las bases mecánicas, la NASPE (2003) estableció que el alumno debe estar apto, con relación a las consideraciones básicas, para:

- 1) definir un sistema de movimiento y determinar la naturaleza del sistema en movimiento (lineal, angular, ...);
- 2) representar adecuadamente cantidades cinéticas y cinemáticas como vectores y usar vectores, añadir vectores y resolver vectores para aumentar la comprensión de los conceptos de mecánica básicos, el efecto de cambios en la línea de tracción del músculo sobre la cantidad de fuerza aplicada para girar un segmento (fuerzas internas).

Con relación a la cinemática del movimiento, la NASPE (2003) recomienda:

- 1) definir términos básicos como distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración y cómo los mismos se relacionan a los movimientos humanos lineales y rotativos;
- 2) utilizar variables cinemáticas para comparar la calidad de diversos desempeños motores;
- 3) explicar las relaciones cinemáticas entre los movimientos lineal y angular y aplicar esas relaciones para aumentar el desempeño de las habilidades motoras y la concepción de equipamientos;
- 4) describir cómo las variables de altura de lanzamiento, ángulo y velocidad afectan el movimiento de proyectiles y aplicar esas variables a actividades con proyectiles para optimizar el desempeño.

Con relación a la cinética (o dinámica) del movimiento, la NASPE (2003) recomienda:

- 1) definir términos básicos, como por ejemplo, fuerza, inercia, masa y peso y sus relaciones con el movimiento lineal;
- 2) definir términos básicos, como por ejemplo, torque, momento, momento de inercia, brazo de momento y sus relaciones con el movimiento angular;
- 3) establecer las formas lineal y angular de las leyes de movimiento de Newton y explicar las relaciones entre los movimientos observados de un cuerpo

experimentando movimientos lineales o angulares y las fuerzas o torques responsables de los respectivos movimientos;

- 4) explicar los efectos del peso, fuerza de reacción, fricción, flotación, arrastre y fuerza de sustentación, en el desempeño motor;
- 5) estimar la posición del centro de gravedad de personas en cualquier posición y describir cómo las alteraciones en su posición y otros factores mecánicos influyen en la estabilidad;
- 6) identificar y explicar la importancia de las relaciones impulso-momento, trabajo-energía y conservación de momento en la producción de efectivos movimientos humanos.

La NASPE (2003) también recomienda que los profesores de Biomecánica, en nivel de grado sean doctores con especialización en el área. Además, las facultades, de acuerdo con las directrices, deben ofrecer clases en las aulas y en los laboratorios, los cuales deben estar debidamente equipados, de acuerdo con las necesidades mínimas de la asignatura.

Vilas-Boas (2001) critica que la presentación de la asignatura tiene lugar de forma casi exclusivamente magistral, muy distanciada del estudiante, haciéndose “*áspera*”, difícil, matematizada, intangible, lo que puede, incluso, llevar el alumno de Educación Física a evitarla. Esa opinión es compartida por varios otros profesores-investigadores, como Batista (2001); Knudson (2003); Correa y Freire (2004); Toigo (2006); Correa (2007); Costa y Santiago (2007) y Hamill (2007).

Hamill (2007) discute varios factores que afectan a la implementación de las directrices de la NASPE, empezando por el profesor. Para ese autor, la calificación del docente de Biomecánica es, muchas veces, ignorada o descuidada, afectando directamente a la calidad de las clases. La elección del libro de texto más cualitativo, cuantitativo o la combinación de los dos enfoques también interfiere en la enseñanza y está directamente relacionada a la filosofía de trabajo del profesor.

Otro factor importante para Hamill (2007) son los prerrequisitos establecidos por la NASPE. Ya que son necesarios conocimientos básicos de matemáticas, sería razonable que hubiese un curso preparatorio o de nivelación, lo que raramente forma parte de los currículos de Educación Física. Ya que ese prerrequisito no se satisface, cabe al profesor de Biomecánica amenizar las dificultades de los alumnos, lo que supone dedicarle un tiempo de la asignatura, con consecuente disminución de contenidos específicos. En ese sentido, Vilas-Boas (2001) defiende que se debería dar un énfasis más cualitativo en el grado y el enfoque más cuantitativo debería ser profundizado en cursos de posgrado *stricto sensu*. El autor

también mantiene su opinión en el hecho de que la formación básica de los alumnos es carente en cuanto a subsunsores⁷, especialmente tratándose de Física General y Métodos Matemáticos. Aún en esa línea, el año/semestre en el que se ofrece el curso puede interferir en la enseñanza de la Biomecánica en términos de prerrequisitos.

Otra cuestión abordada por Hamill (2007) es que el énfasis que será adoptado en los cursos es reflejo directo de la ideología del departamento o facultad. Aunque departamentos con diferentes objetivos puedan adherir a las directrices de la NASPE, puede haber discrepancias en términos curriculares.

¿Qué hacer, entonces, para mejorar las condiciones de enseñanza-aprendizaje de la Biomecánica? Hay un consenso en que debe haber una integración entre los factores anatómo-fisiológicos y los factores mecánicos.

Vilas-Boas (2001) entiende que los métodos de enseñanza deben satisfacer los objetivos de la disciplina científica en sí misma, debiendo tener en cuenta que la mayor parte de los alumnos actuará como profesor de Educación Física o entrenador deportivo, siendo, por lo tanto, importante que el programa de enseñanza contemple habilidades como observación, análisis y evaluación subjetivos de la técnica con el fin de prescribir ejercicios. Son raros los profesionales que contarán con laboratorios o equipamientos sofisticados (y de alto coste) en sus locales de trabajo, que les posibilite recoger datos cinemáticos y/o cinéticos (dinámicos), entre otros. En ese sentido, defiende que más que una alteración radical de los contenidos, debe haber una aproximación didáctica diferenciada.

Las Matemáticas serían introducidas de manera más sutil y se daría énfasis a la resolución de problemas a medida que los mismos van surgiendo, al contrario de una imposición de problemas de reducida contextualización deportiva a los estudiantes. La sugerencia sería partir de la observación y descripción de movimientos deportivos para la explicación, eventual modelado y posterior simulación. Esos dos últimos pasos serían, incluso, remitidos a los cursos de posgrado (ibid.).

Knudson (2003) es favorable a un balanceo entre los fundamentos mecánicos y biológicos aprendidos en el contexto de aplicación de los problemas relativos al cuerpo humano en el mundo real. Inicialmente, sería necesario revisar la anatomía funcional y, poco a poco, se irían introduciendo los conceptos mecánicos, siempre interactuando con los conceptos biológicos. El autor sugiere trabajar en forma de proyectos, en los que los alumnos inicialmente revisan estudios anteriores con el fin de resolver un problema biomecánico real,

⁷ Moreira (1999b) explica que no existe una traducción exacta de esta palabra, que corresponde más o menos a introductor, facilitador o subordinante.

bajo supervisión del profesor. En la metodología en forma de proyectos, más importante que la respuesta en sí, es aprender a encontrar informaciones relevantes integrando las bases mecánicas y biológicas del movimiento. Knudson (2003) y Hamill (2007) también defienden, basándose en las directrices de la NASPE, que los cursos introductorios de Biomecánica deben adoptar un enfoque más cualitativo, aunque muchos profesores también enfatizan la resolución de problemas cuantitativos. Con relación a ese último enfoque, no hay evidencias de que se consiga aplicar lo que fue aprendido en situaciones reales si los alumnos no tienen subsunores adecuados para entender los estudios cuantitativos de manera significativa. Lo ideal sería que los profesores pudiesen exponer los dos enfoques, pero si fuese posible priorizar uno de ellos, sería el cualitativo, integrando la estructura general de los principios biomecánicos aplicados a los problemas reales del movimiento humano y la prevención o tratamiento de lesiones (Knudson, 2003).

Ese punto de vista es compartido por Costa y Santiago (2007), ya que creen que la comprensión del movimiento no termina cuando se llega a un resultado cuantitativo sobre su estructura, sino que se inicia en ese instante, luego, el analista no puede simplemente realizar medidas sofisticadas para describir movimientos pues las mismas serán insuficientes para comprenderlos a la luz de los conceptos y principios biomecánicos. Los autores también defienden la necesidad de que los alumnos adquieran conocimientos previos de Física y Matemáticas para evitar que eso sea un obstáculo para la comprensión de los principios de la Biomecánica.

Corrêa (2007) propone una metodología de enseñanza basada en el análisis cualitativo del movimiento⁸. El proceso empieza escogiendo un movimiento para que sea analizado por los alumnos (en grupos). Se realizan filmaciones de ese movimiento en dos situaciones: dentro de los moldes esperados y con errores de ejecución. Posteriormente, los alumnos analizan las filmaciones y presentan los resultados en seminarios. Se enfatiza la aplicación práctica de los conceptos, aunque las fórmulas pertinentes a los principios también sean presentadas y discutidas. Esa autora afirma que la estrategia ha demostrado resultados positivos incluso en alumnos que inicialmente se mostraban resistentes con relación a la propuesta. A pesar de que la disciplina demanda un gran esfuerzo para la obtención del aprobado, los alumnos dijeron que se sentían victoriosos por conseguir hacer una aplicación práctica.

⁸ Para una completa descripción de esa metodología, ver Knudson y Morrison (2001).

Independientemente de que el énfasis sea más cualitativo o más cuantitativo, los autores citados concuerdan en que la enseñanza de la Biomecánica no puede prescindir de la actividad de resolución de problemas, tema que será abordado a continuación.

2.2 ¿Qué se entiende como problema?

Antes de hablar de resolver problemas, es necesario definir qué entendemos por problema, pues en la literatura podemos encontrar diversas comprensiones a respecto de ese tema.

Contreras (1987, p 50) define problema como una situación no familiar para el alumno y que requiere un tratamiento diferente del utilizado comúnmente, es decir, que requiera formulación y comprobación de hipótesis a través de la elaboración de conductas propias que pongan a prueba sus capacidades de raciocinio autónomo.

Desde el punto de vista de Dumas-Carré (apud Perales Palacios, 1993, p. 170) *“problema puede ser entendido genéricamente como cualquier situación prevista o espontánea que produce, por un lado, cierto grado de incertidumbre y, por otro, una conducta en la dirección de la búsqueda de la solución”*, los cuales pueden ser clasificados de acuerdo con el campo de conocimiento implicado, con el tipo de tarea y con la naturaleza del enunciado (Perales Palacios, 1993, p. 170). Ese autor distingue los objetivos de un problema dependiendo del campo de conocimiento: en los problemas formulados en la enseñanza de las ciencias, lo que importa es el proceso utilizado en la búsqueda de la solución, mientras que, en los problemas del cotidiano, lo que interesa es el resultado en sí.

Con relación al tipo de problema, se entiende por problemas cualitativos aquéllos que no demandan solución numérica (Perales Palacios, 1993, p. 171) de carácter más explicativo, interpretativo, pudiendo, también, ser llamados de problemas abiertos, o aquéllos en los que los alumnos deben utilizar competencias que transformen situaciones amplias para casos cada vez más restringidos, precisos y con límites y contenidos bien definidos (Lopes y Costa, 1996, p. 49). Los problemas cuantitativos son los que exigen cálculos numéricos realizados por medio de ecuaciones que correspondan a los datos presentados en el enunciado (también conocidos como problemas cerrados).

Sobre la naturaleza del enunciado, los problemas pueden ser divididos en dos categorías: los abiertos y los cerrados. De acuerdo con Moreira y Costa (1999; Vasquez, Bustos, Núñez, Mazzitelli, 2004), problemas abiertos son aquéllos para los cuales no hay soluciones preestablecidas o esperadas, o sea, existen diversas soluciones posibles

dependiendo de cómo sean definidas las condiciones de contorno. En los problemas abiertos, el solucionador nunca está seguro de que haya llegado ni siquiera a la mejor respuesta (Garret, 1988). Por otro lado, problemas cerrados son aquéllos para los que existe una solución “casi característica”, oriunda de la aplicación del conocimiento previo del individuo y de procedimientos próximamente característicos en ese tipo de problema, normalmente está asociada a la idea de actividad mecánica y rutinaria (Perales Palacios, 1993, p. 171; Moreira y Costa, 1999). Garret (1988) añade, también, que el solucionador de problemas cerrados generalmente sabe cuándo llegó a la respuesta y, como sabe que existe una respuesta a ser alcanzada, entonces es posible solucionar esas situaciones.

Otra distinción encontrada en la literatura se refiere a los conceptos de problema y ejercicio. Moreira y Costa (1999; Pomés Ruiz, 1991, p. 79) aclaran que ejercicios requieren el uso de procedimientos que conducen de forma inmediata, directa, a una respuesta o solución, resumiéndose muchas veces a la aplicación de fórmulas, con el fin de fijarlas. Pozo et al. (1994) complementan esa definición argumentando que en el caso del ejercicio, el individuo conoce y tiene automatizadas las técnicas que lo llevarán a solucionar la tarea de forma inexorable. Las habilidades necesarias para resolver ejercicios son consideradas, de acuerdo con Tsaparlis y Angelopoulos (2000, p. 131), de baja orden cognitiva.

Lester (apud Pozo et al., 1994), Pomes Ruiz (1991, p. 79) y Peduzzi (1997, p. 230) definen problema como una situación que un individuo o grupo desea o necesita resolver y para la cual no dispone de un camino rápido y directo que conduzca a la solución. Pozo et al. (1994) refieren que esta definición parece ser consensual por parte de gran parte de los autores que escriben sobre el asunto y llaman la atención para el hecho de que, en la perspectiva de Lester, una situación sólo puede ser concebida como problema en la medida en la que sea reconocida como tal y de forma que no haya procedimientos automáticos que permitan solucionarla de manera más o menos inmediata y que demande algún proceso de reflexión o toma de decisión sobre la secuencia de pasos que se deben seguir.

Tsaparlis y Angelopoulos (2000, p. 131) añaden que la tarea de resolver problemas requiere habilidades cognitivas de alto orden, sin embargo, ponderan que el grado en el cual un problema es nuevo o es un ejercicio varía de alumno para alumno. En esa perspectiva, resolver problemas o realizar ejercicios, en la visión de Pozo et al. (1994) constituye un continuo educativo cuyos límites no siempre son fácilmente delimitables. Sin embargo, es importante establecer en clase diferencias entre los dos procesos para que les quede claro a los alumnos que ciertas tareas implican más que la mera repetición, es decir, en la solución de problemas, las técnicas aprendidas, previamente ejercitadas, constituyen un medio o recurso

instrumental necesario, pero no suficiente, para alcanzar la solución; son necesarias estrategias, conocimientos conceptuales y actitudes, entre otros (ibid.).

Cabe aclarar también el concepto de problema-tipo (o problema ejemplar). En ese caso, se trata de problemas relativos a un asunto particular, cuya resolución implica un grupo de conceptos relacionados, posee claves específicas que el solucionador debe conocer para obtener éxito (Guisasola, Garete, García y Herranz, 2002, p. 10). Esos problemas son también conocidos como problemas de aplicación o problemas de final de capítulo, muy comunes en los libros de texto, los cuales son el principal tema de interés de esa investigación.

A continuación, se verá cómo el tema “resolución de problemas” ha sido abordado a lo largo del desarrollo de la psicología cognitiva.

2.3 La resolución de problemas y la psicología comportamentalista

El comportamentalismo surgió a finales del siglo XIX en reacción al mentalismo que, según Moreira (1999b), dominaba la psicología de Europa. La Figura 1 sirve como punto de partida para presentar las ideas básicas de esa teoría.

La idea central del comportamentalismo son los *comportamientos observables*, es decir, el énfasis está en el comportamiento de las personas. A partir de un determinado *estímulo*, un individuo es llevado a *hacer* algo que repercute en determinados comportamientos que son esperados. Esos comportamientos, a su vez, son controlados por consecuencias y, de acuerdo con ellas, habrá dos tipos de *refuerzo*: el *positivo* y el *negativo*. Ese último disminuye la frecuencia de respuesta, pudiendo, incluso, extinguirla. Por otro lado, si el refuerzo es positivo, se espera que haya un aumento en la frecuencia de la respuesta, llevando el individuo al *condicionamiento*. El término condicionamiento puede ser entendido a partir de dos diferentes perspectivas: la de Pavlov⁹ tiene lugar de manera involuntaria y, por lo tanto, es considerado reflexivo; y la de Skinner¹⁰, en la que recibe el nombre de condicionamiento *operante*, lo que presupone que el individuo debe hacer algo para recibir el refuerzo.

⁹ Ivan Pavlov (1849-1936), importante investigador del conexionismo, realizó varias experiencias con animales.

¹⁰ B.F Skinner (1904-1990) es uno de los más importantes nombres del behaviorismo.

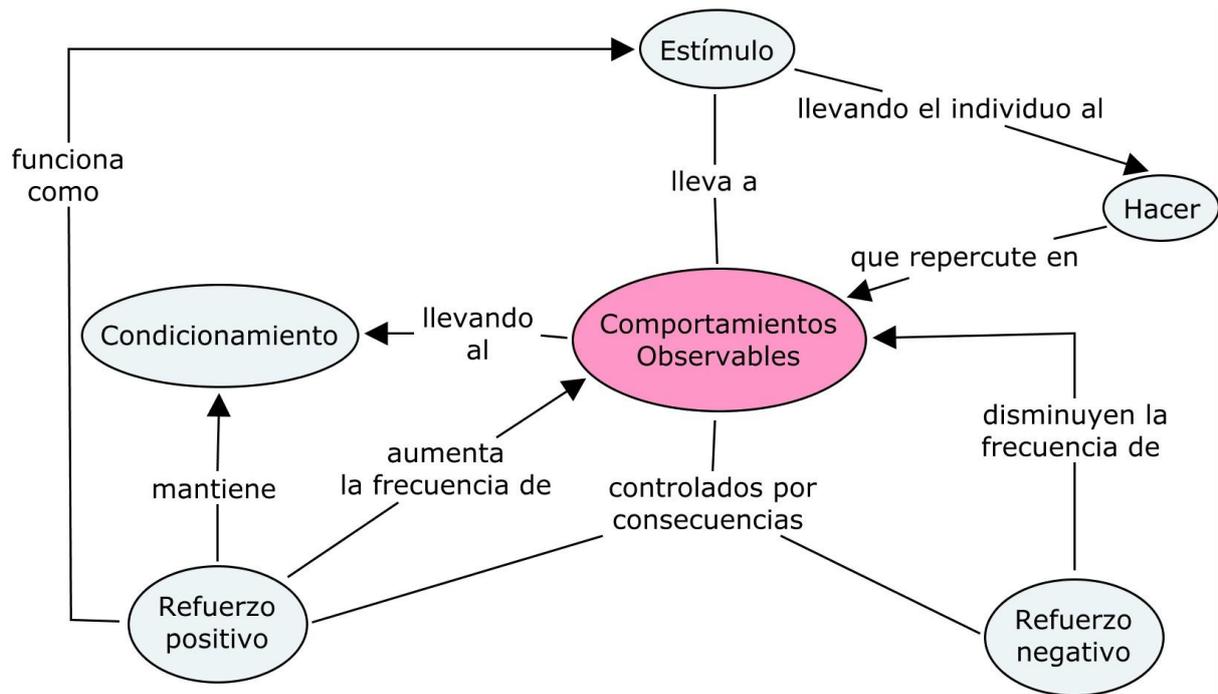


Figura 1 – Un mapa conceptual para el comportamentalismo.

Teorías comportamentalistas también son conocidas como conexionistas (teorías estímulo-respuesta), conductistas o behavioristas. Moreira (1999b) aclara que en estas teorías, las respuestas (o comportamientos) son provocadas por estímulos (o condiciones que llevan a los comportamientos), y que esas conexiones son variables intervinientes.

Gangoso (1999a y 1999b) comenta que la resolución de problemas en el marco comportamentalista tiene énfasis en la respuesta y en su mecanismo asociado, ya que el pensamiento está concebido en términos de estímulo-respuesta; por tanto, la solución de problemas consiste en intentar soluciones posibles hasta encontrar una que funcione.

Representante de esa corriente, Polya (1995) propuso, en la década de los 40, un método para auxiliar los alumnos a resolver problemas considerados difíciles, dividiéndolos en cuatro etapas:

- a) *Comprensión del problema*, identificando las incógnitas, los datos y la condicionante. Para Polya, es tontería intentar responder una pregunta no comprendida. Además, el alumno tiene que *querer* resolver el problema.
- b) *Establecimiento de un plan*, buscando una conexión entre los datos y la incógnita, tal vez considerando problemas auxiliares cuando no se consigue encontrar una conexión inmediata. El sujeto tiene un plan, por lo menos, cuando reconoce cuáles son las cuentas, cálculos o dibujos que debe hacer para hallar la incógnita.
- c) *Ejecución del plan*, verificando cada paso de la resolución.

- d) *Retrospecto*, verificando el resultado, observando si hay otro camino posible para llegar al resultado y analizando si el resultado o método puede ser utilizado en otro(s) problema(s).

La perspectiva comportamentalista aún perdura en los días de hoy en las clases, se refleja en la propuesta de ejercicios en que la dificultad básica no está en la transferencia de soluciones, sino en el reconocimiento del estímulo que, muchas veces, está relacionado a encontrar la ecuación matemática que debe ser utilizada (Gangoso, 1999a y 1999b). Además, hay que considerar la repercusión del comportamentalismo en la concepción en cuanto al papel de la resolución de problemas: cuantos más ejercicios refuercen la asociación correcta, mayor será la probabilidad de acierto.

En la enseñanza del deporte centrada en la técnica, esa concepción es interesante. Garganta (1998) define ese enfoque como un método que consiste preponderantemente en la práctica repetitiva de habilidades motoras fundamentales y especializadas fuera del contexto del juego. El juego es descompuesto en fundamentos técnicos, que son practicados de manera repetitiva, muchas veces hasta la saciedad, con el objetivo de refinar el gesto técnico. Aunque se reconozca la importancia de la práctica repetitiva de las habilidades motoras con el fin de conquistar la maestría del gesto técnico, el mismo autor pondera que ese método, cuanto se utiliza de forma aislada, lleva a los practicantes a la mecanización de sus acciones y a una comprensión deficiente del juego, ya que no promueve, por ejemplo el uso de la creatividad en el desarrollo de jugadas diferentes de las ensayadas. Valentini y Toigo (2005) refuerzan esa opinión añadiendo que la acción pedagógica es influenciada por momentos distintos de la filosofía e historia de la Educación Física.

2.4 La resolución de problemas y la escuela Gestalt

Para Escudero y Moreira (2004), contraponiéndose a la escuela behaviorista, la escuela Gestalt enfatiza el significado del todo, el cual no es posible de divisiones más simples, o sea, las unidades de análisis deben, por tanto, ser totalidades significativas. En esa perspectiva, la forma de resolver problemas difiere de la que propone Polya (1995), ya que la técnica de ese autor se fundamenta en la división de un problema complejo en unidades más simples. La Figura 2 es un mapa conceptual a partir del cual se presentarán algunas consideraciones sobre esa escuela.

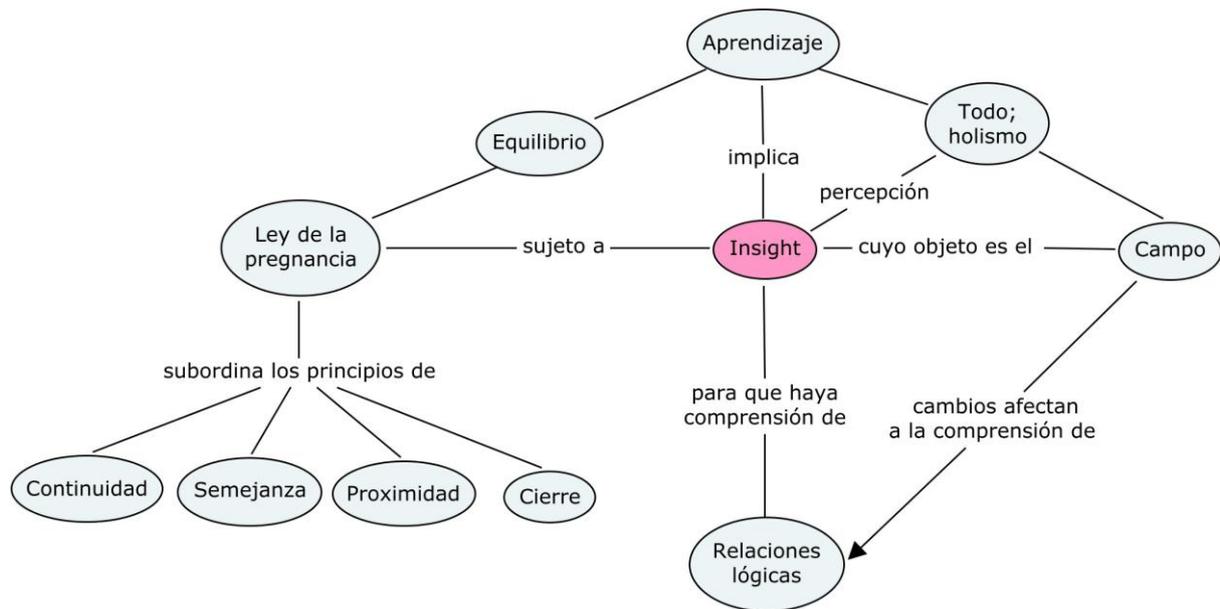


Figura 2 – Un mapa conceptual para la escuela Gestalt.

El concepto central de la teoría de la Gestalt es el de *insight*, que es definido por Lefrançois (apud Moreira, 1999b) como una súbita percepción de relaciones entre elementos de una situación problemática. El *insight* implica la percepción del *todo*, en una perspectiva *holística*, es decir, para que haya *aprendizaje* no se puede dividir la totalidad en unidades menores. Citando el caso de la enseñanza de la Educación Física escolar, el método de enseñanza de los deportes que contempla elementos de la Gestalt es el centrado en el juego, ya que el mismo no se descompone en fundamentos técnicos, o sea, éstos son practicados en el juego sin la preocupación con la práctica constante del gesto motor fuera del juego. Aunque Garganta (1998) considera ese método creativo, admite que puede llevar al individualismo y a la descoordinación de la acción colectiva.

Según Moreira (1999b), el objeto del *insight* era, originalmente, la idea de *campo*, tomada de la Física, que presupone un sistema dinámico interrelacionado, dando la idea de que “la persona existe en un campo de influencias, cualquier cambio en una de ellas afecta todas las demás” (ibid.). Así, cambios afectan a la comprensión de *relaciones lógicas*. El *aprendizaje* en un enfoque basado en la Gestalt presupone equilibrio y es regido por la *ley de la pregnancia* (en la que todo lo que se percibe tiende a asumir la mejor forma posible, dependiendo de algunas condiciones de contorno) a la cual se subordinan cuatro principios: el de la *continuidad* (fenómenos perceptuales tienden a ser percibidos como continuos), el de la *semejanza* (grupos semejantes tienden a formar grupos en la percepción), el de la *proximidad*

(grupos perceptuales tienden a ser favorecidos de acuerdo con la proximidad de las partes) y el del *cierre* (áreas cerradas forman figuras más fácilmente percibidas).

Para Perales Palacios (1993, p. 172), la principal contribución de la Gestalt fue el énfasis en la percepción del proceso, ya que en esta escuela la apropiada aprehensión de las partes del problema garantiza que “las fuerzas de organización” produzcan la solución. Escudero y Moreira (2004) enfatizan que la escuela de la Gestalt parece haber sido, en psicología, el primer intento de comprender la resolución de problemas. En la perspectiva de la Gestalt la resolución de problemas es un intento de relacionar un aspecto de una situación problemática con otro, intento que tiene como resultado una comprensión estructural, reorganizando los elementos de la situación problemática, de manera que resuelvan el problema (Mayer apud Gangoso, 1999a y 1999b).

Gangoso (1999a y 1999b) destaca que en la Gestalt surgieron los conceptos de *pensamiento reproductivo* (que consiste en la aplicación de destrezas o conocimientos adquiridos anteriormente) y *pensamiento productivo* (que requiere una reorganización en el sentido de crear soluciones a problemas nuevos).

En la línea de pensamiento de la Gestalt cabe destacar también la valoración de la experiencia previa, que puede generar efectos positivos o negativos. Escudero y Moreira (2004) aclaran que el fracaso en resolver problemas puede llevar a una rigidez funcional¹¹ que puede impedir la comprensión de problemas nuevos.

Tratándose de investigación en resolución de problemas, se destaca el desarrollo de la técnica del pensamiento en voz alta para recoger datos (Gangoso, 1999a y 1999b). En términos de descubrimientos importantes, Peduzzi (1997) cita resultados encontrados por Wallas (1926) intentando describir las etapas utilizadas por los sujetos investigados en el proceso de resoluciones de problemas:

- preparación (acumulación de la información);
- incubación (fijación del espacio del problema);
- iluminación (un darse cuenta) y
- verificación (descubrimiento de la solución).

En un estudio más reciente, Wong, Lawson y Keeves (2002) analizaron el desempeño de un grupo de estudiantes de matemáticas del noveno curso de la enseñanza primaria, en Australia, entrenados para usar un procedimiento de auto-explicación que consiste en la tarea

¹¹ La rigidez funcional puede ser entendida como, por ejemplo, la incapacidad de atribuirle a un instrumento utilidades diferentes de aquella para la cual fue originalmente concebido.

de pensar en voz alta, durante el estudio de un nuevo teorema en geometría, comparándolos a un grupo que utilizó procedimientos tradicionales e indicaron que el procedimiento de auto-explicación puede ser una técnica simple pero poderosa en la adquisición de conocimiento en función del resultado del post-test de desempeño realizado con los dos grupos. Los autores destacaron que hubo un efecto de adelanto en función del entrenamiento de auto-explicación, facilitando el proceso de resolución de problemas futuros para los alumnos del respectivo grupo. Según los autores, el análisis de los protocolos verbales sugiere que el conocimiento se muestra operativo, lo que se manifiesta por la activación y uso de la representación en la resolución de problemas.

Por fin, Gangoso (1999a y 1999b) llama la atención para el hecho de que la teoría de la Gestalt parece vaga y de difícil comprobación, dejando la cuestión central (que es cómo ayudar a los estudiantes a comprender de modo que se transformen en pensadores productivos capaces de transferir su experiencia a problemas nuevos) sin respuesta.

Algunos teóricos se opusieron a las ideas del comportamentalismo y de la Gestalt y empezaron a desarrollar teorías cognitivistas, las cuales serán brevemente presentadas a continuación.

2.5 La resolución de problemas y el cognitivismo

La tónica del cognitivismo es el acto de conocer, el cual no era objeto de estudio, ni de interés para los estudiosos del comportamentalismo y de la Gestalt. Moreira (1999b) hace un pequeño rescate del surgimiento de la filosofía cognitivista y cuenta que ésta surgió prácticamente en la misma época que el comportamentalismo en contraposición a esas ideas y, también al mentalismo.

La Figura 3 sirve como punto de partida para entender el cognitivismo.

La *cognición* (o el acto de conocer) se ocupa de *atribuir significado; representar; procesar; almacenar y utilizar la información* en la *estructura cognitiva* del sujeto a través de internalización de signos (según la teoría de Vygotsky); de la construcción de *esquemas de asimilación* (conforme la teoría de Piaget); de *modelos mentales* (de acuerdo a la teoría de Johnson-Laird); de *subsunoeres* (conforme la teoría de Ausubel), de *constructos personales* (conforme la teoría de Kelly) y de *invariantes operatorios* (según la teoría de Vergnaud). Moreira (1999b) también destaca que el cognitivismo trata de los procesos mentales y admite que la cognición se da por construcción, pues el ser humano tiene la capacidad creativa de

interpretar y representar el mundo, no solamente de responder a él. Sin embargo, ese mismo autor hace una salvedad: no se debe confundir *constructivismo* con *aprendizaje por descubrimiento*, ya que la construcción no es arbitraria ni implica, necesariamente, descubrimiento o manipulación.

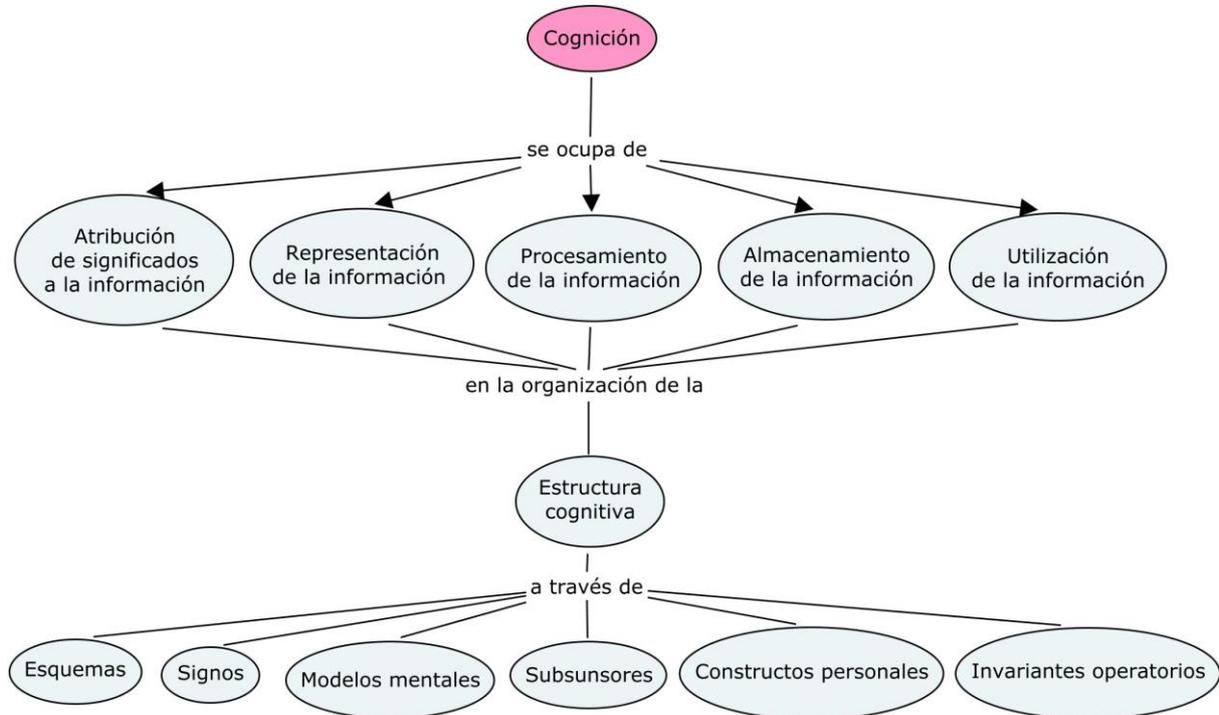


Figura 3 – Un mapa conceptual para el cognitivismo.

Vamos a abordar en ese texto, aunque superficialmente, algunos aspectos relacionados a la resolución de problemas dentro de algunos enfoques de la psicología cognitiva, empezando por la teoría del procesamiento de informaciones.

2.5.1 La resolución de problemas y la teoría del procesamiento de informaciones

Tratándose de resolución de problemas, Escudero y Moreira (2004) informan que en la perspectiva de la teoría del procesamiento de informaciones se realizaron varias subdivisiones, entre las cuales se destaca la teoría del espacio del problema, expertos y novatos, y la teoría ACT (*Adaptive Control of Thought*).

Al final de los años 50, Newell, Simon y colaboradores propusieron el uso de protocolos verbales y de modelos computacionales para modelar procesos cognitivos, proponiendo la teoría del espacio del problema que suministra la representación interna a ser utilizada por el solucionador que pretende resolver el problema. Por espacio del problema se

entienden los estados de conocimiento e informaciones disponibles sobre la situación problemática. En esa teoría, utilizar una representación que contenga distintas informaciones puede ser fundamental, o sea, al omitir una información importante en el estado inicial, el problema puede ser insoluble. Cabe destacar que la importancia de esa teoría reside en el éxito predictivo en problemas bien definidos (ibid.).

Las investigaciones en la línea de los expertos y novatos surgieron en la década de los 80 y tienen que ver con las diferencias en la resolución de problemas entre especialistas (habitualmente colegas de investigadores) y novatos (normalmente alumnos) (Gangoso, 1999a). La autora destaca que “la mayor parte de los trabajos en esa línea está orientada por dos ideas fundamentales: para resolver problemas con éxito es necesario tanto aprender conocimientos específicos como adquirir procedimientos generales que pueden aplicarse al conocimiento básico” (op.cit., p. 81). Escudero apud Escudero y Moreira (2004, p. 47) apunta un consenso en los resultados de esa línea de investigación en el sentido de que “el especialista articularía la cuestión conceptual con el procedimiento de resolución de problemas, mientras que el novato procuraría, de inmediato, buscar una regla que aplicada en la situación, resolvería el problema”.

La teoría ACT o teoría de la adquisición de habilidades, propuesta por Anderson, consiste en una teoría global de la memoria y aprendizaje basada en un sistema de producción instrumentalizado en una serie de simulaciones computacionales en constante desarrollo, con tres componentes principales de procesamiento: la memoria declarativa, la memoria procedimental y la memoria de trabajo (Escudero y Moreira, 2004). En términos de resultados de investigaciones en esa línea, Gangoso (1999a) destaca el análisis de los componentes básicos que implica la simulación computacional de la secuencia de pasos o movimientos que el sujeto debe realizar para resolver un problema, o sea: para resolver un problema saliendo de un estado inicial hasta un estado final, se aplican operadores que transforman el estado inicial en estados transitorios que llevan a un estado final.

Otra línea de investigación en modelos mentales compatible con la teoría del procesamiento de informaciones es la de los modelos mentales de Johnson-Laird. Este investigador elaboró una teoría general del raciocinio humano en la cual están ausentes las reglas de inferencia de las teorías racionalistas. *La resolución de tareas se basa en la construcción de modelos mentales dotados de recursividad* (op.cit., p. 21). Modelos mentales, según Costa y Moreira (2002, p. 62) son representaciones internas que las personas construyen inicialmente para dar cuenta de una nueva situación del mundo exterior. Moreira y Costa (1999) refuerzan que incluso para la construcción de un modelo conceptual es necesario

un modelo mental inicial, por lo tanto, para comprender un enunciado de un problema, es necesario construir primeramente un modelo mental de ese enunciado, aunque esa tarea no sea fácil, ya que los enunciados son construidos a través del discurso lingüístico, o sea, proposicionalmente.

Los autores ponderan, sin embargo, que las proposiciones están llenas de indeterminaciones y ambigüedades, y eso acaba dificultando el proceso de construcción de modelos mentales. Por esa razón, Johnson-Laird dedica especial atención al problema del significado del enunciado en la resolución de problemas (Gangoso, 1999a), investigado por Costa y Moreira (2002). En aquella ocasión, los autores verificaron, a través de un estudio conducido con alumnos de los cursos de Ingeniería y Física que diferencias aparentemente pequeñas en el enunciado de problemas relativos al tema “movimiento de un cuerpo rígido” pueden representar grandes dificultades para quien intenta solucionarlos y que éstas podrían ser minimizadas si los estudiantes construyesen modelos mentales de las situaciones problemáticas en lugar de intentar encontrar soluciones por semejanza.

Resultados semejantes fueron encontrados por los mismos autores en un estudio posterior en el cual se procuró identificar y analizar algunas dificultades concernientes a la interpretación de enunciados de problemas de Física de alumnos de Ingeniería y Física, durante 5 semestres, a través de una metodología cualitativa basada en declaraciones verbales y escritas durante las clases de resolución de problemas relativos al tema “cinemática de un punto material” y verificaron que tales dificultades constituyen la primera barrera para el éxito en la resolución de problemas. Observaron en los alumnos una tendencia a tratar los problemas como “rompecabezas” y concluyeron nuevamente que una forma de facilitar la representación mental del enunciado de un problema puede ser favorecido por la enseñanza explícita del modelado físico de las situaciones enfocadas en el enunciado (Costa y Moreira, 2002).

Magill (1984) comenta que los primeros teóricos del aprendizaje motor lo explicaban como una simple conexión entre estímulo y respuesta, pero que no todo podía ser explicado de manera tan simplista, de modo que, queriendo entender cómo aprenden los individuos, se formuló la teoría del procesamiento de informaciones, en la que se considera que entre el estímulo y la respuesta la persona está asimilando una variedad de informaciones e intentando hacerlas útiles. Ese autor admite que muchos fueron los modelos creados para describir el procesamiento de informaciones, los cuales se asemejan a los modelos de ordenador, que enfatizan tres componentes principales: la entrada, el procesamiento y la salida. También pueden formar parte de esos modelos algunos componentes específicos tales como:

- 1) los estímulos del ambiente (ya que en cualquier situación de aprendizaje existe una enormidad de estímulos ambientales en los cuales el individuo debe prestar atención antes de generar una respuesta);
- 2) los órganos de los sentidos y mecanismos de percepción (que interfieren en el sentir y en el percibir, así como en los mecanismos de atención);
- 3) un mecanismo central de procesamiento (que determina la relevancia de lo que fue sentido y percibido por los órganos de los sentidos y por los mecanismos de atención haciendo uso de la memoria para elaborar una estrategia de respuesta);
- 4) un mecanismo generador de respuestas (que organiza la respuesta después de que la estrategia apropiada haya sido escogida organizando sus componentes y enviándola a los músculos) y
- 5) un mecanismo de información o *feedback* (que informa sobre el resultado o el desempeño del individuo a partir de la respuesta).

Otero, Papini y Elichiribehety (1998) concuerdan en que el modelo mental es decisivo en el proceso de construcción de significados, así, quien resuelve problemas partiendo de un modelo mental correcto, tiene mejor comprensión de significados, pues se beneficia de una representación completa de la totalidad de las relaciones necesarias para encontrar la respuesta.

Aún no hay relatos sobre la construcción de modelos mentales por parte de los alumnos que aprenden Biomecánica en los cursos de Educación Física. Sin embargo, se entiende que la formulación de esos modelos podría ser de gran valía en la comprensión de los conceptos de esa área del conocimiento.

2.5.2 La resolución de problemas y la teoría de Piaget

Piaget es, probablemente, uno de los autores más conocidos en el campo del desarrollo humano, no solamente por su teoría general del desarrollo cognitivo, sino también por los cuatro estadios del desarrollo mental por él propuestos. Bee (1996) comenta que la suposición central de Piaget era que el niño es un participante activo en el desarrollo del conocimiento, construyendo su entendimiento, incluso creando la metáfora de que el niño sería un pequeño científico, involucrado en una exploración activa del mundo para buscar comprensión y sapiencia. Al buscar esa comprensión, el niño intenta adaptarse al mundo de formas cada vez más eficientes. La Figura 4 resume la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget.

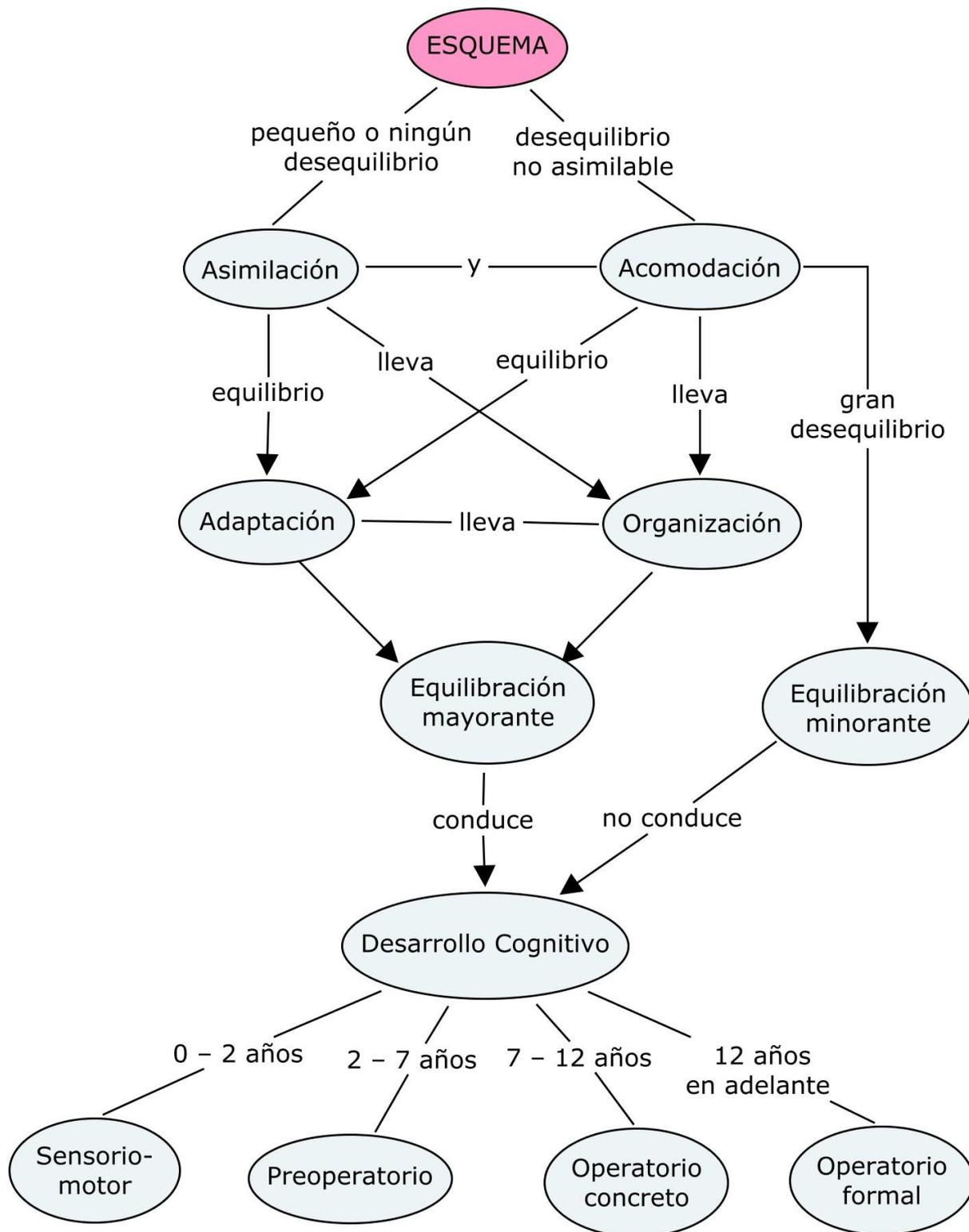


Figura 4 – Un mapa conceptual para la teoría de desarrollo cognitivo de Piaget.

Uno de los puntos importantes de la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget es el proceso de *adaptación*. En ese contexto, un concepto importante es el de *esquema*, que puede ser entendido como la acción de categorizar. De acuerdo con Bee (1996), para Piaget, los bebés empiezan la vida con un pequeño repertorio de esquemas sensoriales y motores

simples, tales como mirar, probar, oír y tocar¹². Cuando la situación es conocida o cuando hay un pequeño desequilibrio en el esquema ya existente en la estructura cognitiva de la persona, tiene lugar la *asimilación*, que se trata del proceso de absorber algún evento o experiencia en algún esquema, que consiste en un proceso activo, en primer lugar, porque hay selectividad en la información asimilada, en segundo lugar, porque cada evento o experiencia asimilada asume algunas características del esquema en el cual fue asimilada (ibid.).

Volviendo a observar la Figura 4, se observa que, también debido a un desequilibrio no asimilable en algún esquema de la persona, tiene lugar la *acomodación*, que es un proceso que implica un cambio en algún esquema existente o la construcción de un nuevo esquema como resultado de las nuevas informaciones no absorbidas por la asimilación (ibid.). A través de la acomodación, reorganizamos nuestras ideas, mejoramos nuestras habilidades y alteramos nuestras estrategias, llevando a la *adaptación* y a la *organización*. La adaptación resulta del equilibrio entre la asimilación y la acomodación. El resultado del equilibrio entre la asimilación, la acomodación y la adaptación es la organización. Ese proceso lleva a la *equilibración mayorante* (o reequilibrio), que conduce al *desarrollo cognitivo*, es decir, la mente se modifica. Moreira (1999b) destaca que la enseñanza debe activar ese mecanismo de manera compatible con el nivel de desarrollo mental del alumno.

En contrapartida, cuando hay un desequilibrio cognitivo muy grande, tal que no pueda ser acomodado, el individuo, desiste de aprender/entender el nuevo conocimiento, lo que hace que el *equilibrio sea minorante* y el individuo no se desarrolle cognitivamente.

En el caso específico del aprendizaje de la Biomecánica, se observan situaciones claras de equilibrio minorante, es decir, en la eminencia de resolver problemas que parecen de extrema complejidad para los alumnos, varios de ellos acaban desistiendo de encontrar una solución incluso antes de intentarlo. Moreira (1999b) afirma que el profesor no puede simplemente usar sus esquemas de asimilación e ignorar los del alumno, so pena de que no haya desarrollo cognitivo. Gangoso (1999a) refuerza que el aprendizaje surge solamente de los desequilibrios entre los procesos de acomodación y asimilación, para lo cual tomar conciencia del conflicto por parte del sujeto es condición necesaria y sumamente importante en la resolución de problemas.

¹² Gallahue y Ozmun (2001), sin embargo, no concuerdan con Piaget en la medida en que proponen que esos movimientos son reflexivos al nacer (por lo tanto, comandados por el área subcortical del cerebro, luego tienen lugar de manera involuntaria). Para esos autores, esos movimientos reflexivos forman la base para el movimiento voluntario posterior a medida que madura el córtex. Bee (1996) también entiende que Piaget subestimó bastante las habilidades cognitivas de los bebés.

Piaget no estaba particularmente preocupado con los procesos de enseñanza-aprendizaje, aunque su teoría haya contribuido mucho en ese sentido. Además, su teoría sufrió algunas críticas. Pozo (1994) apunta que existen evidencias empíricas contra la idea piagetiana del aprendizaje como similar al desarrollo y que, por otro lado, existen problemas teóricos en el modelo de aprendizaje por equilibración, que supuestamente debe explicar la aparición de estructuras generales de conocimiento que poseen un carácter necesario o universal.

Ese mismo autor cita Toulmin, que argumenta que existe cierto finalismo en las formulaciones piagetianas, según el cual, el desarrollo conduce, necesariamente, a la formación de ciertas estructuras lógicas, correspondientes al pensamiento formal. Además, parece contradictorio que cada persona construya individualmente su propio conocimiento y, que por fin, todas las personas acaben por construir el mismo conocimiento. Según Pozo (1994), otra cuestión relacionada a la teoría piagetiana se refiere a la interacción social. Para ese autor, el aprendizaje de conceptos está directamente relacionado a la interacción social y a la instrucción. En la medida en la que Piaget reducía el proceso de aprendizaje al desarrollo, o todos los aprendizajes a adquisiciones espontáneas y necesarias, estaría minimizando la importancia no solamente de los aprendizajes asociativos, sino también de los procesos de instrucción. Gangoso (1999a) llama la atención para la idea de que la lógica es el elemento crítico en la resolución de problemas que ha sido el punto clave de la teoría de Piaget, pero que existe un conjunto de datos cada vez mayor que muestra que las dificultades de los niños para resolver problemas tienen poco que ver con las destrezas lógicas, y que, incluso los adultos raramente raciocinan de forma abstracta y lógica.

2.5.3 La resolución de problemas y la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel

La idea más importante de la teoría de Ausubel, según destaca Moreira (1999a; 1999b; 2000; 2003; 2005) es descubrir lo que el aprendiz ya sabe, el profesor tiene que identificarlo y enseñar de acuerdo con eso. Moreira (2000) explica que para Ausubel, “lo que el aprendiz ya sabe” significa la estructura cognitiva del aprendiz como un todo; “identificarla” significa desvendar/mapear la estructura cognitiva pre-existente, lo cual es difícil de realizar a través de tests convencionales; y “enseñar de acuerdo con eso” significa basar el acto de instrucción en lo que el aprendiz ya sabe, identificando los conceptos organizadores básicos y utilizando recursos y principios que faciliten el aprendizaje de manera significativa.

La Figura 5 se propone a auxiliar en la comprensión de las relaciones entre los conceptos-clave de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel. Para este autor, el concepto más importante es el de *aprendizaje significativo*, que se define como un proceso a través del cual una información se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no literal), con un aspecto relevante de la *estructura cognitiva* del individuo (Moreira, 1999a; 1999b; 2000; 2003). Se contrapone al *aprendizaje mecánico* ya que éste último se caracteriza por un proceso en el que *nuevas informaciones* son aprendidas prácticamente sin interactuar con conceptos relevantes presentes en la estructura cognitiva del aprendiz, sin relacionarse a conceptos *subsuno*res específicos (Moreira, 1999a), o sea, con poca retención, sin el requisito de la comprensión, sin poder aplicar las informaciones a situaciones nuevas (Moreira, 2005).

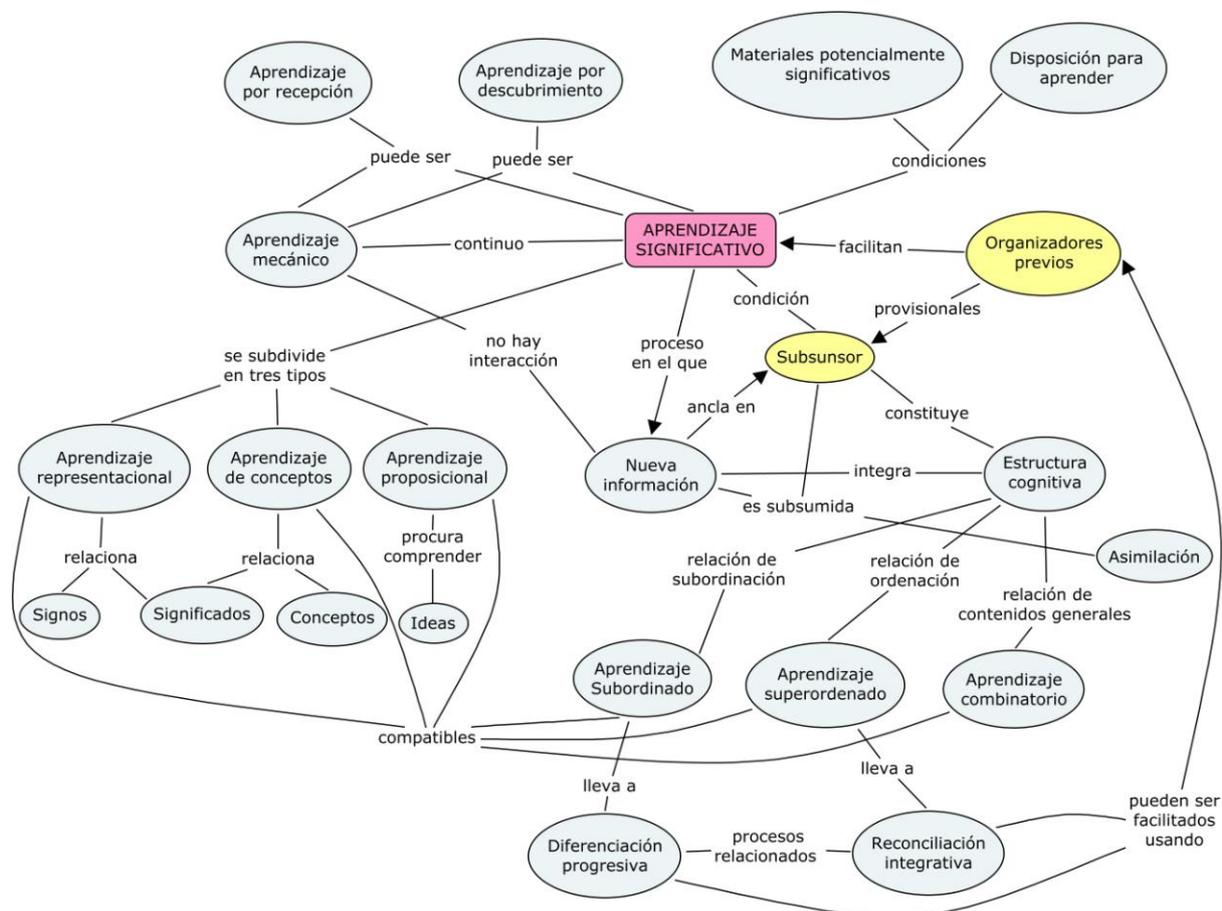


Figura 5 – Un mapa conceptual para el aprendizaje significativo.

Los subsunsores son conceptos, ideas, proposiciones ya existentes en la estructura cognitiva capaces de anclar nuevas informaciones de manera significativa en la estructura cognitiva del aprendiz (Moreira, 1999a; 2000), los cuales se constituyen en condición para que haya aprendizaje significativo. Sin embargo, no siempre existen subsunsores en la

estructura cognitiva del aprendiz, y, en ese caso, Ausubel recomienda el uso de *organizadores previos*, que se constituyen en materiales introductorios, presentados antes del material que ha de ser aprendido, pero en un nivel de abstracción más alto, más general e inclusivo que ese material (Moreira, 1999b; 2000).

Es común observar esas cuestiones análogas en la Educación Física escolar. El aprendizaje de las habilidades motoras fundamentales en los primeros años de la enseñanza primaria es premisa básica para el aprendizaje de los deportes oficiales, cuya iniciación forma parte del currículo de los años finales de la enseñanza primaria y tiene secuencia en la enseñanza secundaria, en la cual el alumno debería dominar los fundamentos técnicos de cada deporte. Sin embargo, se ha observado cierta desconsideración con la enseñanza de las habilidades motoras fundamentales, las cuales pueden ser consideradas como la base de la pirámide del desarrollo motor.

Ya que esas habilidades motoras fundamentales son precursoras de las habilidades motoras especializadas (cuyos fundamentos son específicos para cada deporte), si las mismas no se enseñan a los alumnos en el tiempo debido, difícilmente se podrá esperar un desempeño motor compatible con el esperado en la adolescencia y en la vida adulta. En la perspectiva del aprendizaje significativo de Ausubel, las habilidades motrices fundamentales servirían como subsunsores para las habilidades motoras especializadas. Es de poca utilidad enseñar un deporte oficial a alumnos que presenten un repertorio motor pobre. El juego simplemente no sale.

Aún pensando en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, ahora en lo que se refiere a la resolución de problemas de Biomecánica en Educación Física, es muy difícil que haya condiciones por parte de los alumnos de encontrar soluciones y, por consiguiente, de que haya aprendizaje sin que el profesor detecte cuáles subsunsores forman o no parte de la estructura cognitiva de los mismos. Es de conocimiento común que los alumnos llegan a la enseñanza superior (especialmente los que optaron por el curso de Educación Física) con deficiencias en los conocimientos básicos referentes a las áreas de Física y Matemática. Puesto que la asignatura de Biomecánica depende considerablemente de esos conocimientos, es de suma importancia que el profesor, antes de nada, detecte cuáles son los conocimientos que el alumno posee y cree condiciones para que adquiera subsunsores que sirvan como pre-requisitos para el aprendizaje de nuevos contenidos.

Otro punto importante destacado en la Figura 5 es que tanto el aprendizaje significativo como el mecánico pueden tener lugar tanto por *recepción* (cuando lo que debe ser aprendido es presentado ya en su forma final, o no tiene la forma de un problema

propuesto que el estudiante debe comprender y recordar), como por descubrimiento (en el cual el estudiante primero debe descubrir los contenidos generando proposiciones las cuales o representan soluciones a problemas propuestos o constituyen pasos sucesivos para su resolución) (Ausubel, 2002). Moreira (1999a) destaca que el aprendizaje por descubrimiento no es necesariamente significativo así como el aprendizaje por recepción no es obligatoriamente mecánico. Lo que determinará el tipo de aprendizaje (significativo o mecánico) será la forma como la nueva información será almacenada en la estructura cognitiva del alumno.

Gangoso (1999a) complementa que para Ausubel, la resolución de problemas es una forma de aprendizaje significativo por descubrimiento, pero que, al analizar el proceso hace dos distinciones: 1) la comprensión de las condiciones del problema y la asimilación de la solución son momentos de aprendizaje significativo por recepción y 2) la transformación y reintegración de los conocimientos existentes en la estructura cognitiva del alumno que serán adaptadas en la ejecución de la tarea. De esa manera, esa autora infiere que las variables que más influyen en la resolución de problemas son la disponibilidad de conceptos y principios en la estructura cognitiva pertinentes a las demandas del problema, así como, las características cognitivas y de personalidad de quien resuelve el problema.

Volviendo a las relaciones entre conceptos presentes en la Figura 5, se observa una relación entre *materiales potencialmente significativos* y *disposición para aprender* como condiciones para que haya aprendizaje significativo. Moreira (1999a; 1999b; 2000; 2003) aclara que un material potencialmente significativo es aquél que tiene significado lógico, o sea, es no arbitrario, no aleatorio, de modo que pueda ser relacionado, de forma sustantiva y no literal a ideas correspondientemente relevantes, que se sitúen dentro del dominio de la capacidad humana de aprender (y en cuya estructura cognitiva haya subsunsores específicos, con los cuales puedan relacionarse los materiales). Con relación a la otra condición para que haya aprendizaje significativo (disposición del alumno para aprender), el mismo autor refiere que independiente de lo significativo que sea el material, si la intención del sujeto es memorizarlo de forma arbitraria y literal, el producto final será el aprendizaje mecánico. Moreira (2005) destaca que en la perspectiva de Ausubel el alumno no es un receptor pasivo, al contrario, debe hacer uso de significados que ya internalizó para captar los significados de los materiales potencialmente significativos.

Otro concepto que aparece en la Figura 5 es el de *asimilación*. Diferente de la definición propuesta por Piaget, en la visión de Ausubel asimilación es el proceso que ocurre cuando una idea, concepto o proposición potencialmente significativo es asimilado bajo una

idea, concepto o proposición (un subsunor) ya existente en la estructura cognitiva del aprendiz, como una extensión del mismo (Moreira, 1999a; 1999b; 2000). De esa manera, no sólo es modificada la nueva información, sino que también lo es el subsunor; y ambos permanecen relacionados como copartícipes de una nueva unidad. Esa nueva unidad o producto interaccional puede sufrir modificaciones a lo largo del tiempo y, de esa manera, la asimilación es un proceso dinámico.

Hay que destacar también que en la visión de Ausubel, el proceso de asimilación no presupone sustitución, es decir, se presume que es un fenómeno progresivo (y probablemente lento) en el que tiene lugar una pérdida de la disociabilidad de nuevas informaciones aprendidas, y no, un cambio en el sentido de poner una cosa en el lugar de la otra.

En la Figura 5, también se observan relaciones entre la estructura cognitiva del alumno y el aprendizaje *subordinado* (que consiste en el proceso en el que la nueva información adquiere significado por medio de la interacción con subsunores, reflejando una relación de subordinación del nuevo material/información con relación a la estructura cognitiva preexistente), aprendizaje *superordenado* (el cual tiene lugar por medio del proceso de asimilación, es decir, a medida que tiene lugar el aprendizaje significativo, además de la elaboración de los conceptos subsunores, puede haber interacciones entre esos conceptos, originando otros más amplios) y aprendizaje *combinatorio* (que tiene lugar cuando la nueva información no puede ser asimilada por otras ya establecidas en la estructura cognitiva, ni es capaz de asimilarlas) (Moreira, 1999a; 1999b). El aprendizaje subordinado lleva al proceso conocido como *diferenciación progresiva* (proceso en el cual ideas, conceptos y proposiciones más generales e inclusivos del contenido de enseñanza deben ser presentados al principio de la instrucción y, progresivamente, diferenciados en términos de detalle y especificidad. La diferenciación progresiva es un proceso relacionado a otro que recibe el nombre de *reconciliación integrativa*, que consiste en explorar relaciones entre ideas, agrupando regularidades y diferencias, y que está íntimamente relacionado al aprendizaje superordenado. Cabe destacar que los procesos de diferenciación progresiva y reconciliación integrativa pueden ser facilitados cuando se hace uso de organizadores previos durante el proceso instruccional. Los aprendizajes subordinado, superordenado y combinatorio se compatibilizan con los aprendizajes del tipo *representacional, de conceptos y proposicional*. El primero se refiere a la atribución de significados a determinados símbolos (*signos*), el segundo trata de la atribución de *significados* a conceptos, y el tercero, trata de buscar la comprensión de *ideas*.

Gangoso (1999a) define qué es problema para Ausubel a partir de la crítica sobre problemas-tipo (los cuales dependen de la simple utilización de ecuaciones matemáticas para ser resueltos sin que los alumnos necesiten entenderlas). Problemas-tipo serían, entonces, comparados a “recetas culinarias”, que llevarían el alumno a un aprendizaje meramente mecánico. La autora aclara que para Ausubel, solamente habrá aprendizaje significativo en la medida en la que los problemas sean fundamentados en conceptos y principios claramente comprendidos, y que las operaciones constitutivas sean significativas por sí mismas. En el caso específico de los problemas de Biomecánica presentados en los libros de texto (como se podrá ver a lo largo de esa investigación), la gran mayoría puede ser clasificada como problemas-tipo.

Ausubel (apud Gangoso, 1999a) postula que existen diferencias individuales con relación al tipo de enfoque de los problemas: la resolución por ensayo-y-error (que consiste en la variación y correlación, aleatoria o sistemática, de respuestas hasta encontrar una solución) y la resolución por discernimiento (que supone una disposición para encontrar una relación significativa de medios y fines que fundamenten la solución). El enfoque utilizado dependerá del tipo de problema, de la edad, de la experiencia previa y de la inteligencia de la persona. El mismo autor apunta dos condiciones necesarias (aunque no suficientes) para resolver problemas. La primera es el aprendizaje significativo de conceptos, y la otra, la emisión de hipótesis con el objetivo de entender las relaciones que existen entre medios y fines del problema.

De esa forma, se puede inferir que para Ausubel, la estructura cognitiva desempeña un papel decisivo en la resolución de problemas, pues, en la medida en que los conocimientos están claros, discernibles y estables, la resolución de problemas es facilitada (Gangoso, 1999a).

2.5.4 *La resolución de problemas y la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud*

La Figura 6 sirve como punto de partida para introducir algunas informaciones sobre la teoría de los campos conceptuales. Para Vergnaud, la *conceptualización* es considerada la esencia del *desarrollo cognitivo*, el cual implica un vasto repertorio de *esquemas*, que ese autor define como la organización invariante del comportamiento para una determinada clase de situaciones (o donde se pueden investigar los conocimientos-en-acción del sujeto).

Uno de los conceptos-clave de la teoría de Vergnaud son los llamados *campos conceptuales*, definidos como un conjunto de situaciones cuyo dominio requiere, a su vez, el

dominio de varios conceptos de diversa naturaleza. Esos *conceptos* son definidos como un trío: las *situaciones* (o referentes que dan sentido al concepto); los *invariantes operatorios* (o significados, que están formados por objetos, propiedades o relaciones sobre en los cuales está la operacionalidad de los conceptos) y las *representaciones simbólicas* (o significante; formadas por el lenguaje natural, gráficos, diagramas, sentencias formales y otros, que son utilizados para indicar y representar invariantes y representar las situaciones y procedimientos para trabajar con ellos).

Los invariantes operatorios, a su vez, pueden ser *teoremas-en-acción* (proposiciones consideradas como verdaderas sobre lo que es real) y *conceptos-en-acción* (objetos, predicados o categorías de pensamientos considerados pertinentes, importantes).

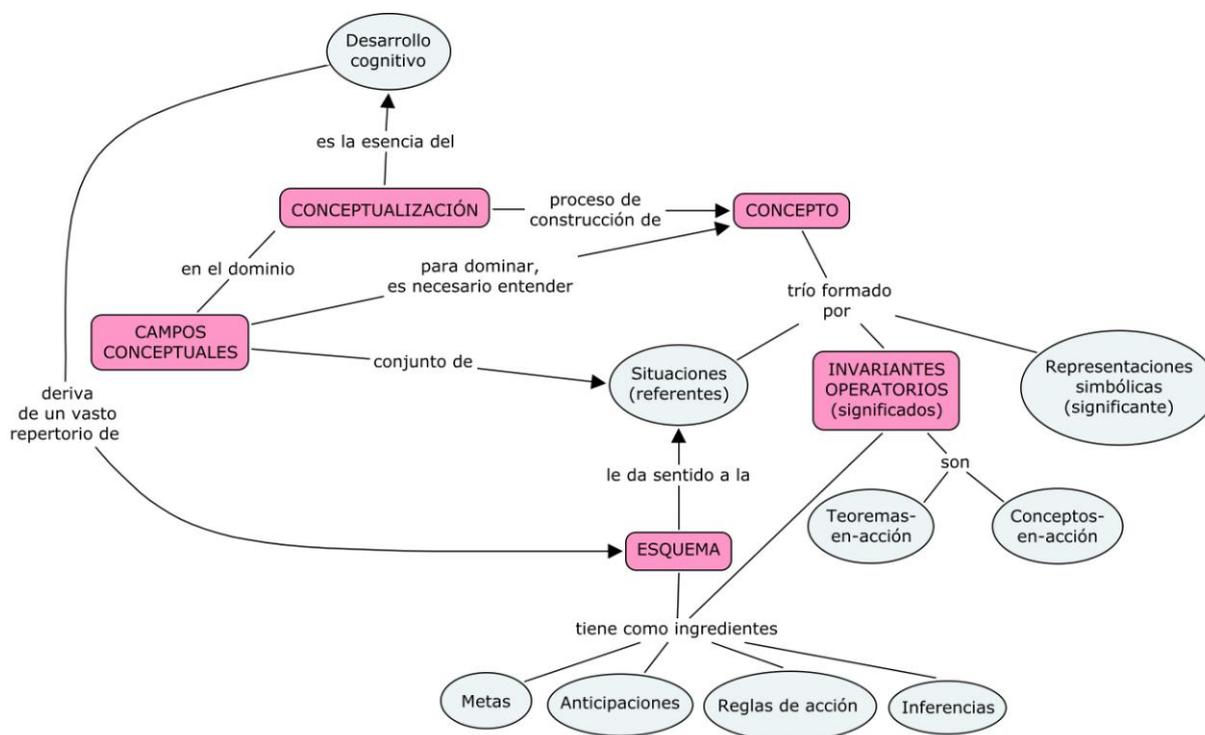


Figura 6 – Un mapa conceptual para la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud.

Los invariantes operatorios también son ingredientes de los *esquemas* (que son organizaciones invariantes del comportamiento para una clase de situaciones), así como también lo son las *metas*, las *anticipaciones*, las *reglas de acción* y las *inferencias*. Moreira (2004) y Moreira y Greca (2004) aclaran que, a través de metas y anticipaciones, los esquemas se dirigen a una clase de situaciones para descubrir una finalidad de su actividad y submetas, o para hacer previsiones sobre determinados efectos o eventos. Reglas de acción del tipo “si ... entonces” son reglas de colecta de informaciones y control de los resultados de

acción. Invariantes operatorios son los conocimientos constituyentes de las bases contenidos en los esquemas, que permiten obtener la información pertinente y de ella inferir la meta a conquistar y las reglas de acción apropiadas.

Resumidamente, la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud valora el sujeto-en-situación. Para ese autor, el proceso de conceptualización tiene lugar a través del creciente dominio del campo conceptual que es un proceso lento y gradual con rupturas y continuidades. Ese proceso es bastante observado en la enseñanza de la Biomecánica, sin embargo, no se ha encontrado ningún estudio en este sentido hasta el presente momento. Moreira (2004) y Moreira y Greca (2004) destacan que Vergnaud entiende el alumno como un sistema dinámico, con mecanismos regulatorios capaces de asegurar su proceso cognitivo. En la perspectiva de enseñanza/aprendizaje, Vergnaud entiende el profesor como mediador, cuya tarea es auxiliar a los alumnos a desarrollar su propio conjunto de esquemas y representaciones, haciéndolos capaces de enfrentar situaciones cada vez más complejas, en la medida en la que aparecen nuevos invariantes operatorios. Esa mediación se da propiciando situaciones de aprendizaje fructíferas para los estudiantes por medio de situaciones cuidadosamente escogidas, ordenadas, diversificadas, presentadas en el momento cierto y dentro de la zona de desarrollo proximal de los alumnos¹³ (op.cit.).

Sousa y Fávero (2004) realizaron un trabajo de investigación en resolución de problemas que privilegiase los cambios verbales entre un especialista y novatos en situación de interacción social usando como referencial teórico la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud. Las autoras sometieron dos alumnos del curso preparatorio para la Selectividad a cinco sesiones individuales de resolución de problemas que se desarrollaron alrededor de conceptos de Electricidad. Los resultados del análisis manifestaron a) que uno de los alumnos poseía más esquemas que el otro dentro del campo conceptual de la Electricidad; b) que el papel del especialista en la interacción con el sujeto es muy importante; c) que el dominio del especialista con relación a los campos conceptuales abordados es imprescindible en la situación de interlocución establecida en las sesiones de interacción y d) que la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud se mostró adecuada para referenciar investigaciones sobre la resolución de problemas en Física¹⁴. Aún, concluyeron que en la perspectiva de los campos conceptuales de Vergnaud, el aprendizaje significativo de un campo conceptual es progresivo

¹³ Se debe ponderar que, aunque la resolución de problemas o situaciones sea esencial para la conceptualización, Vergnaud considera que un problema no es un problema para un individuo a menos que tenga los conceptos necesarios para considerarlo un problema para sí mismo (Greca y Moreira, 2003).

¹⁴ Se considera que lo mismo vale para la resolución de problemas en Biomecánica, o incluso, para cualquier área del conocimiento.

y demanda tiempo, pudiendo llevar varios años para ser efectuado, de manera que es natural que el alumno presente muchas dificultades iniciales en el tratamiento con ciertos campos conceptuales. De esa manera, es tarea del profesor ayudarlo, a través de la mediación del conocimiento, a superar dificultades (op. cit.).

2.6 Tipos de investigación en resolución de problemas

A continuación se presenta una breve revisión sobre los tipos de investigación más frecuentes en resolución de problemas, a saber: *diferencias entre novatos y especialistas; metodologías didácticas; factores que influyen en la resolución de problemas en las clases y estrategias para facilitar la resolución de problemas*. Esa revisión fue realizada basándose en la lectura de artículos de los periódicos nacionales e internacionales arbitrados que están resumidos en una tabla (Anexo 1).

2.6.1 Diferencias entre novatos y especialistas

En esa perspectiva de investigación se desarrollan trabajos que relacionan o diferencian la tarea de resolución de problemas cuando es realizada por novatos o por especialistas. Moreira y Costa (1999) consideran novato el alumno y especialista un profesor con experiencia o un verdadero especialista en el asunto.

Leonard, Gerace y Dufresne (2002) y Bransford et al. (apud Coleoni, Gangoso y Hamity, 2007) asumen que los sujetos expertos son capaces de notar parámetros que pasan desapercibidos por los novatos; poseen conocimiento disciplinar expresivo y organizado; no razonan de forma aislada (es decir, no dividen el conocimiento en “compartimientos”); son capaces de rescatar algún conocimiento para atender la demanda del problema y conocen profundamente la disciplina aun cuando no sea profesor. Coleoni, Gangoso y Hamity (2007) añaden que los especialistas consiguen hacer una representación de las situaciones de forma abstracta y utilizan el raciocinio del tipo “para adelante”. Además, los especialistas también dominan el manejo procedimental. Por otro lado, los novatos presentan un conocimiento más fragmentado, desvinculado entre sí y se fijan en características más superficiales al intentar resolver el problema. Al contrario de los especialistas, los novatos no abstraen, recurren más frecuentemente al uso de fórmulas y utilizan raciocinio del tipo “hacia atrás”. Cabe destacar que incluso delimitando las diferencias entre novatos y especialistas, es difícil caracterizar los individuos *a priori* según esos criterios (ibid.).

Costa y Moreira (1996) realizaron una extensa revisión de la literatura en resolución de problemas consultando los principales periódicos internacionales en enseñanza de las ciencias abarcando toda la década de 80 y mediados de los años 90, de los cuales, 31 artículos trataban de diferencias entre novatos y especialistas. Esos autores identificaron varias regularidades en esos artículos:

- la mayor parte de los estudios tuvieron como base la teoría del procesamiento de información;
- la técnica de recogida de datos más frecuentemente utilizada fue la de los protocolos verbales;
- la adquisición de habilidades en resolución de problemas puede ser entendida por el modelo de Sistemas de Producción. Estos sistemas, implementados computacionalmente, aprenden por enriquecimiento de principios abstractos mientras trabajan en una sucesión de problemas;
- las respuestas de novatos y especialistas en la resolución de problemas fueron diferentes en cuanto a la forma en que los conceptos y principios son almacenados y recuperados en la memoria de largo-plazo, así como en cuanto a la cantidad de estrategias utilizables por los sujetos en función de su conocimiento y experiencia (práctica). De esa manera, se sobreentiende la importancia del contenido y del contexto en la ejecución de la tarea de resolución de problemas.

La actualización de esa revisión hasta 2004 (Costa y Moreira, 2005) mostró que hubo sensible disminución en el número de investigaciones en esa área.

En el presente trabajo se seleccionaron tres artículos, procedentes de Argentina, Brasil e Israel (Coleoni, Gangoso y Hamity, 2007; Costa y Moreira, 1996; Gorodetsky y Klavir, 2003). Dos de ellos son del área de la Física y uno de ellos no explicita el área. Uno de los trabajos es una revisión de la literatura sobre investigación en resolución de problemas por novatos y especialistas. En los otros dos trabajos, la metodología de investigación utilizada fue el análisis de tests escritos y cuestionarios.

Los tres trabajos evidenciaron la existencia de distinciones en los subprocesos de alumnos novatos y expertos. Los resultados no apuntaron diferencias con relación a las regularidades sugeridas por Costa y Moreira (1996).

2.6.2 Metodologías didácticas

Moreira y Costa (1999) relatan que en esa área de investigación se contempla un consenso en el sentido de que la acción docente en resolución de problemas debe ser repensada con la finalidad de proporcionar una mayor adhesión del alumno, desde la proposición del problema hasta su solución, poniendo el énfasis en los procesos que estimulan el uso del conocimiento conceptual y procedimental.

Costa y Moreira (1997a), en un extenso trabajo de revisión de literatura, detectaron 37 artículos sobre metodologías didácticas, también revisaron periódicos internacionales, y encontraron las siguientes regularidades:

- hay una tendencia a enfatizar modelos constructivistas de aprendizaje, abarcando la construcción específica del conocimiento científico a través de la resolución de problemas; la teoría de Piaget; la teoría del procesamiento de información y la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel-Novak;
- del total de los trabajos analizados, 9 presentan una metodología en resolución de problemas basada en una actividad de investigación científica, donde los alumnos, orientados por el profesor, son llevados a analizar cualitativamente una situación problemática, proponiendo hipótesis que permitan utilizar diferentes estrategias de solución; durante la ejecución de la tarea, los alumnos son incentivados a verbalizar lo máximo posible; el análisis de los resultados y proyección de perspectivas futuras y diversificadas de los problemas constituyen el final de la tarea;
- se destacaron como "nuevas" metodologías las que utilizan: el análisis de protocolos verbales; la comparación entre novatos y especialistas, resultando en representaciones del conocimiento como sistemas de producción y/o árboles jerárquicos; en un nivel de análisis detallado de la solución de problemas individuales, confirmando la tendencia de las metodologías condicionadas al contenido de las tareas para las cuales se aplican y desmitificando el uso de metodologías generales en la resolución de problemas;
- en el combate a las concepciones intuitivas se recomienda más tiempo que el que generalmente se dedica para trabajar estos conceptos y un enfoque más profundo que al mismo tiempo promueva retomar frecuentemente los mismos, en el sentido de realimentarlos y reevaluarlos;

- se deben enfatizar procesos en resolución de problemas que caractericen el descubrimiento científico en un único dominio.

Los mismos autores, en 2005, actualizaron la revisión sobre el asunto añadiendo 66 trabajos, de los cuales emergieron las siguientes regularidades:

- propuesta de modelado, o sea, descripción representacional para proveer una resolución de problemas combinada con la comprensión conceptual y procedimental y utilización de estrategias metacognitivas;
- propuesta de metodologías basadas en la resolución de problemas, o “*Problem Based Learning*” (PBL);
- evaluación en la enseñanza de resolución de problemas y
- propuesta de actividades específicas de la resolución de problemas, con formatos diferenciados, soluciones diferentes para un mismo problema, clasificaciones de problemas “reales” y problemas desafiantes.

Se puede decir que esas regularidades corroboran los hallazgos de la revisión hecha para esta investigación, para la cual fueron analizados 28 artículos, que fueron identificados como trabajos sobre metodologías didácticas en la resolución de problemas. De esos 17,9% se configuraron como trabajos de revisión (n = 5). El resto de los trabajos (82,1%) tuvo como destinatarios alumnos de la educación primaria (4,3%; n = 1); alumnos de educación secundaria (30,4%; n = 7); alumnos de educación secundaria y educación superior (4,3%; n = 1); alumnos de curso preparatorio de Selectividad (4,3%; n = 1); alumnos de educación superior (43,5%; n = 10); alumnos de posgrado *lato sensu* (4,3%; n = 1) y profesores (8,7%; n = 2).

La procedencia de los artículos se encuentra en la Tabla 1.

Tabla 1 – Procedencia de los artículos sobre metodologías didácticas en resolución de problemas (n = 28).

LOCAL DE ORIGEN	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Alemania	1
Argentina	1
Bélgica	3
Brasil	4
España	6
Estados Unidos	6
Grecia	1

Líbano	1
Portugal	1
Reino Unido	3
Singapur	1

Los datos sobre el área de conocimiento en cuestión están relacionados en la Tabla 2.

Tabla 2 – Área de conocimiento abordada en los artículos sobre metodologías didácticas en la resolución de problemas (n = 27).

ÁREA DE CONOCIMIENTO	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Administración	1
Biología	1
Biomecánica	3
Ciencias	2
Ciencias de la Computación	1
Física	11
Física y Química	1
Fisiología del Ejercicio	1
Matemáticas	1
No cita área específica	2
Química	3

No siempre fue posible identificar una teoría específica que orientase los trabajos revisados, sin embargo, fue posible destacar algunos preceptos teóricos que sirvieron de fundamentación para los estudios. La Tabla 3 ilustra esas categorías.

Tabla 3 – Bases teóricas que fundamentaron los artículos sobre metodologías didácticas en resolución de problemas (n = 28).

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Constructivismo	3
Constructivismo Post-Piagetiano	1
Enseñanza de Problemas Basado en Investigación	3
Epistemología de Popper y Kuhn	1
Literatura sobre Concepciones Espontáneas	1
Literatura sobre Metacognición	1
Literatura sobre Resolución de Problemas	4
<i>Problem Based Learning</i>	9
Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel	1
Teoría del Procesamiento de la Información	2
Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud	2

La metodología utilizada en un 50% de los estudios (n = 14) fue la cualitativa; mientras que 34,9% (n = 8) de los estudios fueron realizados en el paradigma cuantitativo

(incluyendo 3 trabajos de revisión del tipo meta-análisis) y 14,2% (n = 4) eran propuestas didácticas.

Un expresivo número de artículos (n = 9) propone el uso de la metodología basada en resolución de problemas (*Problem Based Learning*). Estudios en esa línea apuntan efectos positivos en lo que se refiere a los resultados de adhesión y motivación por parte de los alumnos (Roselli y Brophy, 2001, 2006; Dochy, Segers, Van Den Bossche y Gijbels, 2003; Capon y Kuhn, 2004; Chin y Chia, 2004; Dunkan y Al-Nakeeb, 2006 y Dunkan, Lyons y Al-Nakeeb, 2007). Todos los artículos sobre metodología didáctica en resolución de problemas en Biomecánica (n = 3) sugieren el uso del método *Problem Based Learning* para enseñar los contenidos de la disciplina a los alumnos, con relatos de éxito.

Cuatro artículos describen metodologías didácticas para mejorar la enseñanza a través de la resolución de problemas (Gil Pérez, Martínez Torregrosa y Senent Pérez, 1988; Pomés Ruiz, 1991; Gil Pérez, Torregrosa, Ramírez, Carré, Gofard y Carvalho, 1992 y Lopes y Costa, 1996). Todos los autores argumentaron fuertemente a favor de una profunda reformulación en la formación docente, con el fin de mejorar el aprendizaje de los alumnos a través de la resolución de problemas.

A modo de conclusión, después de la revisión de los 28 artículos citados en el Anexo 1, además de verificar regularidades semejantes a las ya presentadas por Costa y Moreira (2005), se percibe un fuerte llamamiento a los profesores en el sentido de escoger de modo responsable las situaciones-problema, así como el(los) método(s) que culminarán en una enseñanza de calidad para los alumnos, es decir, que los lleve a aprender de manera significativa los conceptos inherentes a los contenidos de las diferentes áreas, así como los procesos necesarios para resolver problemas.

2.6.3 Factores que influyen en la resolución de problemas en las clases

En la revisión realizada por Costa y Moreira (1997b) se identificaron 57 artículos en la perspectiva de los factores que influyen en la resolución de problemas en las clases. Los referidos artículos comprendieron el período de la década de 80 y parte de los años 90. Los autores observaron que el marco teórico de las investigaciones revisadas fue la teoría del procesamiento de información, la teoría de Piaget (incluyendo neo y post-piagetianos) y las teorías de aprendizaje de Ausubel-Novak y Novak-Gowin, Gagné y otras.

A partir de la revisión de la literatura, los autores ya referidos identificaron los siguientes factores que influyeron en la resolución de problemas en las clases:

- *“dificultades en interpretar el problema (1° estadio): conocimiento semántico y específico del enunciado; las formas de presentar o formular el problema - uso de diagramas o dibujos o, simplemente, lenguaje verbal; número de variables o informaciones que puedan comprometer la memoria de trabajo; representaciones confusas basadas en analogías o comparaciones equivocadas;*
- *dificultades en utilizar conceptos-clave y articular instrumentos de resolución, relacionados con una enseñanza disociada de la práctica de promover el conocimiento conceptual junto con el procedimental; el nivel de explicación de la mayoría de los libros utilizados en clase no contribuye para esto, además de exigir, en sus textos, niveles de raciocinio superiores a los presentados por los alumnos; por otro lado, algunos contenidos se muestran excepcionalmente difíciles para estudiantes de escuelas secundarias (...);*
- *la organización del conocimiento en la memoria de largo plazo, de forma jerárquica, facilita su uso cuando es requerido, y responde de los errores y fracasos, en caso contrario; lo que se observa en las investigaciones es que el uso de mapas conceptuales (y diagramas Uve), sumarios, síntesis, la práctica de categorizar problemas, las orientaciones estructuradas durante el proceso, la descripción de la ordenación de pasos específicos para ejecutar la tarea, relacionados con el conocimiento conceptual, son estrategias que parecen favorecer la organización del conocimiento que será necesario para desarrollar la tarea efectivamente;*
- *la tendencia de aplicación de "fórmulas" a un problema parece estar relacionada con el procesamiento de mayores "chunks" de informaciones, en un cierto tiempo (Larkin apud Costa y Moreira 1997 b); por otro lado, resolver problemas implica capacidades cognitivas que extrapolan la simple aplicación de fórmulas; en algunos trabajos se detectó que resolver "correctamente" un problema, utilizando algoritmos, no significa necesariamente entenderlos o conocer el contenido (principios) que representan; por eso, se recomienda que, en la resolución de problemas, el alumno sea expuesto a estrategias que impliquen reflexión sobre sus procedimientos de acción basados en su conocimiento conceptual, permitiendo la adhesión del alumno y la aptitud para ver el problema de una forma holística – factor más fuerte que afecta esta actividad;*

- *como en las tablas anteriores, la metodología de investigación más utilizada fue el análisis de protocolos verbales; otras consistieron en cuestionamiento socrático de exámenes escritos, comparación de desempeños de novatos y especialistas y asociación de palabras (op. cit.).*

En la citada actualización de su revisión de la literatura, Costa y Moreira (2005) actualizaron la revisión sobre ese tema, añadiendo 83 artículos que comprendieron el período de 1995 a 2004. Los autores agruparon las regularidades de los estudios en cuatro grandes grupos. El primero reflejó el estatus de la tarea a partir del punto de vista de quien lo realiza, el segundo apuntó la necesidad de cambios didácticos por parte de los profesores, el tercero presentó los factores propiamente dichos que representan obstáculos para la resolución de problemas y el cuarto trató de los problemas propuestos, de las dificultades investigadas y sugerencias de mejoras en su presentación.

Para esta investigación, fueron analizados 25 artículos identificados como trabajos sobre factores que influyen en la resolución de problemas en clase (Anexo 1). De éstos, 20% (n = 5) se configuraron como trabajos de revisión. El resto, (n = 20), tuvo como destinatarios alumnos de la enseñanza primaria (4%; n = 1); alumnos de la enseñanza secundaria (44%; n = 11); alumnos de la enseñanza superior (48%; n = 12) y profesores de la educación básica (4%; n = 1).

La procedencia de los artículos consta en la Tabla 4 y el área de conocimiento, en la Tabla 5.

Tabla 4 – Procedencia y número de artículos sobre los factores que afectan la resolución de problemas (n = 25).

LOCAL DE ORIGEN	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Argentina	6
Brasil	5
Chile	1
España	8
Estados Unidos	2
Holanda	1
Reino Unido	1
Taiwán	1

Tabla 5 – Área de conocimiento abordada en los artículos sobre factores que afectan a la resolución de problemas (n = 25).

ÁREA DE CONOCIMIENTO	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Ciencias	3
Ciencias y Matemáticas	1
Física	13
Física y Matemáticas	1
Física y Química	5
Matemáticas	1
Química	1

La Tabla 6 muestra las bases teóricas que fundamentan los artículos revisados.

Tabla 6 – Bases teóricas que fundamentan los artículos sobre factores que afectan a la resolución de problemas (n = 25).

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Constructivismo Neo y Post-Piagetiano	3
Literatura sobre Conocimiento Intuitivo	1
Literatura sobre Resolución de Problemas	4
Modelo de problema de Nathan, Kintsch y Young	1
No cita/no explícita	4
Parámetros Curriculares Nacionales	1
Perspectiva Distribuida de la Cognición de Zhang y Norman	1
Psicología Cognitiva	3
Teoría del Procesamiento de la Información	2
Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud	1
Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud y Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird	2
Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird	2

De los 25 artículos revisados, 68% (n = 17) analizaron sus datos a través de la metodología cualitativa, 20% (n = 5) a través de la metodología cuantitativa, 8% (n = 2) utilizaron las dos metodologías y en un artículo no fue explicitada la forma a través de la cual los autores llegaron a los resultados descritos.

En términos del estatus de la tarea por parte de quien la realiza:

- habiendo fórmulas para todo, los alumnos prefieren usarlas a deducirlas de otras (Escudero y Flores, 1996);
- los alumnos atribuyen mayor dificultad a los procedimientos de resolución de problemas y a la incomprensión de los enunciados (Oñorbe de Torre y Sánchez Jiménez, 1996a y 1996b);

- los alumnos admiten falta de trabajo e interés, al mismo tiempo que se quejan de una enseñanza recibida con excesiva complejidad de problemas (Oñorbe De Torre y Sánchez Jiménez, 1996a y 1996b; Costa y Moreira, 1997b).

Otro conjunto de trabajos se refiere a la necesidad de cambios pedagógicos y metodológicos por parte del profesor al sugerir actividades de resolución de problemas:

- si hay intención de trabajar la resolución de problemas, los profesores deben cambiar los actuales planes de formación superior o modificar la formación en la enseñanza secundaria con el fin de preparar los alumnos con una base sólida para que enfrenten la enseñanza superior (Braga, 1987);
- cabe a los profesores reconocer y reaccionar a las causas de las dificultades de aprendizaje (Kempa, 1991) y planificar su acción pedagógica de modo comprometido con la formación científica de los alumnos (Escudero y Flores, 1996). Es un desafío para los profesores encontrar una forma de enseñar los alumnos a que no caigan en un entendimiento tan simplista del mundo y a que adquieran modelos teóricos para entenderlo (Inoue, 2005).

Con relación a los factores propiamente dichos que representan obstáculos para la resolución exitosa de la tarea, se observó que:

- es importante que el alumno genere representaciones mentales adecuadas (Buteler y Gangoso, 2001; Coleoni, Otero, Gangoso y Hamity, 2001; Costa y Moreira, 2002 y Escudero y Jaime, 2007), o sea, la falta de representaciones perjudica la tarea de resolver problemas;
- las dificultades que los alumnos tienen de articular estrategias de resolución no son generalmente sanadas por libros de texto (Costa y Moreira, 1997b), aunque se considere importante instrumental de apoyo al profesor siempre que no sea utilizado como transmisor de la verdad absoluta (Pimentel, 1998). Soláz-Portolés y Sanjosé-López (2007) sugieren que se introduzcan en los textos científicos variables textuales (explicaciones entre ideas sucesivas, simplicidad léxica y sintáctica, analogías con referentes claros e ilustraciones interconectadas con el texto) con el fin de favorecer la elaboración de modelos mentales por parte de los sujetos;
- el conocimiento previo del resultado del problema que se va a resolver parece condicionar los alumnos a falsear los procedimientos para forzar la respuesta (Perales Palacios, Cervantes y Madrid, 1984). Por otro lado, la presencia de datos

en el problema favorece el apareamiento de representaciones más completas (Buteler, Gangoso, Brincones Calvo y González Martínez, 2001);

- el conocimiento intuitivo puede promover un contexto de interpretación y puede cambiar durante la resolución de problemas porque es activo (Sherin, 2006). Existen conceptos intuitivos sobre la tercera ley de Newton, por tanto, se destaca la necesidad de usar estrategias de cambio conceptual para que los conceptos cambien de espontáneos para científicos (Talim, 1999). Soláz-Portoléz y Sanjosé-Lopez (2007) argumentan que cuanto más difícil es el problema y menor es el conocimiento previo de los sujetos, mayor será la influencia de la variable instruccional. La interacción entre el enunciado y el conocimiento previo es fuente frecuente de tensiones (Escudero y Moreira, 2002).

Por último, se reunieron, a partir de las dificultades detectadas, algunas alternativas para mejorar la actividad de resolver problemas:

- existe un fuerte indicativo de que los problemas del día a día (o problemas del mundo real) tienen representaciones más exitosas (Buteler, Gangoso, Brincones Calvo y González Martínez, 2001) ya que pueden ser usados como herramienta para enseñar a que los alumnos distingan la coherencia de las hipótesis usadas en diferentes enfoques (Inoue, 2005);
- el delineamiento y selección de situaciones variadas en clase le facilita al estudiante oportunidades para que utilicen conceptos y relaciones que permitan predecir el comportamiento de un sistema físico (Escudero y Moreira, 2002);
- la adecuada resolución de problemas depende de un apropiado conocimiento conceptual y el conocimiento previo no interviene en esa relación ya que sólo facilita la resolución de problemas algorítmicos (Solaz-Portolez, Sanjosé-López y Vidal-Abarca, 1995). Los alumnos tienen mejor desempeño en problemas conceptuales si tienen mejor entendimiento de modelos epistemológicos contemporáneos (Lin, Chiu y Chou, 2004);
- Greca y Moreira (2003) mantienen que la resolución de problemas de papel y lápiz (problemas de final de capítulo o ejemplares) normalmente llevan a un aprendizaje mecánico, pero creen que los problemas abiertos no necesariamente llevan a la conceptualización.

Para concluir, mirando atentamente para los datos expuestos en la Tabla 5, se observa la ausencia de estudios sobre factores que afectan la resolución de problemas en Biomecánica,

objeto de interés de esta investigación. Es de esperar que las dificultades de los alumnos en ese campo del conocimiento sean semejantes a las encontradas en los artículos revisados, sin embargo, esa afirmación es una especulación, ya que no hay ningún trabajo anterior que la fundamente.

2.6.4 Estrategias específicas para facilitar la resolución de problemas

En su revisión de literatura, Costa y Moreira (1997c) identificaron una cuarta categoría que se refiere a las estrategias específicas para facilitar la resolución de problemas, a partir del análisis de 28 artículos, también de la década de 80 y parte de la década de 90, extraídos de periódicos internacionales.

Las regularidades encontradas por esos autores en el referido estudio son:

- el marco teórico mayoritario continúa siendo el del procesamiento de información, seguido por la teoría del desarrollo cognitivo Piaget, la construcción del conocimiento científico a través de la resolución de problemas y la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel-Novak;
- las metodologías de investigación utilizadas en la mayoría de los artículos fueron el análisis de protocolos verbales; la observación de cómo novatos y especialistas resuelven problemas; el uso de simulaciones computacionales; el entrenamiento intensivo en resolución de problemas y tests escritos (descriptivos, de elección múltiple, etc.);
- las estrategias en resolución de problemas referidas en los trabajos parecen concordar con la enseñanza de heurísticas, pero después del diagnóstico de las dificultades presentadas por los alumnos en sus procesos de resolución de problemas;
- la propuesta de una heurística general (Polya, 1995), con la finalidad de proveer a los alumnos códigos ordenados de conducta para cualquier situación del día a día, no parece ser fácilmente aplicable en cualquier situación. Parece que este tipo de estrategia se adecua más cuando se confronta con heurísticas de contenido específico, las cuales asumen el papel de guiar el proceso de resolución de problemas ayudando al alumno a tomar decisión sobre el camino que lo llevará a la solución de acuerdo con la situación;

- prevalecen en los trabajos heurísticas con énfasis en el análisis cualitativo del problema de manera que sea posible describirlo y relacionarlo con un contenido específico. Para tanto, algunos autores sugieren que los alumnos redesciban el problema utilizando su propio vocabulario, diagramas o figuras que representen situación y reconozcan su objetivo;
- en el próximo paso, el alumno deberá determinar cuáles informaciones tienen potencial relevancia en el análisis del problema, relacionando hipótesis si es el caso. En esta etapa él está apto para reconocer la situación como un problema modelo entre categorías de problemas o un problema que pueda ser reducido a uno de este tipo. La búsqueda de relaciones-clave (principios) permitirá los pasos siguientes de la resolución, lo que puede ser facilitado por la organización del conocimiento en la memoria de largo plazo y por la consiguiente eficiencia en la recuperación de ese conocimiento;
- una vez que el alumno elige el camino para resolver el problema, se realiza su ejecución, alcanzando un resultado que exige un análisis y cuestionamiento que deberá envolver todo el proceso nuevamente;
- algunos autores afirman que la reflexión crítica del proceso de resolución de problemas y su práctica sólo se pueden concretar si el alumno recibe demostraciones de cómo hay que realizarlas;
- prácticas como trabajos en parejas, donde uno ejecuta en voz alta y el otro escucha y discute (Kramers-Pals y Pilot apud Costa y Moreira, 1997c), o la obligación de "explicar" el problema durante el proceso de resolución (por escrito u oralmente) llevan a un perfeccionamiento en el proceso, a medida que se va discutiendo y realimentando.

En la actualización de la revisión de literatura hecha por Costa y Moreira (2005), que comprendió 47 trabajos, se verificó que la única diferencia sensible con relación a la revisión anterior se refiere a la construcción de modelos mentales como estrategias facilitadoras para resolver problemas.

Para esta investigación, 15 artículos fueron identificados como estudios sobre estrategias en resolución de problemas (Anexo 1), los cuales eran para la enseñanza secundaria (66, 7%; $n = 10$) y la enseñanza superior (13,3%; $n = 2$). En un 20% ($n = 3$) de los artículos, no hay indicación específica de público al que se destina.

La procedencia de los artículos consta en la Tabla 7, el área de conocimiento aparece en la Tabla 8 y las bases teóricas que fundamentaron los estudios constan en la Tabla 9.

Tabla 7 – Procedencia y número de artículos sobre estrategias en resolución de problemas (n = 15).

LOCAL DE ORIGEN	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Argentina	4
Australia	2
Brasil	4
España	5

Tabla 8 – Área de conocimiento abordada en los artículos sobre estrategias en resolución de problemas (n = 15).

ÁREA DE CONOCIMIENTO	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Biología	1
Ciencias	1
Física	7
Física y Química	1
Matemáticas	4
Química	1

Tabla 9 – Bases teóricas que fundamentan los artículos sobre estrategias en resolución de problemas (n = 15).

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Constructivismo	1
Literatura sobre Auto-Regulación	1
Literatura sobre Estrategias Cognitivas y Metacognitivas	1
Literatura sobre Resolución de Problemas	3
Método de Polya	3
No cita	2
Teoría Asociacionista	1
Teoría del Aprendizaje Significativo de Johnson-Laird y Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud	1
Teoría del Procesamiento de Información y Constructivismo	1
Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird	1

De los 15 artículos revisados, 37% (n = 13) se valieron de métodos cualitativos para tratar los datos, mientras que 13% (n = 2) no dejaron claro de qué manera analizaron los datos, o eran trabajos de revisión.

A partir de la lectura de los 15 trabajos clasificados como estudios sobre estrategias en resolución de problemas, se verificó que:

- sólo es posible al individuo construir explicaciones si posee un modelo mental compatible con el modelo consensual científico (Costa y Moreira, 2001; Otero, Papini y Elichiribehety, 1998);
- el modelo de resolución de problemas debe instruir al alumno a formular hipótesis e idear estrategias para testarlas (Sigüenza y Sáez, 1990);
- el alumno elabora su aprendizaje, soluciona sus problemas y el profesor debe ser el mediador de ese proceso, ayudándolo a usar los conocimientos que ya dispone, sin dar repuestas (Contreras, 1987). Los alumnos contribuyen con preguntas, dudas y concepciones (versiones alternativas), el profesor propone, pregunta, cuestiona, sugiere no sólo por la necesidad de orientar el proceso, sino de generar las conclusiones en clase que suministren la profundidad conceptual y la organización procedimental (Escudero, González y Garcia, 1996);
- la resolución de problemas es un proceso basado en la comprensión del área de conocimiento del problema, luego, no es posible resolverlo mediante memorización, reconocimiento, reproducción o aplicación de un único algoritmo (Sigüenza Sáez, 1990) y requiere un trabajo continuo ya que la destreza no se adquiere de forma rápida (Gisbert Brioso, 1985);
- la mayor parte de las dificultades de los alumnos al enfrentar problemas consiste en la falta de comprensión de los conceptos y la falta de conocimientos procedimentales (Carcavilla Castro y Escudero Escorza, 2004), además del desinterés, apatía e interés solamente por el resultado y no por la solución, el inmediatismo y la existencia de listas resueltas (Peduzzi, 1997). La mayoría de los alumnos dispone de un repertorio pobre y reducido de estrategias cognitivas y metacognitivas para resolver problemas (Escudero, 1996);
- es preferible discutir un problema más complicado haciendo el análisis de todas sus unidades que resolver dos problemas simples que tomen como fundamental solamente el resultado final (Cadorin, 1987; Contreras, 1987);

- se sugieren varias estrategias para auxiliar los alumnos en la tarea de resolver problemas. Vasquez, Bustos, Núñez y Mazzitelli (2004) proponen una metodología en la cual se favorezca la integración entre contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, desarrollados en carácter interdisciplinar, tomando como eje la propuesta de situaciones que impliquen procesos de producción; sistemas técnicos; programas de acción y contextos de uso. Para eso, los alumnos deben considerar las características del *design*, los materiales a utilizar, las herramientas necesarias, los procesos a seguir y las maneras de evitar impacto ambiental. De modo simplificado, Pifarré y Sanuy (2001) sugieren un *design* didáctico en cuatro etapas: a) contextualizar las actividades en prácticas cotidianas de los estudiantes; b) usar métodos de enseñanza que muestren el proceso de resolución de problemas; c) confeccionar materiales didácticos con el fin de guiar estrategias y d) facilitar estrategias cooperativas;
- la estrategia propuesta por Costa y Moreira (2001) incluye clases expositivas, sesiones de resolución de problemas de libro de texto en grupos, con mucha interacción con el profesor;
- las estrategias para la resolución de problemas referidas en los trabajos también apuntan para la enseñanza de heurísticas (generales o específicas) que puedan auxiliar los alumnos a sanar sus dificultades (Costa y Moreira, 1997c).

Enseñar Biomecánica no es una tarea simple, y parte del proceso tiene lugar a través de la resolución de problemas. Sin embargo, nuevamente, no se ha encontrado ningún trabajo sobre estrategias en resolución de problemas de Biomecánica, lo que refuerza la necesidad de investigaciones sobre el tema. Esta revisión pretendió presentar una visión introductoria sobre lo tema *resolución de problemas*, partiendo del concepto de problema, revisando cómo ha sido abordado el asunto a partir del desarrollo de la psicología cognitiva y, finalmente, comentando brevemente los enfoques más utilizados en términos de investigación en el área de resolución de problemas.

En el capítulo III se presenta el marco teórico conceptual en Biomecánica y en el capítulo IV se presenta la metodología utilizada para la realización del primer estudio que consistió en la investigación sobre las dificultades presentadas por dos grupos de alumnos de la disciplina de Biomecánica del Movimiento en Deportes de una Diplomatura en Educación Física, al resolver problemas-tipo, extraídos de libros de texto de Biomecánica.

CAPÍTULO III

**MARCO TEÓRICO: CONCEPTOS
BIOMECÁNICOS**

3 MARCO TEÓRICO: CONCEPTOS BIOMECÁNICOS

Las personas, de modo general, necesitan ayuda para refinar el movimiento humano. Esta ayuda requiere conocimiento de “por qué” y “cómo” el cuerpo humano se mueve y es la Biomecánica, a través de su cuerpo de conocimiento, la que le da soporte al profesional de la Educación Física para responder, aunque en parte, las preguntas sobre cómo se mueve el cuerpo humano, con el fin de prescribir ejercicios de acuerdo con la especificidad del entrenamiento o cambiar la técnica de un movimiento para mejorar el desempeño (Knudson, 2007). El campo conceptual de la Biomecánica es bastante amplio y rico, tomando como base, conceptos originarios de la Física, sin embargo, hay que reconocer que, muchas veces, existen algunas diferencias de lenguaje.

En la definición de Biomecánica de McGinnis (2002), **mecánica** significa, de modo simplificado, el análisis de las fuerzas y sus efectos, y se subdivide en mecánica de los cuerpos rígidos; mecánica de los cuerpos deformables; mecánica de los fluidos; mecánica relativística y mecánica cuántica. Según el mismo autor, cada uno de esos ramos es adecuado para describir y explicar determinadas características del mundo físico, siendo que la mecánica de los cuerpos rígidos es la más adecuada para describir y explicar el movimiento humano. En esa perspectiva, se asume que los objetos estudiados son perfectamente rígidos, es decir, se entiende los huesos como cuerpos rígidos unidos a través de las articulaciones, aunque se sepa que están sujetos a deformaciones dependiendo de las cargas a las que son sometidos. Sin embargo, debido a la pequeña magnitud de esas deformaciones, el movimiento humano no llega a ser significativamente afectado.

La **mecánica de los cuerpos rígidos** (Figura 7) se subdivide en **estática**, que es la mecánica de los objetos en reposo o moviéndose a velocidad constante, y **dinámica**, que consiste en la mecánica de los objetos en movimiento acelerado, la cual, a su vez, se divide en **cinemática** y **cinética**.

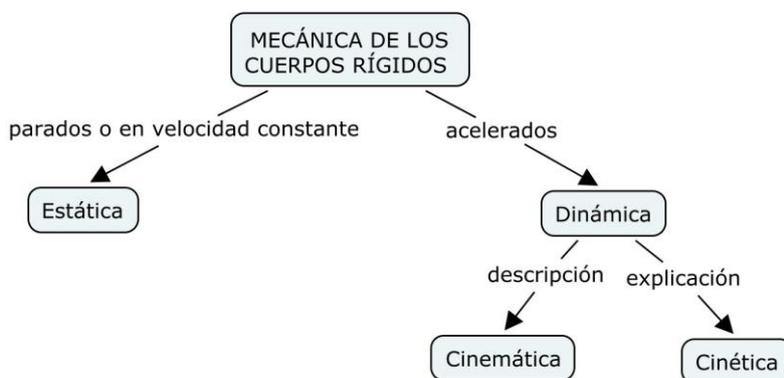


Figura 7 – Un mapa conceptual para la mecánica de los cuerpos rígidos.

En este capítulo se presentarán conceptos relativos al objeto de estudio de esa investigación, que consistió, primordialmente en los conceptos pertinentes a la cinemática y a la cinética, o sea, a la dinámica, que integran el contenido de la asignatura de Biomecánica en cursos de Educación Física.

3.1 Cinemática

La cinemática es el ramo de la dinámica que se ocupa de la descripción del movimiento (McGinnis, 2002), esencial para el entendimiento del movimiento humano, incluyendo desde la descripción anatómica de las rotaciones articulares hasta mediciones matemáticas precisas de los movimientos músculo-esqueléticos (Knudson, 2007).

3.1.1 Cinemática lineal

La cinemática lineal se ocupa del estudio del aspecto, de la forma, de patrones y de la secuencia del movimiento lineal a través del tiempo, sin referencia con la(s) fuerza(s) que causan o resultan de ese movimiento (Hall, 2000). Además, **movimiento**, en la cinemática lineal es definido como cambio en la posición con respecto a un referencial (Knudson, 2007), pudiendo ser también referido como **traslación**, que puede ser rectilínea o curvilínea. McGinnis (2002) explica que la **traslación rectilínea** tiene lugar cuando todos los puntos de un cuerpo u objeto se mueven en una línea recta, de tal forma que la dirección y orientación del movimiento no cambian y todos los puntos se mueven a la misma distancia. La **traslación curvilínea** es muy semejante a la traslación rectilínea, es decir, tiene lugar cuando todos los puntos de un cuerpo se mueven de modo que la orientación de él no cambie y todos los puntos se mueven a la misma distancia, sin embargo, la trayectoria es curvilínea (op. cit.).

Cuando se habla de cambio de **posición**, la variable escalar más simple es la **distancia**, representada en inglés por el símbolo l (que corresponde a *length*). La cantidad vectorial correspondiente es el **desplazamiento**, representado por el símbolo d , que puede ser calculado como posición final menos posición inicial en una dirección particular y, por convención, será definido como positivo cuando sea hacia arriba o para la derecha y negativo cuando sea para abajo o para la izquierda (Knudson, 2007; Hall, 2000). También puede ser entendido como la distancia en línea recta en una dirección específica, de la posición de comienzo hasta la posición de término (McGinnis, 2002). Tanto la distancia como el desplazamiento son unidades de movimiento, por tanto, comúnmente son medidas en metros (m), de acuerdo con

el sistema internacional de medidas y pueden ser idénticos cuando la longitud del trayecto sea rectilíneo y en un solo sentido.

La **rapidez** (también denominada velocidad escalar y representada por el símbolo \bar{s}) es definida como la tasa de cambio de la distancia recorrida y puede ser calculada a través de la ecuación

$$\bar{s} = \frac{\Delta l}{\Delta t}$$

donde

\bar{s} = rapidez media;

Δl = distancia recorrida;

Δt = tiempo transcurrido (McGinnis, 2002).

La unidad en el sistema internacional de medidas es el metro por segundo (m/s). McGinnis (2002) ejemplifica que la velocidad escalar media para toda la competición es solamente un número que indica que, en la media, el atleta estaba moviéndose en aquella velocidad. Sin embargo, para un entrenador, puede ser necesario medir más que la rapidez media, es decir, si hay interés en la rapidez máxima o mayor que un atleta alcanza, se puede calcular la **rapidez instantánea**, que da una estimativa de lo rápido que algo se está moviendo en un intervalo de tiempo muy pequeño.

Cuando hay que tener en cuenta informaciones sobre dirección y sentido, se calcula la **velocidad vectorial** (o simplemente, velocidad, representada por el símbolo \bar{v}). La velocidad es la tasa de cambio del desplazamiento y su unidad de medida es la misma que la de la rapidez (m/s), incluyendo un adjetivo de dirección, como por ejemplo: horizontal, vertical, resultante (Knudson, 2007). Matemáticamente, la velocidad puede ser calculada a través de la ecuación:

$$\bar{v} = \frac{\bar{d}}{\Delta t}$$

donde

\bar{v} = velocidad vectorial media;

\bar{d} = desplazamiento;

Δt = tiempo transcurrido (McGinnis, 2002).

De la misma forma que en la rapidez, también es posible calcular la **velocidad instantánea**, que corresponde a la velocidad de un objeto en un intervalo de tiempo que tiende a cero, teniendo en cuenta la dirección y el sentido.

Cuando hay un cambio en la velocidad relativa al tiempo, se está hablando de **aceleración** (representada por a). McGinnis (2002) define que cuando un objeto se pone más rápido, más lento, empieza a moverse, para o muda de dirección, está acelerando y presenta la siguiente ecuación para calcularla:

$$\bar{a} = \frac{v_f - v_i}{\Delta t}$$

donde

\bar{a} = aceleración media;

v_f = velocidad instantánea al final de un intervalo (o velocidad final);

v_i = velocidad instantánea en el comienzo de un intervalo (o velocidad inicial);

Δt = tiempo transcurrido.

La unidad utilizada para describir la aceleración es el metro por segundo al cuadrado (m/s^2).

McGinnis (2002) define que la aceleración puede ser positiva o negativa:

- a) si algo se pone más rápido en la dirección positiva, su aceleración es positiva;
- b) si algo se pone más despacio en la dirección positiva, su aceleración es negativa (acelera en la dirección negativa);
- c) si algo se pone más rápido en la dirección negativa, su aceleración es negativa (acelera en la dirección negativa);
- d) si algo se pone más despacio en la dirección negativa, su aceleración es positiva (acelera en la dirección positiva).

Por otro lado, Hall (2000) pondera que siempre que la dirección del movimiento sea descrita en términos que no sean positivo o negativo, y siempre que la velocidad final sea mayor que la velocidad inicial, la aceleración será un número positivo y el cuerpo se está moviendo más rápido, y si la velocidad final es menor que la velocidad inicial, la aceleración será negativa y el cuerpo estará más lento. Knudson (2007) alerta que es incorrecto asumir que aceleración significa que un objeto está aumentando la velocidad. Ese autor dice que el uso del término “desaceleración” debería ser evitado porque implica que un objeto está disminuyendo la velocidad y no tiene en cuenta los cambios de dirección.

La relación entre los conceptos pertinentes en la cinemática está demostrada en el mapa conceptual mostrado en la Figura 8.

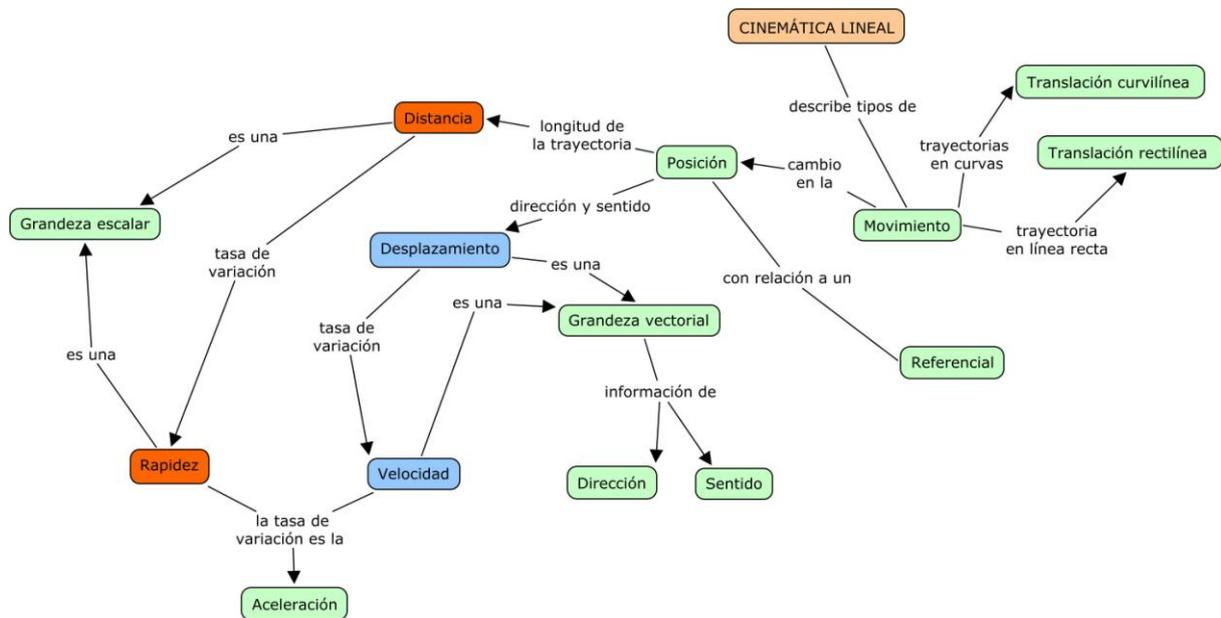


Figura 8 – Un mapa conceptual para la cinemática lineal.

A continuación serán tratados los conceptos referentes a la cinemática angular.

3.1.2 Cinemática angular

La cinemática angular es la descripción del **movimiento angular**, que es definido por Hall (2000) como la rotación alrededor de una línea central imaginaria conocida como **eje de rotación**, el cual es orientado perpendicularmente al plano en el que se da la rotación. De acuerdo con Knudson (2007), la cinemática angular es particularmente apropiada para estudiar el movimiento humano porque la mayor parte de las articulaciones humanas pueden ser descritas en términos de una, dos o tres rotaciones, para las cuales se utilizan medidas angulares.

Un **ángulo**, según McGinnis (2002), está formado por la intersección de dos líneas, de dos planos o de una línea y un plano, y es comúnmente representado por la letra griega θ (*theta*). Además, la cinemática angular puede fácilmente ser diferenciada de la cinemática lineal a través del uso de símbolos extraídos del alfabeto griego, en lugar del alfabeto arábigo (Knudson, 2007).

En las articulaciones humanas, la evaluación del ángulo consiste en medir el ángulo de un segmento corporal con relación al otro. La posición totalmente extendida de una articulación es considerada como 0° . Un ángulo relativo en la articulación es formado entre los ejes longitudinales de segmentos corporales adyacentes y deben ser medidos siempre en el

mismo lado de una determinada articulación. Un ángulo absoluto consiste en un ángulo de inclinación de un segmento corporal con relación a una línea de referencia fija y debe ser medido en la misma dirección desde una única referencia, horizontal o vertical (Hall, 2000).

El instrumento más simple utilizado para medir ángulos en las articulaciones humanas es el goniómetro, que consiste en un transferidor acoplado a dos astas largas, como muestra la Figura 9.

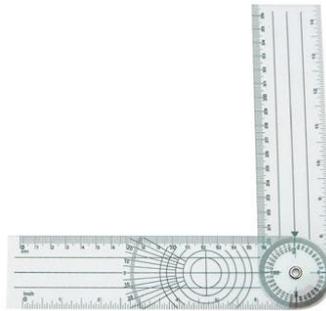


Figura 9 – Un goniómetro de plástico.

La **distancia angular** (aquí representada por la letra griega ϕ ; *fi* o $\Delta\phi$) se obtiene a través de la suma de todas las alteraciones angulares sufridas por un cuerpo que gira, y el **desplazamiento angular** (representado por la letra griega θ ; *theta* o $\Delta\theta$) es la grandezza vectorial que representa el cambio en la posición angular de un objeto. Así como en la cinemática lineal, el desplazamiento angular incorpora informaciones de dirección y sentido. Por convención, el desplazamiento angular en el sentido anti-horario es positivo, y en el sentido horario, negativo (Hall, 2000). Las tres unidades de medida angular utilizadas en Biomecánica son el grado ($^{\circ}$), el radián¹⁵ (rad) y las revoluciones.

La **rapidez angular** (σ ; *sigma*) es la grandezza escalar definida como la tasa de cambio de la distancia angular y puede ser representada matemáticamente como

$$\sigma = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

donde

σ = rapidez angular;

$\Delta\phi$ = distancia angular;

Δt = intervalo de tiempo (Hall, 2000).

¹⁵ Un radián corresponde aproximadamente a $57,3^{\circ}$.

La **velocidad angular media** (ω ; *omega*) es definida como la tasa de variación del desplazamiento angular, representada matemáticamente como

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

donde

ω = velocidad angular;

$\Delta\theta$ = desplazamiento angular;

Δt = intervalo de tiempo (McGinnis, 2002).

Las unidades de medida tanto de la rapidez angular como de la velocidad angular son el grado por segundo (°/s), radián por segundo (rad/s) o revolución por minuto (rpm).

Cuando la preocupación es con el tiempo para hacer algo girar, se debe considerar la velocidad angular media; cuando interesa la velocidad de algo girando en un instante específico, se debe considerar la velocidad angular instantánea (op. cit.).

La **aceleración angular** (α ; *alpha*) es la tasa de variación de la velocidad angular, cuyas unidades de medida son el grado por segundo al cuadrado (°/s²) y el radián por segundo al cuadrado (rad/s²) (Knudson, 2007). Matemáticamente, la aceleración angular puede ser escrita como

$$\bar{\alpha} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

donde

$\bar{\alpha}$ = aceleración angular media;

$\Delta\omega$ = variación de la velocidad angular;

Δt = intervalo de tiempo (McGinnis, 2007).

La aceleración angular tiene lugar cuando algo gira cada vez más rápido o más despacio, o cuando el eje de rotación del objeto cambia de dirección (op. cit.).

La aceleración angular en un dinamómetro isocinético¹⁶ en medio del trayecto del movimiento debe ser cero porque la máquina está construida para igualar o equilibrar el torque¹⁷ creado por la persona de modo que el brazo de palanca de la máquina esté rodando en una velocidad angular constante (Knudson, 2007). Es importante destacar que esas máquinas no son verdaderamente isocinéticas durante todo el movimiento porque debe haber una

¹⁶ Aparatos que ofrecen ejercicios dinámicos de resistencia durante velocidad angular constante (Hageman y Soresen, 2002).

¹⁷ Grandeza física asociada a la posibilidad de rotación, alrededor de un eje de rotación, derivado de la aplicación de fuerza en un cuerpo (Okuno y Fratin, 2003).

aceleración angular para ajustar la rapidez al inicio del movimiento que normalmente resulta de un torque excedente mientras la máquina acelera negativamente el miembro (Winter; Wells y Orr apud Knudson, 2007), así como otra aceleración angular negativa al final del trayecto del movimiento.

Hay que aclarar que la ventaja del entrenamiento realizado en dinamómetro isocinético (conocido como entrenamiento isocinético) es que el músculo parece que es capaz de mantener un estado de máxima contracción en toda su amplitud, permitiendo una demanda máxima de su capacidad de trabajo, favoreciendo la rehabilitación general de un individuo porque las contracciones musculares excéntricas¹⁸ por él proporcionadas ejercen un importante papel en las actividades funcionales y atléticas (Hageman y Soresen, 2002).

La estructura y las relaciones entre los conceptos de la cinemática angular están ilustradas en el mapa conceptual presentado en la Figura 10.

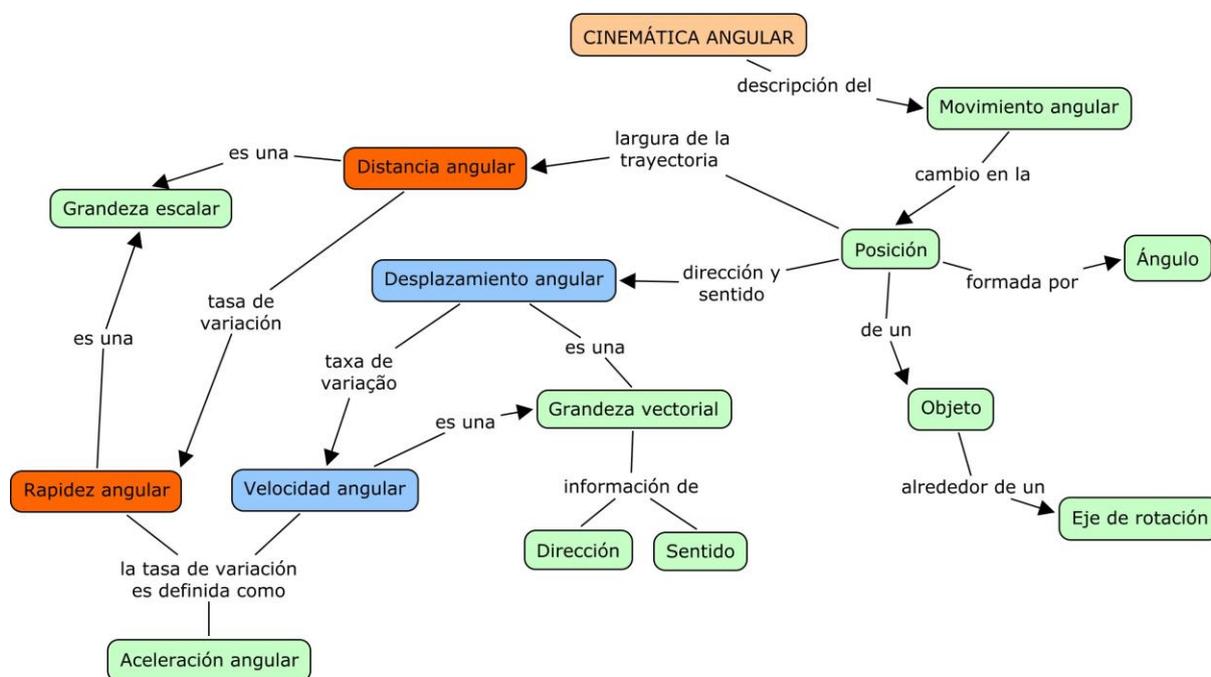


Figura 10 – Un mapa conceptual para la cinemática angular.

Se presentan a continuación algunas relaciones posibles entre la cinemática lineal y la cinemática angular.

¹⁸ Tipo de contracción muscular que tiene lugar cuando el músculo es alargado y su fuerza es menor que la fuerza de la resistencia.

3.1.3 Relaciones entre cinemática lineal y angular

3.1.3.1 Desplazamiento lineal y angular

El desplazamiento lineal y la distancia recorrida por un punto en un cuerpo u objeto que gira son directamente proporcionales al radio de rotación (McGinnis, 2002). Cuanto mayor es el radio entre un determinado punto sobre un cuerpo que rueda y el eje de rotación, mayor será la distancia angular, expresada por la ecuación

$$s = r\phi$$

donde

s = distancia curvilínea recorrida por el punto de interés;

r = radio de rotación;

ϕ = distancia angular (Hall, 2000).

Se destaca que la distancia angular y el radio de rotación deben ser medidos en la misma unidad de longitud, y la distancia angular debe ser expresada en radianes. Si el radio de rotación es enunciado en metros y multiplicado por el desplazamiento angular en radianes, el resultado es el desplazamiento lineal en metros (op.cit.).

3.1.3.2 Velocidad lineal y angular

La relación entre las velocidades lineal y angular es de interés especialmente en deportes que dependen de implementos usados como extensión del miembro superior, como por ejemplo el tenis, el golf, el *paddle* y otros (McGinnis, 2002), cuyo objetivo inmediato del desempeño consiste en dirigir con precisión un objeto (como una pelota), al mismo tiempo que se le confiere una gran velocidad con el implemento, por ejemplo, taco, raqueta, bastón, etc. (Hall, 2000). Esos implementos que amplifican el movimiento (desplazamiento) del miembro utilizan la relación entre la velocidad lineal y angular del arco, que puede ser expresada matemáticamente como

$$v_T = \omega r$$

donde

v_T = velocidad instantánea tangencial a la trayectoria circular del punto;

ω = velocidad angular instantánea;

r = radio (McGinnis, 2002).

Para que la ecuación sea válida, de acuerdo con Hall (2000), la velocidad angular debe ser expresada en radianes por segundo (rad/s) y la velocidad debe ser expresada en las unidades del radio de rotación divididas por las unidades correspondientes de tiempo. La misma autora destaca que, manteniéndose todas las otras variables constantes, cuanto mayor sea el radio de rotación con que el implemento que está siendo balanceado alcanza la pelota, mayor será la velocidad lineal conferida a ella.

3.1.3.3 Aceleración lineal y angular

Según McGinnis (2002), cuando la velocidad angular de un objeto aumenta, la velocidad lineal de un punto en el objeto también aumenta, por consiguiente, las aceleraciones angular y lineal de un punto en un objeto están relacionadas.

La **aceleración tangencial** es la componente de la aceleración de un cuerpo en movimiento angular dirigido a lo largo de una tangente a la trayectoria del movimiento y representa un cambio en la velocidad lineal considerando un intervalo de tiempo. Matemáticamente, la aceleración tangencial se expresa como

$$a_t = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$$

donde

a_t = aceleración tangencial;

v_1 = velocidad lineal tangencial del cuerpo en movimiento en un período inicial;

v_2 = velocidad lineal tangencial del cuerpo en movimiento en un segundo período;

Δt = intervalo de tiempo (Hall, 2000).

McGinnis (2002) propone otra expresión para calcular la aceleración tangencial

$$A_T = \alpha r$$

donde

A_T = aceleración tangencial instantánea;

α = aceleración angular instantánea (medida en rad/s²);

r = radio.

Hall (2000) ejemplifica que cuando una pelota es lanzada, sigue una trayectoria curvilínea mientras es acelerada por los músculos del miembro superior, luego, la velocidad tangencial debe ser máxima inmediatamente antes de la liberación de la pelota, pues después de la liberación, tanto la aceleración tangencial como la radial se igualan a cero porque el lanzador ya no está aplicando ningún tipo de fuerza.

La **aceleración radial** (o aceleración centrípeta) es la componente de la aceleración de un cuerpo en movimiento angular dirigido para el centro de la curvatura representando un cambio en la dirección (op.cit.) y se puede expresar matemáticamente como

$$a_r = \frac{v_T^2}{r}$$

donde

a_r = aceleración radial;

v_T = velocidad lineal tangencial;

r = radio

o

$$a_r = \omega^2 r$$

donde

ω = velocidad angular (McGinnis, 2002).

Hall (2002) ejemplifica esa relación citando que un aumento en la velocidad lineal o una reducción en el radio de la curvatura hace aumentar la aceleración radial, por tanto, cuanto mayor sea el radio de la curvatura, más fácil será para un ciclista recorrerla en alta velocidad.

A continuación serán presentados los conceptos abordados en la disciplina Biomecánica referentes a la cinética.

3.2 Cinética

La cinética, en la Biomecánica, es la ramificación de la dinámica que concierne a las fuerzas y torques que causan o tienden a ocasionar el movimiento (McGinnis, 2002) y, de la misma forma que la cinemática, se subdivide en lineal (cuando estudia movimientos translacionales) y angular (cuando se refiere a las rotaciones).

3.2.1 Cinética lineal

En el ámbito de la cinética lineal es posible documentar, de manera bastante precisa, las causas del movimiento lineal interpretándolas: a) a la luz de las leyes de Newton, cuando los efectos instantáneos son de interés; b) a través de la relación impulso-momento, cuando son de interés movimientos realizados en un intervalo de tiempo y c) a través de la relación

trabajo-energía, cuando las causas del movimiento tienen foco en la distancia recorrida (Knudson, 2007).

3.2.1.1 Leyes de Newton

La **primera ley de Newton** (o **ley de la inercia**), conocida como **principio de la inercia**, establece que un cuerpo mantendrá su estado de movimiento permaneciendo en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme a menos que sobre él actúe una fuerza resultante no nula (Okuno y Fratin, 2003).

Inercia, según Hall (2000), es la tendencia de un cuerpo a resistir a cualquier cambio en su estado de movimiento. La **masa** es la medida de inercia (McGinnis, 2002), cuya unidad en el Sistema Internacional de Medidas es el kilogramo (kg).

Knudson (2007) comenta que el entendimiento de la cinética, así como de la primera ley de Newton, puede ser simple y complicado al mismo tiempo. Simple porque el movimiento humano es gobernado por pocas leyes de la Física, que pueden ser fácilmente entendidas y demostradas usando álgebra simple con pocas variables. Por otro lado, estudiar Biomecánica puede ser difícil porque las observaciones hechas en el cotidiano pueden llevar a suposiciones incorrectas sobre la naturaleza del mundo y del movimiento (op.cit.).

La **segunda ley de Newton** (o **ley de la aceleración**) establece que la acción de una **fuerza resultante** no nula sobre un cuerpo produce una aceleración (Okuno y Fratin, 2003) pudiendo ser expresada matemáticamente a través de la ecuación

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

donde

\vec{F} = fuerza resultante;

m = masa;

\vec{a} = aceleración.

Observándose la ecuación, es posible deducir que la aceleración es proporcional la intensidad de la fuerza e inversamente proporcional a la masa. La unidad de medida de fuerza en el Sistema Internacional de Medidas es Newton (N) que corresponde a kg (m/s²).

Para Knudson (2007), el profesor de Educación Física puede dividir cualitativamente los movimientos utilizando la segunda ley de Newton. Grandes aumentos en la aceleración de una persona significa que fueron aplicadas grandes cantidades de fuerza. Si una competición deportiva depende crucialmente de la agilidad del atleta, el técnico debe escoger el jugador

más leve y rápido porque el atleta de menor masa puede acelerar más rápido que un atleta de más peso. Si el atleta más leve está siendo dominado por un oponente mayor, el técnico puede sustituirlo por un jugador más pesado de manera que dificulte el ataque del oponente. Entonces, aumentar la fuerza o disminuir la masa son factores importantes en la aceleración y en el movimiento (op. cit.).

La **tercera ley de Newton** (o **ley de la acción y reacción**) afirma que a toda fuerza de acción corresponde una fuerza de reacción de igual intensidad, de misma dirección y sentido opuesto (Okuno y Fratin, 2003). Knudson (2007) llama a la atención para la importancia de entender que la fuerza es la manifestación de la interacción mutua entre dos cuerpos.

Un ejemplo de la tercera ley de Newton es la que tiene lugar en la corrida, en la que el corredor aplica una fuerza para abajo y hacia atrás sobre el suelo, el cual devuelve una fuerza de reacción que impulsa el cuerpo hacia arriba y hacia adelante. Otro ejemplo son las contracciones musculares excéntricas, en las que los músculos son usados como frenos para empujar el segmento en la dirección opuesta a otra fuerza (op. cit.).

La fuerza de reacción puede ser determinada utilizando, por ejemplo, una plataforma de fuerza, que es una plataforma rígida que mide fuerzas y torques en las tres dimensiones aplicadas en la superficie de la plataforma (Scheib apud Knudson, 2007), que normalmente está montada en el suelo, conforme ilustrado en la Figura 11.

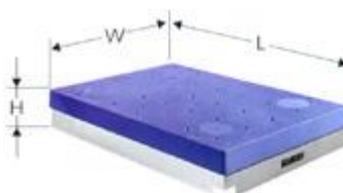


Figura 11 – Plataforma de fuerza.

3.2.1.2 Relación impulso-momento

Varios movimientos deportivos son subdivididos en fases (comúnmente las fases preparatoria, de acción y de seguimiento) con la finalidad de facilitar el análisis en distintos intervalos de tiempo. Las variables de interés en ese tipo de análisis son el impulso y el momento, relacionadas en la propia interpretación de la segunda ley de Newton: “el cambio en el momento de un objeto es igual al impulso de la fuerza resultante en determinada dirección” (Knudson, 2007).

Antes de demostrar matemáticamente la relación impulso-momento, es interesante presentar cada uno de los conceptos separadamente.

El **momento** (o **cantidad de movimiento**) es una grandeza vectorial medida como el producto de la masa de un cuerpo por su velocidad (Hall, 2000). En la lengua española, es representado por la letra **M** y, en inglés, por **p** y su unidad en el Sistema Internacional de Medidas es el kg.m/s. La misma autora explica que en la mayoría de las situaciones relacionadas a los movimientos humanos, los cambios en el movimiento son resultado de cambios en la velocidad, ya que la mayor parte de los objetos mantiene su masa durante el movimiento; un objeto estático no posee momento porque su velocidad es igual a cero.

La ecuación del momento puede ser expresada de la siguiente forma:

$$\vec{M} = m\vec{v}$$

donde

\vec{M} = momento;

m = masa;

\vec{v} = velocidad (op.cit.).

El **impulso** es el efecto de una fuerza actuando durante el tiempo (Knudson, 2007). Es representado en la lengua española por la letra **I**, y en inglés, por **J** y su unidad en el Sistema Internacional de Medidas es el N.s. Matemáticamente, el impulso se puede expresar a través de la siguiente ecuación:

$$\vec{I} = \vec{F}t$$

donde

\vec{I} = impulso;

\vec{F} = fuerza;

t = tiempo en el que la fuerza actúa.

La relación impulso-momento es la segunda ley de Newton escrita teniendo en cuenta un intervalo de tiempo en lugar de su versión instantánea ($F = ma$) (Knudson, 2007). McGinnis (2002) presenta una demostración de esa relación:

$$\sum F = ma$$

el símbolo Σ representa la suma, luego ΣF es la suma de las fuerzas o la fuerza resultante. Si

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

entonces

$$\sum F = \frac{m\Delta v}{\Delta t}$$

$$\sum F\Delta t = m\Delta v$$

$$\underbrace{\sum F\Delta t}_{\text{impulso de la fuerza resultante}} = \underbrace{m(v_f - v_i)}_{\text{variación del momento}}$$

impulso de la fuerza resultante variación del momento

Según McGinnis (2002) se puede usar el impulso para aumentar el momento y explica que un gran cambio en la velocidad es producido por una gran fuerza resultante media actuando durante un largo intervalo de tiempo. Eso es particularmente útil en deportes donde el objetivo es causar un gran cambio en la velocidad de algo, como por ejemplo, en los lanzamientos de peso, jabalina, disco (entre otros) en los que el objeto no tiene ninguna velocidad en el inicio del lanzamiento, pero debe tener gran velocidad en el final.

En contrapartida, el impulso también puede ser usado para disminuir el momento, como por ejemplo en el aterrizaje de un salto, en la recepción de una pelota o al ser alcanzado por un golpe en artes marciales. En ese caso, es interesante aumentar el intervalo de tiempo de la aplicación de fuerza (op.cit.).

3.2.1.3 Relaciones de trabajo, potencia y energía

En Biomecánica, el **trabajo mecánico** (que no debe ser confundido con dispendio de energía) es calculado como la fuerza multiplicada por el desplazamiento de la resistencia en la dirección de la fuerza (Hall, 2000) y se puede expresar matemáticamente a través de la ecuación

$$W = Fd$$

donde

W = trabajo;

F = fuerza;

d = desplazamiento en la dirección de la fuerza.

Su unidad en el Sistema Internacional de Medidas es el Joule (J), que corresponde a N.m.

Cuando los músculos producen una tensión que resulta en movimiento de un segmento corporal, los mismos realizan trabajo sobre el segmento y el trabajo mecánico realizado puede ser caracterizado como: a) positivo, si la contracción es concéntrica, es decir, cuando la fuerza muscular es superior a la resistencia que se opone a ella; o b) negativo, si la contracción es

excéntrica, es decir, cuando la fuerza muscular es inferior a la resistencia que se opone a ella (Hall, 2000).

La **potencia** es definida como la tasa de producción de trabajo que es calculado como trabajo dividido por el tiempo durante el que fue realizado el trabajo (op. cit.), expresada matemáticamente como

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

donde

P = potencia;

W = trabajo;

Δt = intervalo de tiempo.

La unidad de medida de la potencia en el Sistema Internacional de Medidas es el Watt (W), que corresponde a J/s.

Hall (2000) destaca que el concepto de potencia es de extrema importancia para atletas que competen, por ejemplo, en pruebas de explosión en pista o en campo, como por ejemplo la prueba de 100 metros rasos en el atletismo.

Knudson (2007) llama la atención para el hecho de que, si la potencia es la tasa de realización de trabajo, movimientos con alta potencia mecánica deben envolver grandes fuerzas y movimientos en altas velocidades.

La **energía** se relaciona con la capacidad de realizar trabajo. Existen dos formas de energía mecánica: la cinética y la potencial (Hall, 2000).

La **energía cinética** (E_C) es la energía del movimiento y puede ser calculada a través de la fórmula

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2$$

donde

E_C = energía cinética;

m = masa;

v = rapidez o velocidad escalar.

La unidad de energía cinética es el Joule (J), que corresponde a $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$.

Knudson (2007) destaca algunos puntos importantes sobre esa fórmula:

- a) al elevar la rapidez (velocidad escalar) al cuadrado, la energía del movimiento se vuelve, prioritariamente, dependiente de la velocidad del objeto;

- b) la energía del movimiento varía con el cuadrado de la velocidad escalar de un cuerpo, entonces, doblando ésta, se aumenta cuatro veces su energía cinética;

Hay que recordar que la energía no puede ser creada o destruida, solamente transformada de una forma para otra. Ésa es la **Ley de la Conservación de la Energía**. En esa perspectiva, es imposible crear una máquina que convierta toda la energía de entrada en energía de salida. En otras palabras, con relación al cuerpo humano, siempre habrá conversión de energía para otras formas y no exclusivamente para la energía mecánica. El calor, frecuentemente, tiene un coste energético más alto que la energía mecánica en el movimiento humano porque el sistema cardiovascular debe gastar más energía química para disipar el calor creado por el movimiento vigoroso (Knudson, 2007).

Otra importante categoría de energía es la **energía potencial** que, a su vez, puede presentarse como **energía potencial gravitacional** y como **energía elástica**.

La **energía potencial gravitacional** es la energía relacionada a la posición o a la configuración de un cuerpo inserto en un sistema; en el caso de la energía potencial gravitacional, es calculada como el producto del peso de ese cuerpo por la altura con relación a una referencia, conforme la ecuación

$$E_p = Ph$$

donde

E_p = energía potencial;

P = peso;

h = altura

o, también,

$$E_p = mgh$$

donde

E_p = energía potencial;

m = masa;

g = aceleración de la gravedad;

h = altura.

Así como en el caso de la energía cinética, la unidad de la energía potencial gravitacional en el Sistema Internacional de Medidas es el Joule (J).

La **energía elástica** es el otro tipo de energía potencial, causada por la deformación de un objeto; cuanto mayor la deformación de un objeto, mayor la energía elástica asociada. La energía elástica de un objeto está relacionada a la rigidez, a sus propiedades materiales y a su deformación (McGinnis, 2002) y se puede expresar matemáticamente como

$$E_E = \frac{1}{2}k\Delta x^2$$

donde

E_E = energía elástica;

k = constante elástica (o de deformación del material);

Δx = cambio en la largura o deformación del objeto a partir de su posición no deformada.

Las definiciones de trabajo (medio por el cual la energía es transferida de un objeto o sistema al otro) y energía (capacidad de realizar trabajo) indican una relación entre los dos conceptos, ya que ambos tienen como unidad de medida el Joule. McGinnis (2002) presenta la demostración matemática de esa relación:

$$\Delta E_p = E_{p_{final}} - E_{p_{inicial}}$$

$$\Delta E_p = Wh_{final} - Wh_{inicial}$$

$$\Delta E_p = W(h_{final} - h_{inicial})$$

De la **relación trabajo-energía** se desprende que el trabajo mecánico hecho en un objeto es igual al cambio en la energía mecánica del objeto. Esa relación es bastante usada en los estudios biomecánicos relacionados a la cinética cuando, por ejemplo, se desea calcular cambios en las energías mecánicas de los segmentos para calcular el trabajo (Knudson, 2007).

El mapa conceptual ilustrado en la Figura 12 sintetiza algunos conceptos de la cinética lineal.

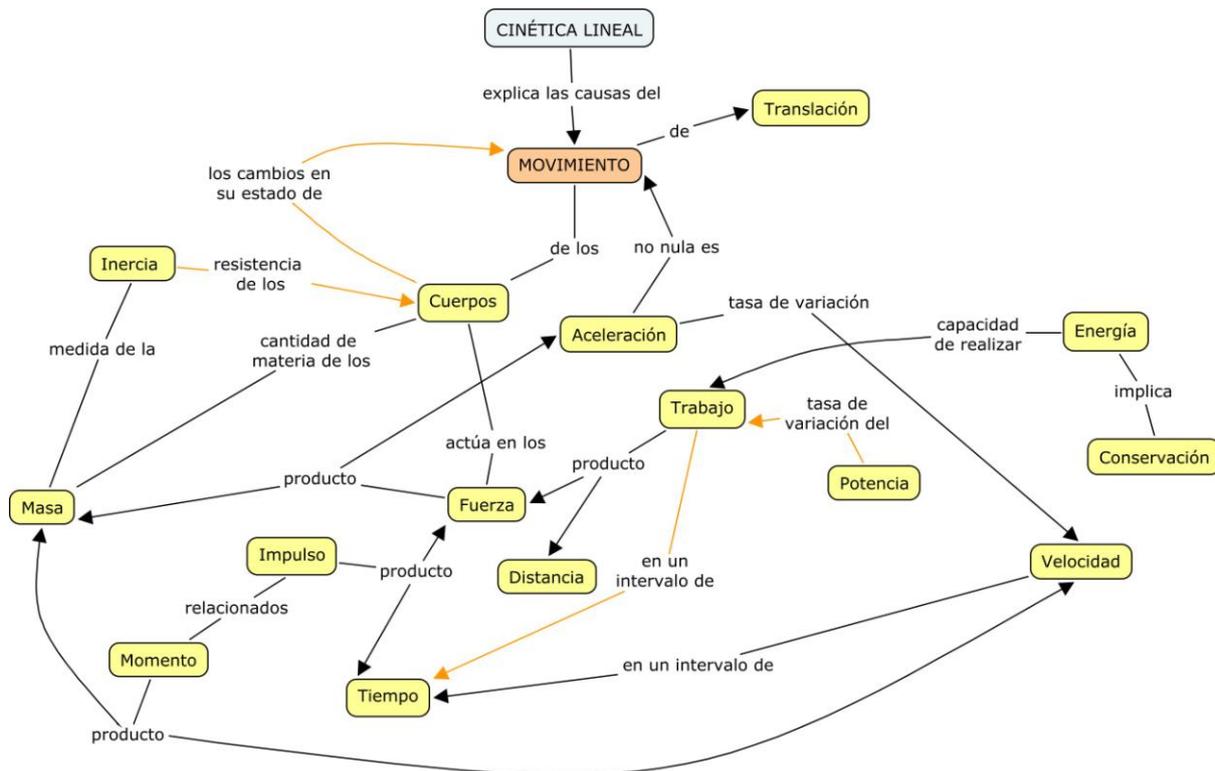


Figura 12 – Un mapa conceptual para la cinética lineal.

Lo que se ha visto hasta ahora se refería a las causas del movimiento lineal. A continuación se presentarán algunos conceptos referentes a las causas de los movimientos rotacionales.

3.2.2 Cinética angular

La cinética angular es muy útil porque explica las causas de las rotaciones articulares y suministra un modo cuantitativo de determinar el centro de gravedad del cuerpo humano (Knudson, 2007).

El concepto-clave de la cinética angular es el concepto de **torque** (o **momento de una fuerza**), que según Okuno y Fratin (2003) es la grandeza física asociada a la posibilidad de rotación, alrededor de un eje, derivado de la aplicación de una fuerza en un cuerpo. El efecto de rotación depende de la intensidad de la fuerza y de la distancia perpendicular al eje de rotación y puede ser expresado matemáticamente por la ecuación:

$$\vec{T} = \vec{F} \cdot \vec{d}_{\perp}$$

donde

$$\vec{T} = \text{torque};$$

\vec{F} = fuerza;

\vec{d}_{\perp} = distancia perpendicular al eje desde el punto de aplicación de la fuerza.

La unidad de medida del torque en el Sistema Internacional de Medidas es el N.m. El torque es una grandeza vectorial porque el efecto rotacional tiene lugar alrededor de un eje específico que sigue una dirección específica. Por convención, se atribuye la señal positiva cuando el giro tiene lugar en el sentido anti-horario y negativo, cuando el giro tiene lugar en el sentido horario (McGinnis, 2002).

El estudio del torque es de extrema importancia para el educador físico. Un ejemplo de su relevancia es el estudio de los torques musculares. De acuerdo con McGinnis (2002), los músculos crean torques que administran los miembros, es decir, el músculo aplica una fuerza que arrastra el sistema esquelético en su punto de inserción al contraerse.

Para que un objeto esté en equilibrio estático, las fuerzas externas deben sumar cero y los torques externos (en cualquier eje) también deben sumar cero (op. cit.). Transponiendo ese principio al sistema músculo-esquelético, se puede pensar en las contracciones isométricas que tienen lugar cuando el torque muscular se iguala al torque de una resistencia externa. Matemáticamente, esas condiciones pueden ser expresadas como:

$$\begin{aligned}\sum F &= 0 \\ \sum T &= 0\end{aligned}$$

donde

ΣF = fuerza externa resultante;

ΣT = torque resultante.

También se puede estimar la fuerza muscular usando la ecuación del equilibrio estático:

$$\sum T = \sum (F \cdot d_{\perp}) = 0$$

Suponiendo que se desea calcular la intensidad de la fuerza de un único músculo con relación a una resistencia externa, se puede utilizar el siguiente raciocinio:

$$\sum T = (F_m \cdot d_{\perp m}) + (F_r \cdot d_{\perp r}) = 0$$

donde

T = torque;

F_m = fuerza muscular;

$d_{\perp m}$ = distancia de la inserción muscular perpendicular con relación al eje de rotación;

F_r = fuerza de la resistencia;

$d_{\perp r}$ = distancia de la resistencia perpendicular con relación al eje de rotación.

La ecuación del equilibrio aún puede ser reescrita escalarmente como:

$$T_m = T_r$$

donde

T_m = torque muscular;

T_r = torque de la resistencia

o también,

$$F_m \cdot d_{\perp m} = F_r \cdot d_{\perp r}$$

Otro concepto importante de la cinética angular es el de **momento de inercia**, que es la resistencia a la aceleración angular. Vale la pena recordar que la inercia es la tendencia de un cuerpo para resistir a la aceleración. En el caso de la cinética angular, la resistencia a la aceleración angular se basa tanto en la masa como en la distancia de esa masa con relación al eje, y la masa se distribuye desde el eje de rotación (Hall, 2000). El símbolo que representa el momento de inercia es la **I**, y la ecuación que permite calcular esa grandezza es:

$$I = \sum mr^2$$

donde

I = momento de inercia con relación a un eje;

m = masa de la partícula;

r = radio (distancia) de la partícula al eje de rotación.

La unidad de medida del momento de inercia es el $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ y observando la ecuación se puede entender que la resistencia a la rotación de un objeto depende más de la distribución de la masa (r^2) que propiamente de la masa (m).

Un ejemplo de aplicación es cuando se desea rodar el cuerpo manipulando de modo habilidoso el momento de inercia cambiando la configuración de los segmentos del cuerpo con relación al eje de rotación. Al flexionar las articulaciones de las extremidades superior e inferior, se aproximan las masas de los segmentos al eje de rotación disminuyendo dramáticamente el momento de inercia de los miembros, facilitando la aceleración angular y, por consiguiente, el momento angular (Knudson, 2007).

En la cinética angular existen análogos las tres leyes de Newton. Con relación a la interpretación angular de la primera ley de Newton se puede decir que el momento angular de un objeto permanece constante a menos que un torque externo actúe sobre él. En la interpretación angular de la segunda, el cambio en el momento angular de un objeto es proporcional al torque externo ejercido sobre él en la dirección del torque externo resultante,

que es proporcional a la tasa de cambio en el movimiento angular (McGinnis, 2002). Finalmente, en el análogo angular a la tercera ley de Newton se establece que, para cada torque ejercido por un cuerpo sobre el otro, existe un torque igual y opuesto ejercido por el segundo cuerpo sobre el primero (Hall, 2000).

No se puede hablar de torque sin mencionar el concepto de **palanca**, que puede ser representada por una asta (o barra) que bajo la acción de fuerzas puede girar alrededor de un punto de apoyo o eje de rotación (Okuno y Fratin, 2003). La función de una palanca es realizar un trabajo con buena ventaja mecánica, llevando a un equilibrio de fuerzas con intensidades diferentes, por medio de sus torques. Para tener una palanca, es necesario experimentar la acción de por lo menos dos fuerzas y tener un punto de apoyo (Durán, 2006), la primera se puede denominar fuerza de acción¹⁹ y la segunda, fuerza de resistencia. En el cuerpo humano se consideran los huesos como barras, las articulaciones como ejes y los músculos como agentes de la fuerza.

Las palancas se subdividen en tres tipos:

- a) palanca de primera clase (o interfija), cuando el eje se localiza entre la fuerza de acción y la fuerza de resistencia (por ejemplo, un columpio, unas tijeras o la articulación atlanto-axial);
- b) palanca de segunda clase (o inter-resistente), cuando la fuerza de resistencia se localiza entre el eje y la fuerza de acción (por ejemplo, un cascanueces, una carretilla o la articulación metatarsfalangeana);
- c) palanca de tercera clase (o interpotente), cuando la fuerza de acción está localizada entre el eje y la fuerza de resistencia (cavar con una pala, articulación húmero-ulnar).

Otra aplicación importante de la cinética es la determinación del **centro de gravedad** (CG), que es definido como el punto alrededor del cual la masa y el peso del cuerpo están en equilibrio en todas las direcciones (Hall, 2000). Para cuerpos de forma regular y homogéneos, el CG coincide con el centro geométrico del objeto. En Biomecánica, la determinación del CG es de extrema importancia ya que se puede admitir que la fuerza peso de cada cuerpo actúa en su CG y puede ejercer un torque con relación al punto de apoyo, visto como un punto por donde pasaría un eje de rotación (Okuno y Fratin, 2003).

Para que un cuerpo esté en equilibrio, una línea vertical imaginaria que pasa por el CG debe caer en el área delimitada por la unión de los puntos de apoyo (op. cit.). Esa área recibe

¹⁹ Al analizar el movimiento humano, se puede llamar de fuerza de acción la fuerza muscular.

el nombre de **base de soporte** y la línea imaginaria que es proyectada del CG con relación al centro de la Tierra es denominada **línea de gravedad**.

La localización del CG en el cuerpo humano es difícil porque el mismo muda constantemente la configuración de la distribución de peso en función de las diferentes posiciones asumidas. Siempre que un brazo, una pierna o un dedo se mueve, la localización del CG como un todo es desviada en la dirección del desplazamiento del peso (Hall, 2000). Para determinar la localización del CG, se pueden utilizar dos métodos: la plancha de reacción²⁰ y el método segmentario²¹.

Por último, pero no menos importantes, son definidos los conceptos de estabilidad y equilibrio. La **estabilidad** es la resistencia a la ruptura del **equilibrio**, que a su vez es definido como la capacidad de controlar la estabilidad (op. cit.). También, es importante considerar el concepto de **balanceo**, que es la habilidad de una persona de controlar su posición corporal con relación a una base de soporte, tanto en condiciones de equilibrio estático como dinámico (Knudson, 2007).

Para mejorar el balanceo, se puede alterar la postura corporal o el posicionamiento de los segmentos, así como, contar con algunos órganos de los sentidos y procesos cognitivos relacionados al control motor (op. cit.).

Hall (2000) presenta cinco principios de estabilidad que interfieren en la capacidad de un cuerpo de mantener el equilibrio cuando otros factores se mantienen constantes:

- a) una mayor masa corporal;
- b) una mayor fricción entre el cuerpo y la(s) superficie(s) de contacto;
- c) aumento del tamaño de la base de soporte en la dirección de la línea de acción de una fuerza externa;
- d) posición horizontal del CG próximo del borde de la base de soporte sobre la fuerza externa actuante y
- e) posición vertical del CG lo más bajo posible.

Hall (2000) también destaca que en condiciones normales, el tamaño de la base de soporte también puede ser determinante de la estabilidad.

²⁰ Procedimiento en el que es necesario el uso de una balanza, de una plataforma de la misma altura de la superficie de peso de la balanza y de una plancha rígida con soporte nítido en ambas puntas. Las fuerzas que generan torque al nivel del apoyo incluyen el peso del sujeto, el peso de la plancha y la fuerza de reacción de la balanza sobre la plataforma (Hall, 2000).

²¹ Para una descripción detallada de ese método, ver Okuno y Fratin (2003).

El mapa conceptual ilustrado en la Figura 13 sintetiza los conceptos presentados en la cinética angular.

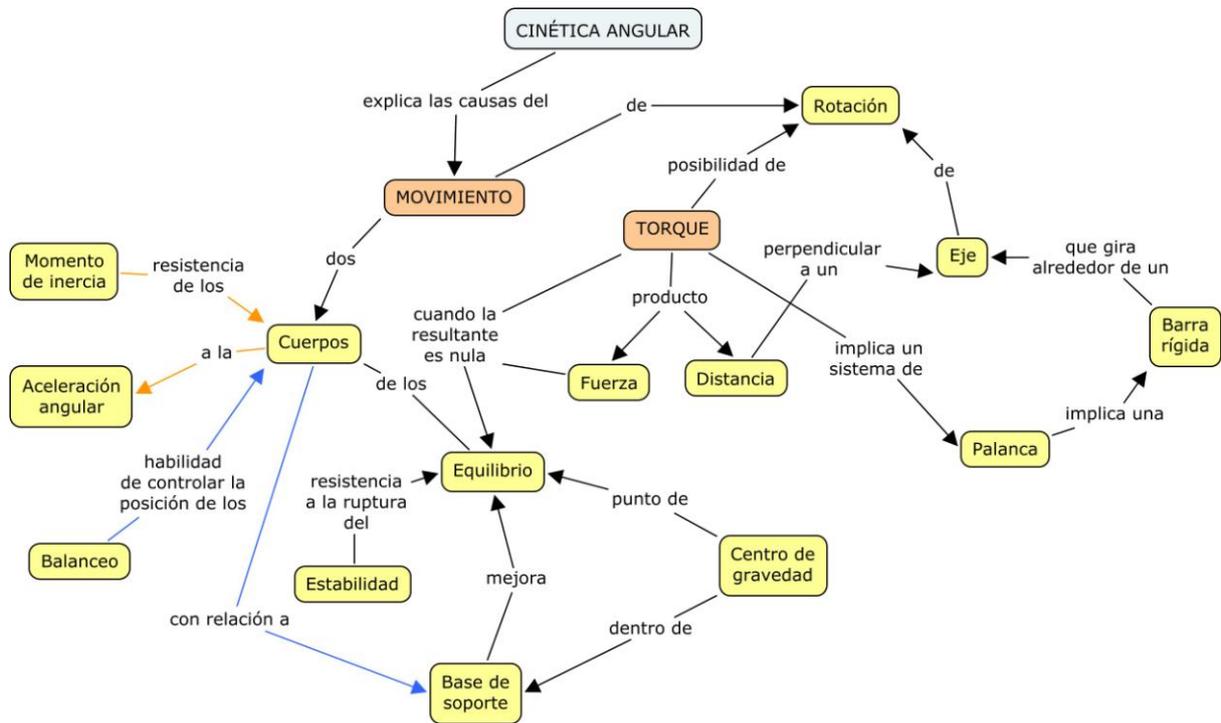


Figura 13 – Un mapa conceptual para la cinética angular.

En el próximo capítulo será presentado el primer estudio que integra esta investigación y que generó los cambios que llevaron al segundo estudio.

CAPÍTULO IV

**DIFICULTADES DE LOS ALUMNOS DEL
CURSO DE DIPLOMATURA EN EDUCACIÓN
FÍSICA EN LA RESOLUCIÓN DE
PROBLEMAS-TIPO DE BIOMECÁNICA**

4 DIFICULTADES DE LOS ALUMNOS DEL CURSO DE DIPLOMATURA EN EDUCACIÓN FÍSICA EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS-TIPO DE BIOMECÁNICA

4.1 Metodología de la investigación

4.1.1 Objetivo del estudio

El presente estudio tuvo el objetivo de identificar, durante el primer semestre del año lectivo de 2007, cuáles eran las dificultades de los alumnos de un curso de Diplomatura en Educación Física en la resolución de problemas-tipo de Biomecánica.

4.1.2 Caracterización del estudio

Esa investigación fue conducida en el paradigma cualitativo. Los estudios cualitativos, según Husén (1988), tienen su origen en las ciencias humanas, con énfasis en informaciones holísticas y cualitativas y se caracterizan por tener el objetivo de interpretar un problema. La visión de mundo varía de acuerdo con la percepción del investigador y es altamente subjetiva. Inicialmente los objetivos son la descripción, la comprensión y el significado del evento, y, para eso, hay necesidad de la inserción del investigador en el contexto estudiado (observando, recogiendo datos), pero sin manipular variables con tratamientos experimentales (Thomas y Nelson, 2002). En el caso de ese estudio, la investigadora era la profesora responsable de la asignatura *Biomecánica del Movimiento en Deportes*, siendo responsable tanto de la programación de los contenidos como de preparar e impartir las clases y también de evaluar los alumnos.

En ese paradigma, la interacción investigador-investigado es inevitable y, por eso, uno acaba influenciando el otro (Guba y Lincoln, 1988). Por esa razón, el investigador admite la utilización del conocimiento tácito (*insights*, intuiciones, aprehensiones, que no siempre se pueden hacer explícitas y claras en formularios de recogida de datos), lo que hace que los instrumentos utilizados para obtener datos sean flexibles y sensibles dando una visión holística sobre los registros obtenidos. Los registros de ese estudio se obtuvieron a través de un diario, en el cual la investigadora anotaba las explicaciones dadas en clase y los comentarios de los alumnos, así como, a través de problemas por escrito entregados por los alumnos y por tests y pruebas escritas realizadas a lo largo del semestre lectivo.

En el estudio cualitativo, surgen hipótesis a partir de las observaciones (es decir, las hipótesis no son formuladas *a priori*) porque no es la teoría la que guía la investigación; al contrario, la teoría podría configurar-se como una restricción a los elementos reconocidos por el investigador como importantes, pudiendo llevar a sesgos metodológicos del tipo “creer es ver” (Guba y Lincoln, 1988). Esto explica por qué la propuesta metodológica no puede ser totalmente planificada previamente.

Los investigadores cualitativos no están interesados en hacer generalizaciones por creer que el comportamiento humano nunca es libre de tiempo y contexto, o sea: lo que sirve para un grupo, no necesariamente servirá para otro. En ese estudio, la situación no es diferente, aunque haya una tendencia a creer que las dificultades en la resolución de problemas de Biomecánica suelen repetirse a lo largo de los semestres.

4.1.3 Procedimientos

A pesar del carácter fluido y abierto de la investigación cualitativa, es importante delinear una planificación para selección y construcción de técnicas de recogida de datos. Este estudio se basó en dos etapas distintas:

1. observación, descripción, recogida y documentación de los datos;
2. interpretación y análisis de los resultados.

La primera etapa consistió en la observación participativa en todas las clases de los dos grupos de la asignatura de Biomecánica del Movimiento en Deportes, impartidas por la propia investigadora en el primer semestre de 2007, en el curso de Diplomatura en Educación Física (diurno y nocturno), en un Centro Universitario localizado en una ciudad de la gran Porto Alegre, totalizando 68 horas de clases en el grupo diurno y 64 horas de clase en el grupo nocturno. Las clases empezaron el 27/02/2007 y acabaron el 28/06/2007.

Todas las clases tuvieron lugar en las dependencias de ese Centro Universitario, siendo las clases teóricas y de resolución de problemas impartidas en las clases 814 del edificio 1 (grupo diurno) y 525 del edificio 1 (grupo nocturno), y cuatro clases prácticas impartidas en el gimnasio, en la piscina y en el laboratorio de informática.

El grupo diurno contó con 20 alumnos matriculados, cuatro de los cuales dejaron el curso a lo largo del semestre (una por abandono del curso y tres por exceso de faltas). El grupo estaba compuesto por 12 alumnos del sexo masculino y 8 del sexo femenino. El grupo de la noche contó con 11 alumnos matriculados y, a lo largo del semestre, solamente una

alumna abandonó el curso. El grupo estaba compuesto por 7 alumnos del sexo masculino y 4 del sexo femenino.

Esta etapa consistió en observación con anotaciones de experiencias vividas en las clases impartiendo contenidos, auxiliando en la resolución de problemas, formulando y aplicando instrumentos evaluativos, anotando acciones e interactuando activamente con los alumnos. Fueron añadidos varios comentarios interpretativos procedentes de las percepciones, conversaciones fuera de las clases, de interacciones informales con algunos estudiantes y del papel que la investigadora y los alumnos fueron desempeñando a lo largo del semestre.

En un diario se anotaron citas, comentarios, dudas, respuestas y relatos ilustrativos de puntos de vista de los alumnos y de la profesora-investigadora. Se recogieron materiales referentes a la resolución de problemas y evaluaciones, a partir de los cuales emergieron los datos para el análisis.

La segunda etapa consistió en el proceso de análisis e interpretación de los datos con la finalidad de mejorar el entendimiento de los mismos y buscar indicadores que posibiliten inferencias de conocimiento posibilitando la presentación de los resultados a profesores e investigadores. En ese sentido, fue importante la sistematización de la transcripción de las anotaciones de campo, la clasificación de los conceptos en categorías de análisis, así como el análisis de los comentarios, integrando el conjunto de técnicas que caracterizan la investigación cualitativa, que presupone que el investigador permanentemente someta sus actividades a un cuestionamiento y reevaluación continuos, con el fin de buscar validez a través de la credibilidad.

A continuación, se presentará la contextualización y organización de la asignatura Biomecánica del Movimiento en Deportes, así como, el análisis de los resultados que permitieron identificar las dificultades de los alumnos en la resolución de los problemas-tipo extraídos de libros de texto consagrados de esa área.

4.2 El contexto de la asignatura Biomecánica del Movimiento en Deportes

El estudio fue conducido en un Centro Universitario localizado en una ciudad de la Gran Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. En esa institución, el curso de Educación Física fue implantado el año 2000 con habilitación en Licenciatura Plena. En esa habilitación, el profesional podía ejercer sus funciones de educador físico en cualquier ambiente de trabajo (sea escolar o en clubs, gimnasios, plazas, etc.). El primer grupo estaba compuesto por 50 aprendices, de los cuales tres se graduaron en enero de 2004. La asignatura de Biomecánica

no formaba parte del currículo vigente en aquella época, siendo discutida sólo superficialmente en dos clases en la asignatura de Cinesiología I, la cual era ofrecida a partir del 5° semestre.

Posteriormente, por decisión del Consejo Nacional de Educación, se extinguió la modalidad de Licenciatura Plena en Educación Física y el curso pasó a ser ofrecido en dos modalidades: Licenciatura y Diplomatura. El licenciado puede ejercer las funciones de profesor en instituciones de enseñanza primaria y el bachiller puede actuar como educador físico en cualquier contexto que no sea el de la Educación Física escolar (gimnasios, clubs, escuelas, plazas, empresas, etc.). El currículo de la Licenciatura en Educación Física permaneció sin la asignatura de Biomecánica por decisión del colegiado del curso y también perdió las dos clases sobre el asunto las cuales estaban en los contenidos trabajados en Cinesiología I. La Cinesiología I tomó el nombre de Cinesiología y pasó a ser común a los dos cursos, lo que forzó una reformulación de sus contenidos. En el currículo del Diplomatura en Educación Física se introdujo la asignatura de Biomecánica del Movimiento en Deportes (Anexo 3), en el 4° semestre. La carga horaria semanal de la asignatura es de 4 horas, correspondiendo a 4 créditos y tiene como prerrequisito, aprobación en Cinesiología. Sin embargo, por cuestiones administrativas, es bastante común que los alumnos que no han cursado el prerrequisito consigan efectuar la matrícula en la asignatura, cuyo plan de enseñanza se encuentra en el Anexo 4.

4.3 Estrategias de enseñanza

En el primer semestre de 2007, la asignatura de Biomecánica del Movimiento en Deportes fue ofrecida en el turno diurno y nocturno. En el turno diurno, la asignatura fue ofrecida los miércoles, con 17 encuentros de 4 horas semanales, mientras que en el turno nocturno fueron ofrecidos 16 encuentros, también de 4 horas semanales, debido a un día de fiesta. Los contenidos trabajados en la asignatura fueron divididos en dos partes:

- Contenidos que formaron parte de la primera evaluación
 - introducción a la Biomecánica, (una clase expositiva, tradicional, abordando el concepto de fuerza, diagramas de fuerza, tipos de fuerza);
 - conceptos cinemáticos y cinéticos lineales y angulares del movimiento humano y equilibrio en el movimiento humano (dos clases expositivas, tradicionales y una clase práctica en el gimnasio, abordando conceptos de

distancia, desplazamiento, velocidad, rapidez, aceleración, cantidades medias e instantáneas, medidas de ángulos, relaciones entre movimiento lineal y angular, leyes de Newton, comportamiento mecánico de los cuerpos en contacto - roce, momento, impulso, impacto - análogos angulares de las leyes de Newton, resistencia a la aceleración angular, momento angular²², centro de gravedad, condiciones de equilibrio, balanceo y estabilidad, torque y palancas).

- Contenidos que formaron parte de la segunda evaluación:
 - biomecánica de los tejidos biológicos (una clase expositiva, abordando conocimientos con relación a tensiones y deformaciones del cuerpo, sistema óseo, muscular y articular);
 - mecanismos de lesión (una clase expositiva, discutiendo los tipos y efectos de fuerzas que actúan sobre el cuerpo, así como sus consecuencias en los diferentes tejidos biológicos);
 - mecánica de los fluidos (una clase expositiva, tradicional y una clase práctica en la piscina, abordando conceptos relativos a la naturaleza de los fluidos, fluctuación, resistencia dinámica y propulsión en medio líquido);
 - análisis biomecánica cualitativa (realizada en el gimnasio y en el laboratorio de informática, en una clase).

Se dedicaron 9 encuentros para impartir clases teórico-prácticas de todos los contenidos contemplados en el programa, además de 5 encuentros para la resolución de problemas en el grupo diurno y 4 en el grupo nocturno y, finalmente, 3 encuentros más para la realización de actividades de evaluación (dos pruebas y la presentación de un trabajo relativo al análisis biomecánico cualitativo).

La nota final de la asignatura fue calculada basándose en tres pruebas (dos que abarcaron los conocimientos relativos a conceptos cinemáticos y cinéticos, lineales y angulares del movimiento humano, y equilibrio en el movimiento humano y una que abarcó los conocimientos relativos a la biomecánica de los tejidos biológicos, mecanismos de lesión y mecánica de los fluidos); presentación de un seminario en grupos, organizado a partir de la lectura de dos artículos por grupo sobre lesiones en el deporte (de libre elección por parte de los integrantes del grupo) y presentación de un trabajo de análisis biomecánico cualitativo,

²² Momento de inercia o inercia rotacional.

que tuvo el objetivo de filmar un ejercicio de gimnasio y analizarlo bajo todos los aspectos pertinentes a los contenidos del curso.

4.4 El cotidiano de las clases

La observación participativa proporcionó un semestre lectivo de aprendizaje, mezclado con situaciones de varias naturalezas en lo que se refiere a la relación humana (crisis, discusiones, lamentos, en medio de muchos momentos de relajación, interés, descubrimientos, amistad, etc.).

El público investigado estaba compuesto por estudiantes universitarios, todos eran del curso de Diplomatura de Educación Física, cursando, en media, el cuarto semestre del curso (pero, por cuestiones administrativas, había un alumno que acababa de ingresar y un alumno de final de curso).

El punto de partida para interpretar las dificultades de los alumnos con relación a los problemas-tipo presentados en los libros de Biomecánica es el análisis de los registros realizados después de cada clase, que ayudan a entender de qué manera la profesora-investigadora presentaba sus explicaciones y cómo se daban las interacciones con los aprendices. Todas las transcripciones de manifestaciones verbales de los alumnos dentro y fuera de las clases, presentadas a continuación, fueron identificadas por un código numérico (asociado al nombre del alumno, definido de forma aleatoria, para garantizar la confidencialidad de los datos).

4.4.1 Dificultades de los alumnos en la resolución de problemas-tipo de Biomecánica durante las clases en la primera parte de la asignatura

Las tres primeras clases del curso fueron presentadas de manera expositiva, utilizando como recursos didáctico-pedagógicos la pizarra y/o transparencias presentadas a partir de un proyector multimedia. En esos encuentros no se registró ninguna participación de los alumnos, ya que estuvieron atentos a las explicaciones y realizaron sus propias anotaciones en los respectivos cuadernos. Se les facilitó, vía internet, apuntes referentes a los contenidos trabajados en las clases (copia de las transparencias) y listas de ejercicios enumerados. Según se describe en el ítem 4.2, en esas clases se presentó el concepto de fuerza, los diagramas de fuerza, así como los tipos de fuerza; los conceptos pertinentes a la cinemática y cinética (tanto lineal como angular) del movimiento humano; el equilibrio en el movimiento humano; las

leyes de Newton; momento angular; centro de gravedad; las condiciones de equilibrio, así como el concepto de balanceo y estabilidad, y también, torque y palancas. Es importante destacar que los estudiantes matriculados en el semestre 2007/2 supuestamente poseían los subsunores relativos a los conceptos y terminología anatómicos y cinesiológicos, ya que esas asignaturas son prerrequisito para hacer la asignatura Biomecánica del Movimiento en Deportes²³.

Las cinco clases siguientes fueron clases de resolución de problemas. La mayor parte de los problemas-tipo presentados a los alumnos fue extraída de libros de texto consagrados del área de la Biomecánica y fueron reproducidos tal y como fueron concebidos por los respectivos autores en una lista de ejercicios disponible en internet. Para facilitar el análisis de los datos de esa investigación, los problemas-tipo fueron clasificados en problemas de torque y problemas de movimiento.

Antes del inicio de la resolución de problemas se les dio una explicación sobre la fuerza muscular, la cual se descompone en dos componentes: una compresiva y otra que genera el torque. Fue utilizado el siguiente diagrama (Figura 14):

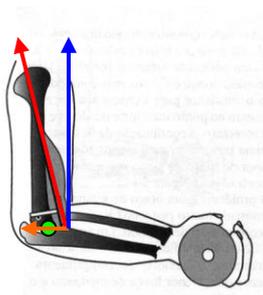


Figura 14 – Representación esquemática de la descomposición de la fuerza muscular (representada por el vector rojo) en dos componentes: una que da origen al torque (vector azul) y otra que da origen a la compresión articular (vector naranja). La esfera verde representa el eje articular perpendicular a la página.

El vector rojo representa la fuerza resultante aplicada por las fibras musculares, el cual se descompone en un vector naranja que representa la componente compresiva que incide en la articulación, manteniendo su estabilidad, y en un vector en azul que representa la componente perpendicular al eje articular, usada para generar torque.

²³ Excepcionalmente algún estudiante solicita hacer la asignatura sin haber hecho Cinesiología previamente, lo que dificulta sobremanera la comprensión de los asuntos abordados en Biomecánica, sin embargo, ese no fue el caso en el semestre en que se recogieron esos datos. Había solamente un estudiante de inicio de curso, o sea, sin ningún prerrequisito, pero, no presentó dificultades ya que venía de una escuela donde se le había dado una buena base física.

Esa explicación dio origen a la primera duda, manifestada por el ALUMNO 29, el cual preguntó si torque es lo mismo que fuerza y se explicó que no. El torque es una magnitud que genera rotación por medio de una fuerza perpendicular a un posible eje de rotación, aplicada a una distancia del referido eje.

La rutina de resolución de problemas, tanto los problemas sobre el concepto de torque como aquéllos sobre el concepto de movimiento, incluyó siempre una explicación previa acompañada de la respectiva demostración realizada por la profesora en la pizarra. La profesora les pedía a los alumnos que intentasen resolver, solos o en parejas, algunos problemas en clase y, algunas veces, pasaba otros como tarea de casa, pidiéndoles siempre a los alumnos que trajesen sus dudas por escrito. Es importante destacar que los estudiantes no siempre realizaban la tarea y anotaban sus dudas. La profesora frecuentemente les preguntaba a los alumnos en clase sobre sus dificultades y, cuando era el caso, anotaba los relatos verbales.

A partir de las respuestas dadas por los alumnos tanto del análisis de los registros escritos como de los comentarios verbales, emergieron dos categorías de dificultades, que se dividieron en otras subcategorías, las cuales se presentarán a continuación, acompañadas de ejemplos.

4.4.1.1 Dificultades de carácter conceptual

a) El enunciado es ambiguo o mal-formulado²⁴

Los siguientes problemas representan ejemplos de enunciados ambiguos o mal-formulados.

Ejemplo 1. *Problema 20. Dos personas empujan una puerta de vaivén. Si A ejerce una fuerza de 40 N a una distancia perpendicular de 20 cm de la bisagra y B ejerce una fuerza de 30 N, ¿cuál será el torque resultante que actuará en la bisagra y en qué dirección oscilará la puerta?* (Hall, 2000, p. 336)

Fue unánime por parte de los alumnos la dificultad para resolver el problema 20 de la lista de ejercicios. La ALUMNA 22 dijo que en el enunciado faltó decir si la distancia era la misma, pero que, para resolver el problema, supuso que era. La ALUMNA 26 tampoco sabía si la distancia era la misma y no respondió. No quedó claro para los ALUMNOS 25 y 26 si las

²⁴ Los problemas utilizados en esa investigación fueron extraídos o adaptados de libros de texto consagrados en el área de la Biomecánica.

personas estaban empujando la puerta juntas o en lados opuestos. Releyendo el enunciado del problema 20 y reflexionando sobre los comentarios de los alumnos, se desprende que, de hecho, faltan algunos datos, haciendo pertinentes las dudas referidas por los ALUMNOS 22, 25 y 26.

Ejemplo 2. *Problema 26.* Una bola de fútbol rueda sobre un campo. Para $t = 0$, la bola posee una velocidad instantánea de 4 m/s. Si la aceleración de la bola es constante en $-0,3 \text{ m/s}^2$, ¿cuánto tiempo llevará la bola para parar completamente? (Hall, 2000, p. 243).

La Figura 15, presentada en el libro de texto fue reproducida en la lista de ejercicios.

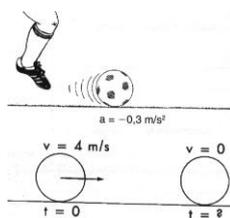


Figura 15 – Esquema sugerido por Hall (2000) para resolver el problema 26.

En el caso de ese problema, no queda claro en el enunciado que se debe despreciar el movimiento de rotación de la bola y considerar solamente el movimiento de traslación.

Para Oñorbe de Torre y Sánchez Jiménez (1996), la interpretación del enunciado consiste en un obstáculo para la resolución de problemas. Pimentel (1998) defiende que el libro de texto debe ser tomado como importante instrumental de apoyo, tanto para profesores como para estudiantes, sin embargo, no debe ser considerado como dueño de la verdad absoluta. En esa perspectiva, los profesores deben ser capaces de corregir o adaptar problemas encontrados en ese tipo de material.

b) Alumnos no saben qué fórmula escoger o no entienden el significado de las variables del enunciado

A partir del análisis de los datos, se verificó que ese tipo de dificultad fue el más frecuente entre los alumnos investigados. Se presentan diez ejemplos a continuación.

Ejemplo 1. *Problema 17.* ¿Cuánta **fuerza** debe producir el bíceps braquial, que se inserta en el radio formando un ángulo de 90° con el cúbito y a una distancia de 3 cm del centro de rotación del codo, para sostener un peso de 70 N en la mano a una distancia de 30 cm de la articulación del codo? (Hall, 2000, p. 325).

Con el fin de facilitar la comprensión de los alumnos, la profesora reprodujo en la pizarra el dibujo representado en la Figura 16.

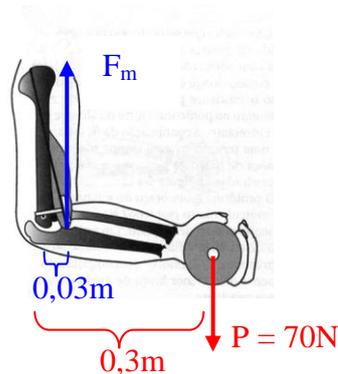


Figura 16 – Representación pictórica del enunciado del problema 17. F_m representa la fuerza muscular resultante.

Se llamó la atención para la palabra *sostener*, presente en el enunciado del problema. Se reforzó que esa palabra significa una contracción muscular del tipo isométrica²⁵, es decir, existe una tendencia de la articulación para girar hacia arriba (en función de la línea de acción de las fibras musculares, cuya inserción se localiza en el radio), que se equilibra por la tendencia a girar para abajo, generada por la fuerza peso del objeto. Se explicó que si la articulación no gira en ningún sentido es porque esas tendencias son iguales, por tanto, las intensidades de los torques generados por el músculo y por el objeto (resistencia) son iguales.

El ALUMNO 23 comentó:

- “*Son muchas fórmulas diferentes para resolver esos problemas. Creo que no estoy entendiendo cómo las debo usar porque perdí dos clases seguidas*” (ALUMNO 23).

La profesora explicó que sólo era necesario utilizar la ecuación del torque y la trigonometría para resolver el problema. A partir del comentario del ALUMNO 23 se puso de manifiesto la preocupación por saber identificar la ecuación para hallar el resultado del problema, no habiendo quedado claro si había o no interés en el entendimiento conceptual.

Solaz-Portoléz, Sanjosé-López y Vidal-Abarca (1995) llaman la atención para el hecho de que el conocimiento procedimental del algoritmo es una condición necesaria pero no suficiente para la apropiada comprensión y aplicación de los conceptos en la resolución de problemas. En ese sentido, la preocupación del ALUMNO 23 puede ser legítima siempre que también hubiese interés en la comprensión conceptual.

Ejemplo 2. *Problema 18. El tendón cuadricepsal se inserta en la tibia formando un ángulo de 30° a 4 cm del centro articular de la rodilla. ¿Cuándo una espinillera de 80 N se sujeta al*

²⁵ Tipo de contracción muscular (estática) en que la fuerza muscular se iguala a la fuerza de resistencia.

tobillo a 28 cm, ¿cuánta **fuerza** deberá ejercer el cuádriceps para mantener la pierna en la posición horizontal? (adaptado de Hall, 2000, p. 326)

El esquema representado por la Figura 17 ilustra el dibujo semejante al realizado por la profesora en la pizarra sobre el enunciado del problema 18, para auxiliar los alumnos a visualizar las variables involucradas.



Figura 17 – Representación pictórica del enunciado del problema 18.

Dificultades manifestadas por los alumnos:

“- ¿Dónde forma ese ángulo?” (ALUMNO 25)

“- Entre la inserción del músculo y el hueso.” (Profesora)

“- ¿Es necesario ese ángulo para resolver ese problema?” (ALUMNO 30)

“- No”. (Profesora)

“- ¿Dónde está sujeta la espinillera?” (ALUMNO 25)

“- El enunciado del problema informa que es en el tobillo.” (Profesora)

“- ¿El peso de la pierna no es importante?” (ALUMNO 25)

“- En la práctica, sí, pero en ese problema no está siendo considerado.” (Profesora)

Los comentarios del ALUMNO 25 muestran clara dificultad en interpretar el enunciado del problema, ya vez que la localización del ángulo y de la espinillera están explícitos en el problema. Por otro lado, esos comentarios revelan una preocupación con la comprensión por el hecho de mencionar el peso de la pierna y de intentar entender dónde está localizado ángulo. Pero, en el caso de la duda del ALUMNO 30, se percibe una falta de comprensión conceptual, ya que el mismo demostró que no había entendido el papel del ángulo en ese tipo de situación.

Ejemplo 3. Problema 20, transcrito anteriormente en el ítem 4.3.1.1 a).

Los alumnos del grupo diurno no respondieron el problema justificando que no entendieron el concepto de torque resultante.

Ejemplo 4. Problema 23. *Un trabajador se inclina y levanta una caja de 90N a una distancia de 0,7 m del eje de rotación de su columna vertebral. Ignorando el efecto del peso corporal, ¿cuánta fuerza adicional tendrán que ejercer los músculos lumbares con un brazo de momento medio²⁶ de 6 cm para estabilizar la caja en la posición mostrada? (Hall, 2000, p. 338).*

La profesora comentó que la relación ilustrada en la Figura 18 (extraída del libro de texto) es muy utilizada en gimnástica laboral.

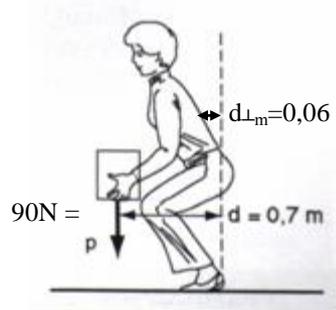


Figura 18 – Esquema adaptado de Hall (2000) por la profesora para auxiliar en la resolución del problema 23.

Los ALUMNOS 1 y 6 comentaron que no resolvieron el problema porque no entendieron el significado del término “brazo de momento medio” en el enunciado. La profesora no había explicado que ese término es usado como sinónimo de distancia perpendicular, por otro lado, los alumnos tampoco manifestaron interés en buscar el significado en la literatura.

Pimentel (1998) defiende que el libro de texto es un importante instrumento de apoyo para el profesor y para los aprendices, aunque pondera que no debe ser usado como fuente de verdad absoluta. Por otro lado, la falta de trabajo e interés es apuntada por Oñorbe de Torre y Sánchez Jiménez (1996) como importante factor que justifica el fracaso en la tarea de resolver problemas.

Los ALUMNOS 10 y 11 dijeron que no consiguieron resolver el problema porque no sabían qué fórmula utilizar. En ese caso específico, parece evidente que esos alumnos no están interesados en comprender los conceptos para aplicarlos en cualquier situación evidente, contentándose, solamente, con encontrar un resultado numérico que responda al problema a través de una ecuación, lo que corrobora la opinión de Escudero y Flores (1996), que infieren que, habiendo fórmulas para todo, los alumnos prefieren utilizarlas. Los autores atribuyen esa característica a los alumnos con menor rendimiento, para los cuales también parece que las

²⁶ También conocido como brazo de palanca.

ecuaciones no tienen significado. Ese comportamiento es característico de “novatos”, que tienen un conocimiento reducido con relación a los especialistas. En la Teoría del Procesamiento de Información, eso se llama “chunks” de conocimiento.

Ejemplo 5. *Problema 8. Dos alumnos corren en un patio tras una bola. El alumno 1 empieza a correr a una distancia de 15 metros de la bola y el alumno 2 empieza a correr a una distancia de 12 metros de la bola. Si la velocidad media del alumno 1 es de 4,2 m/s y la velocidad media del alumno 2 es de 4,0 m/s, ¿cuál de los dos alcanzará la bola primero?* (Hall, 2000, p. 16).

La ALUMNA 26 no supo qué hacer con los datos del enunciado del problema, pero respondió que el *alumno 2* (del enunciado del problema) alcanzaría la bola primero porque, aunque su velocidad media fuese inferior a la del *alumno 1*, su distancia hasta la bola también era menor.

Ejemplo 6. *Problema 26, transcrito anteriormente en el ítem 4.3.1.1 a).*

Los ALUMNOS 4 y 2 comentaron que no sabían lo que hacer con el signo negativo de la aceleración y la ALUMNA 12 dijo que pensó que, debido a ese signo negativo, tendría que disminuir la aceleración de “algo”. La profesora explicó que el signo es una convención para indicar que el cuerpo está disminuyendo la velocidad (está frenando). El ALUMNO 25 le pidió a la profesora que explicase nuevamente la diferencia entre velocidad vectorial y escalar. El ALUMNO 10 puso la ecuación en el papel, pero no dio continuidad a la solución, es decir, no sustituyó los valores, probablemente por no entender el significado de los términos de la ecuación, y no llegó a la respuesta. El ALUMNO 11 dijo que no sabía cuál era la fórmula que debería ser usada, ni qué raciocinio tendría que adoptar. Los alumnos 8 y 12 restaron la aceleración de la velocidad y llegaron a un resultado equivocado.

Ejemplo 7. *Problema 27. Un corredor completa un test de 6 vueltas y media alrededor de una pista ovalada de 400 m en 12 minutos (720 s). Calcular las siguientes cantidades:*

- a) *la distancia recorrida por el corredor;*
- b) *el desplazamiento del corredor al término de 12 minutos;*
- c) *la rapidez (velocidad escalar) media del corredor;*
- d) *la velocidad media del corredor.*

(Hall, 2000, p. 259)

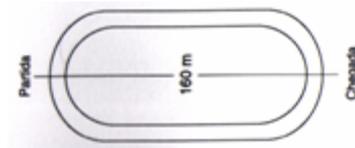


Figura 19 – Esquema sugerido por Hall (2000), representando la pista ovalada.

Ningún alumno consiguió resolver ese problema en su totalidad. Analizando las respuestas de los alumnos, la profesora dedujo que no comprendieron la diferencia entre distancia y desplazamiento y entre velocidad escalar (rapidez) y velocidad vectorial (velocidad media). Los ALUMNOS 3, 7, 8, 12, 15, 20 y 26 calcularon los ítems a) y c) pero no resolvieron los b) y d), probablemente porque no se dieron cuenta de que la variable desplazamiento estaba en la figura y no en el enunciado. El ALUMNO 11 consideró que 400 m (perímetro de la pista ovalada representada en el dibujo) sería el desplazamiento e hizo el cálculo de la velocidad media usando ese valor. El ALUMNO 11 se sorprendió por haber obtenido valores diferentes de velocidad media y rapidez, probablemente por imaginar que representasen lo mismo. El ALUMNO 10 usó el valor de la largura de la pista rectilínea dentro de la pista ovalada, que ya es el valor del desplazamiento, para calcular esa variable, multiplicando ese valor por el número de vueltas. Ese alumno acertó el ítem a), pero no el ítem b). Además, no calculó los ítems c) y d). El ALUMNO 16 acertó los ítems a), b) y c), pero no el ítem d) por haber calculado la velocidad media como si fuese igual a la rapidez. Los ALUMNOS 20 y 26 dijeron que no recordaban los conceptos.

Ejemplo 8. *Problema 28. Una bola rueda con una aceleración de $-0,5 \text{ m/s}^2$. Si para después de 7 s, ¿cuál era su velocidad inicial?* (Hall, 2000, p. 259).

Los ALUMNOS 2, 8 y 26 se confundieron con el signo negativo de la aceleración. La alumna 26 resolvió el problema, pero dejó los valores con el signo negativo ($-v_i = -3,5 \text{ m/s}$). Los ALUMNOS 3 y 11 no sabían cuál era la fórmula para resolver el problema.

Ejemplo 9. *Problema 35. Calcule los **torques** ejercidos por una pesa de 1 kg colocado en la palma de la mano de una persona con el hombro abducido a 90° con relación al eje que pasa por el: a) puño; b) codo; c) hombro. (Considere las siguientes distancias: hombro-codo: 25cm, codo-puño: 22cm y puño-centro de la mano: 6 cm).* (Okuno y Fratin, 2003, p. 36)

Para ayudar a resolver el problema, la profesora hizo un dibujo semejante al de la Figura 20 en la pizarra.

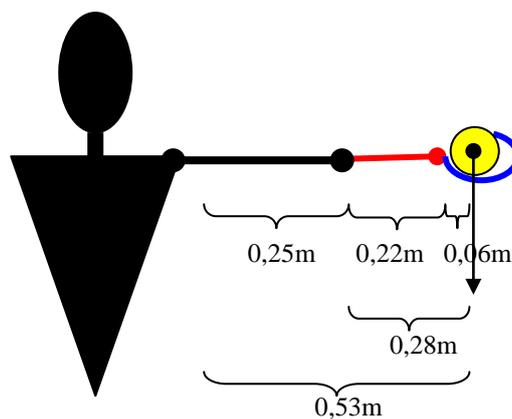


Figura 20 – Representación pictórica realizada por la profesora para auxiliar los alumnos a representar el enunciado del problema 35.

Los ALUMNOS 4, 8, 11, 12 y 20 calcularon los torques usando las medidas directas (puño = 0,06m; codo = 0,22m y hombro = 0,25m), sin tener en cuenta la suma de las medidas en los ítems b) y c), es decir, puño + codo = 0,28m y puño + codo + hombro = 0,53m. Los resultados obtenidos no eran correctos.

Ejemplo 10. *Problema 36: Repita el ejercicio²⁷, considerando el brazo formando un ángulo de 30° con la vertical (observe el primer dibujo del problema 34). (Okuno y Fratin, 2003, p. 36).*

Nuevamente, para auxiliar en la resolución del problema, la profesora hizo un dibujo (Figura 21) semejante al de la Figura 20 en la pizarra.

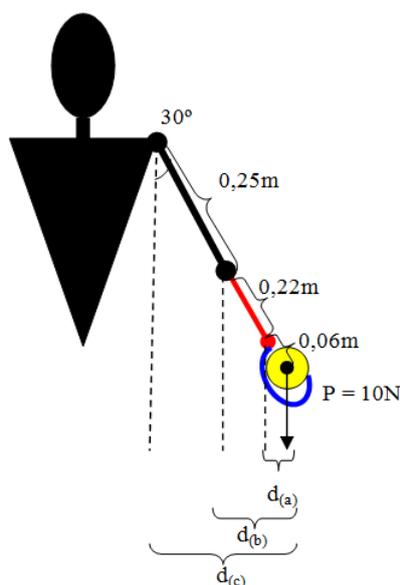


Figura 21 – Representación pictórica realizada por la profesora para auxiliar los alumnos a representar el enunciado del problema 36.

²⁷ Problema 35.

La profesora aprovechó el ejemplo para relacionar las diferencias de torque con relación a distintos ángulos en un mismo ejercicio. En el caso del ejemplo, un ejercicio conocido como elevación lateral, el torque a 30° representa la mitad del torque a 90° , que, además, es el torque máximo en ese ejercicio porque en esa posición se tiene la mayor distancia desde el punto de aplicación de fuerza de resistencia hasta el eje articular, localizado en la articulación del hombro.

La ALUMNA 20 usó el mismo raciocinio, pero no llegó a la respuesta correcta porque usó las distancias articulares equivocadas, es decir, usó directamente la distancia del hombro, la distancia del codo y la distancia del puño, en lugar de distancia del puño, distancia del puño + distancia del codo y distancia del puño + distancia del codo + distancia del hombro.

Para Carcavilla Castro y Escudero Escorza (2004), la mayor parte de las dificultades de los alumnos, al enfrentar problemas, consiste en la falta de comprensión de los conceptos y en la falta de conocimientos procedimentales.

A lo largo del semestre, ocho alumnos justificaron que no resolvieron algunos problemas por no saber cuál era la fórmula que debían utilizar. Escudero y Flores (1996) afirman que estudiantes con menor rendimiento suelen utilizar “cuentas” para resolver problemas, luego, no saber cuál es la fórmula adecuada consiste en un obstáculo.

Por otro lado, veinte alumnos afirmaron que no entendían qué hacer con las variables presentadas en los enunciados de los problemas. Se supone, en esa situación, que la raíz de esa dificultad debe ser un fallo en la conceptualización. Alumnos que no entienden qué hacer con las variables presentadas en los enunciados de los problemas, en realidad, probablemente no entienden el significado de los conceptos discutidos en las clases teóricas. Coleoni, Gangoso y Hamity (2007) refieren que cuando un estudiante supera un mínimo de conocimiento conceptual, tiene éxito si consigue manejar los conocimientos procedimentales. Boufaoude, Salloum y Abd-El-Khalck (2004) destacan que los estudiantes tienen que ser pensadores conceptuales so pena de perder tiempo aprendiendo cosas que no van a utilizar en el día a día. Para Costa y Moreira (2001), sólo es posible construir explicaciones si el individuo posee la comprensión de la teoría de dominio, o con otras palabras, que posee un modelo mental compatible con el modelo consensual científico.

c) Alumnos no comprenden (o no interpretan) el enunciado

Esa dificultad puede parecer semejante a la anterior, sin embargo, en el ítem anterior los alumnos conseguían identificar de qué trataba el problema, al contrario de los alumnos (en

número de 6) que confesaron que no entendían el enunciado, es decir, ni siquiera consiguieron identificar de qué trataba el problema. Esa dificultad ya la encontraron Oñorbe de Torre y Sánchez Jiménez (1996a; 1996b) en estudios anteriores. Peduzzi (1997) cree que esa dificultad también puede ser resultado de una apatía por la asignatura.

Ejemplo 1. *Problema 23, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 b)*

Los ALUMNOS 8 y 12 dijeron que no tenían la menor idea de cómo resolver el problema.

Ejemplo 2. *Problema 8, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 b)*

El referido problema es de movimiento, sin embargo la ALUMNA 3 lo trató como si fuese un problema sobre equilibrio de torques y se equivocó en el resultado. En ese caso, parece que no ha habido ningún tipo de comprensión conceptual, ya que la alumna consideró que el procedimiento para resolver problemas de equilibrio de torque sería el mismo para tratar cualquier tipo de problema.

Ejemplo 3. *Problema 9. Chutan un balón con una fuerza de 40N. La masa del balón es 0,5 kg. ¿Cuál es la aceleración resultante del balón?* (Hall, 2000, p. 16).

La alumna 4 no supo qué hacer con los datos. Cuando los alumnos dicen que ni siquiera imaginan qué hay que hacer con los datos presentados en el enunciado del problema, se puede pensar en una total falta de comprensión a respecto del significado de los conceptos cinemáticos del problema.

Problemas como éste, de acuerdo con Moreira y Costa (1999) y Perales Palacios (1993), son definidos como cerrados, pues consisten en ejercicios en que la solución es “casi característica”, asociados a la idea de actividad mecánica y rutinaria, es decir, en el enunciado aparecen todas las variables necesarias para calcular el resultado a partir de la aplicación de una ecuación. Es un hecho preocupante que los alumnos presenten dificultades al solucionar ese tipo de problema, que parece no demandar un nivel sofisticado de solución.

Ejemplo 4. *Problema 10. Dos atletas participan de una carrera de 15 km. El atleta 1 adopta una velocidad media de 4,4 m/s durante la primera mitad de la carrera y, a continuación, corre con una velocidad media de 4,2 m/s hasta los últimos 200m, que él recorre a 4,5 m/s. ¿Con qué velocidad media debe correr el atleta 2 para superar al atleta 1?* (adaptado de Hall, 2000, p. 16)

Los ALUMNOS 3 y 15 no supieron qué hacer con los datos y la ALUMNA 4 no entendió el enunciado.

Ejemplo 5. Problema 25. *Un nadador cruza un lago con 0,9 km de ancho en 30 minutos. ¿Cuál fue su velocidad media? ¿Su rapidez media puede ser calculada?* (Hall, 2000, p. 237).

La Figura 22 fue extraída del libro citado. Sin observar la figura, no es posible resolver parte de la pregunta.

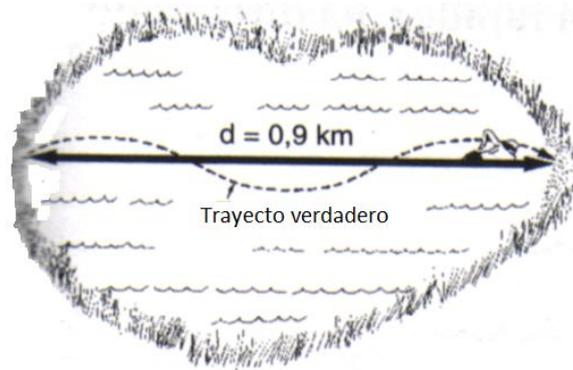


Figura 22 – Esquema sugerido por el autor para representar el problema 15.

Para resolver ese problema era necesario entender la diferencia entre magnitud vectorial y escalar; en ese caso, la diferencia entre desplazamiento y distancia, y entre velocidad media (vectorial) y rapidez (velocidad escalar).

El ALUMNO 24 dijo que no tenía la menor idea de cómo resolver el problema.

Ejemplo 6. Problema 29. *¿Un maratonista en silla de ruedas exhibe una velocidad de 5 m/s después de haber bajado una pequeña rampa en 1,5 s. Si la silla de ruedas fue sometida a una aceleración constante de 3m/s^2 durante la bajada, ¿cuál era la velocidad del maratonista en el tope de la rampa?* (Hall, 2000, p. 259).

La profesora dibujó en la pizarra un esquema (Figura 23) para auxiliar los alumnos a resolver el problema.

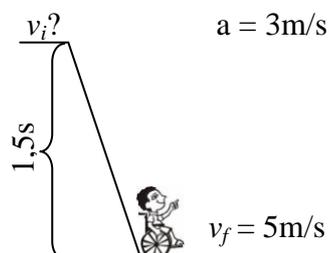


Figura 23 – Representación pictórica realizada por la profesora en la pizarra para ayudar los alumnos a comprender el enunciado del problema 29.

La ALUMNA 3 no identificó la ecuación para resolver el problema, probablemente porque no lo interpretó como un problema de movimiento, o por no haber entendido el significado de los conceptos presentados en el enunciado en la forma de variables.

Ejemplo 7. *Problema 35, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 b)*

La ALUMNA 15 no supo qué hacer con los datos del enunciado. Nuevamente, parece que faltó conocimiento conceptual para resolver el problema de torque.

d) Alumnos tienen dificultad para recordar la explicación fuera de la clase

Ejemplo 1. *Problema 4. ¿Cuánto **torque** es producido en el codo por el bíceps braquial que se inserta en el radio formando un ángulo de 60° cuando la tensión en el músculo es de 400N? (Admitir que la inserción muscular en el radio ocurre a 3cm del centro de rotación en la articulación del codo) (Hall, 2000, p. 124)*

La ALUMNA 26 demostró que aún tenía dudas a respecto de la descomposición de la fuerza muscular en un componente perpendicular y otro compresivo, lo que motivó la profesora a retomar el asunto. Después de una nueva explicación, esa misma alumna comentó:

“- Viendo tu explicación, lo he entendido, pero no sé si voy a acordarme de eso cuando esté sola en casa” (ALUMNA 26).

Kempa (1991) considera como dificultad de aprendizaje la deficiencia en la estructura de conocimiento en la memoria de larga duración de los estudiantes o en sus capacidades de manipular informaciones de acuerdo con las limitaciones en la memoria de corta duración. Ésa parece ser la preocupación expresada por la ALUMNA 26, al admitir que tal vez no sea capaz de reproducir la explicación de la profesora más a menudo. Además, la situación hace pensar en una falta de atribución de significado a los conceptos que implica el problema, por parte de esa alumna.

4.4.1.2 Dificultades de carácter procedimental

En algunas situaciones los alumnos fueron capaces de interpretar los problemas, sin embargo, enfrentaron dificultades procedimentales, que fueron categorizadas según se describe a continuación.

a) Alumnos presentan dificultades con el procedimiento matemático

La falta de conocimientos previos sobre trigonometría afecta directamente a la resolución de problemas de torque y de movimiento en Biomecánica. Hubo, por lo menos, dos relatos sobre la falta de recuerdo de cómo calcular seno y coseno, aunque se imagina que ese problema es mucho más frecuente. El asunto fue retomado diversas veces en las clases, siempre que fue solicitado por parte de los alumnos.

Los estudiantes también cuentan frecuentemente que no saben qué hacer con los signos negativos o qué deben hacer cuando hay fracciones. Oñorbe de Torre y Sánchez Jiménez (1996a; 1996b) ya habían detectado que la falta de conocimientos procedimentales, aplicación de la teoría y estrategia o camino en la resolución representan obstáculos para la resolución de problemas, lo cual, en la perspectiva de Carcavilla Castro y Escudero Escorza (2004), se considera como una de las principales razones para el fracaso, pero concuerdan con Solaz-Portolés, Sanjosé-López y Vidal-Abarca (1995) cuando defienden que el conocimiento procedimental es condición necesaria pero no suficiente para la apropiada comprensión y aplicación de los conceptos. Además, para Carcavilla Castro y Escudero Escorza (2004), la mayor parte de las dificultades de los alumnos al enfrentar problemas se basa en la falta de comprensión de los conocimientos tanto conceptuales como procedimentales. Es relevante saber que no existe en el currículo del curso de Diplomatura en Educación Física de la institución investigada ninguna asignatura introductoria de Matemáticas o de Física, sin embargo, la referida institución ofrece, a bajo coste, una asignatura de nivelación en matemática, la cual no contabiliza créditos curriculares, para estudiantes de cualquier carrera interesados en recordar o superar carencias de conocimiento en esa área. Sin embargo, los alumnos normalmente no demuestran interés en cursarla y suelen decir que ni siquiera imaginaron que, al cursar Educación Física, tendrían que retomar los conocimientos adquiridos en la Física y en las Matemáticas del colegio.

Ejemplo 1. *Problema 1. ¿Cuánta **compresión** es ejercida sobre el radio en la articulación del codo cuando el bíceps braquial, orientado en un ángulo de 30° con relación al radio, ejerce una fuerza de transmisión de 200N? (Hall, 2000, p. 81).*

La profesora les hizo el siguiente dibujo en la pizarra (Figura 24):

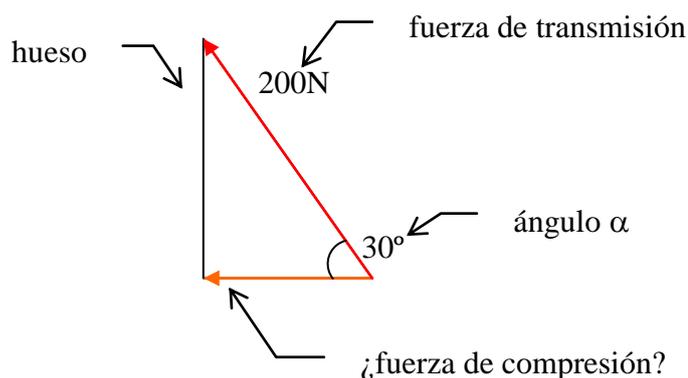


Figura 24 – Diagrama esquemático propuesto por la profesora en la pizarra para auxiliar en la resolución del problema 1.

El ALUMNO 29 informó que había entendido qué fuerza (o vector) tenía que encontrar, pero ya no recordaba qué era cateto opuesto, cateto adyacente e hipotenusa, por tanto su dificultad estaba en la parte matemática. Sin una noción básica de trigonometría, es muy difícil que los alumnos consigan encontrar solución para ese tipo de problema. En ese sentido, identificando la carencia de ese subsunior, los profesores deben suministrar subsidios para que los alumnos superen ese tipo de obstáculo para la resolución de los problemas.

Ejemplo 2. *Problema 16. Dos niños están sentados en los lados opuestos de un columpio. Susi está a 1,6 m del eje del columpio y pesa 190N mientras que João está a 1,6 m del eje. Considerando el peso de João de 200 N, ¿para qué lado caerá el columpio?* (Hall, 2000, p. 316).

Los ALUMNOS 15, 20, 4 y 21 encontraron la respuesta correcta a pesar de que se equivocaron en el cálculo, es decir, afirmaron que el columpio caería para el lado de João, pero no consiguieron encontrar el resultado numérico por no saber cómo poner los datos en la ecuación del torque. En esa situación, se puede pensar que tal vez los alumnos hayan entendido conceptualmente la relación del torque con la distancia y con la fuerza, pero les faltó conocimiento procedimental para resolver la ecuación.

Ejemplo 3. *Problema 23, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 b)*

En el caso de ese problema sobre equilibrio de torques, las ALUMNAS 3, 9 y 14 utilizaron la ecuación del torque para calcular el torque de la resistencia representada por la caja, pero no supieron dar continuidad al cálculo del torque de los músculos de la columna. La dificultad de esas alumnas no parece ser de interpretación del enunciado, pero de procedimiento, ya que fueron capaces de elegir la ecuación correcta, pero no manejaron correctamente las operaciones matemáticas.

Ejemplo 4. *Problema 8, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 b)*

En el caso de ese problema sobre movimiento, los ALUMNOS 25 y 30 dijeron en la clase que entendieron lo que había que hacer, pero se equivocaron en la parte matemática por haber multiplicado la distancia por la velocidad. Además de esos aprendices, el ALUMNO 15 también desarrolló el problema correctamente, pero tuvo dificultad con las fracciones, lo cual lo llevó a equivocarse en el resultado numérico.

Ejemplo 5. *Problema 9, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 c)*

Nuevamente hubo problema para manejar fracciones, esta vez, por parte de los ALUMNOS 3 y 10.

Ejemplo 6. *Problema 28, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 b)*

Hubo un error de cálculo por parte del ALUMNO 10 por haber puesto los números en posiciones equivocadas en la ecuación.

Ejemplo 7. *Problema 29, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 c)*

Los ALUMNOS 8, 10, 11, 12, 20 y 26 identificaron la ecuación de la aceleración, pero cometieron errores a la hora de manejar las fracciones y suministraron un resultado numérico equivocado.

Ejemplo 8. *Problema 30. Una pelota de tenis deja la raqueta durante la ejecución de un golpe raso perfectamente horizontal con una velocidad de 22 m/s. Si la bola se queda en el aire por 0,7 s, ¿qué distancia horizontal habrá recorrido? (Hall, 2000, p. 259)*

Los ALUMNOS 8, 11, 12 y 25 identificaron la fórmula de la velocidad, pero cometieron errores a la hora de manejar la fracción y se equivocaron en el resultado.

Ejemplo 9. *Problema 36, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 b)*

El ALUMNO 11 dijo que no sabía trigonometría, condición básica para resolver ese problema.

b) Alumnos no comprenden el significado o no saben convertir unidades

Catorce alumnos dijeron que tuvieron dificultades para manejar las unidades de medida cinética y cinemática estudiadas. Algunos no sabían cuál era la unidad en el sistema internacional de medidas para realizar los cálculos solicitados en los enunciados de los problemas; otros no sabían cómo realizar la conversión de unidades. El asunto fue retomado siempre que era solicitado, pero no quedó claro si los alumnos entendieron el procedimiento o no. Muchos libros de texto de Biomecánica abordan el tema en sus apéndices, por otro lado, los alumnos, normalmente, utilizan como fuente de consulta los apuntes que la profesora les

dio al inicio del semestre, pero en ese material no hay ninguna información a respecto de unidades y de procedimientos de conversión.

Ejemplo 1. *Problema 8, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 b)*

La ALUMNA 20 acertó el resultado numérico, pero puso la unidad equivocada, es decir, en lugar de dar la respuesta en segundos, respondió en metros por segundo, dando a entender qué habría calculado la velocidad media y se equivocó en la respuesta final, ya que en el enunciado se pedía que se calculase el tiempo.

Ejemplo 2. *Problema 9, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 c)*

Los ALUMNOS 8 y 12 dijeron que convirtieron la masa de la pelota para gramos. El ALUMNO 11 aplicó la fórmula y acertó el resultado numérico, pero escribió que no sabía cuál era la unidad de la aceleración calculada. De la misma forma, la ALUMNA 26 escribió que no sabía si la unidad era m/s o m/s^2 y también se quedó en duda sobre si tenía que convertir algún valor.

Ejemplo 3. *Problema 10, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 c)*

El ALUMNO 11 dijo que no consiguió resolver el problema porque no sabía convertir la distancia de km para m.

Ejemplo 4. *Problema 25, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 c)*

Nuevamente, el ALUMNO 11 no resolvió el problema porque no recordó cómo se convertía el valor de km para m. Los ALUMNOS 4, 10 y 15 calcularon la velocidad media, pero se equivocaron en el resultado porque no convirtieron el tiempo de minutos para segundos. La ALUMNA 3 dividió el tiempo en minutos por la distancia en km. Los ALUMNOS 8 y 12 se equivocaron en la conversión de km para m. El ALUMNO 25 convirtió el tiempo de minutos para horas. En ese problema, la principal dificultad más frecuentemente fue la conversión de unidades.

c) Alumnos prestan poca atención al buscar la solución del problema

Durante el período de observación y recogida de datos de esa investigación, cuatro alumnos dijeron que erraron el resultado del problema por falta de atención. En la investigación conducida por Oñorbe de Torre y Sánchez Jiménez (1996b), los alumnos también atribuyeron dificultad para resolver problemas a la falta de atención, admitiendo falta de trabajo e interés y falta de confianza en sí mismos al interpretar el enunciado.

Ejemplo 1. *Problema 18, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 b)*

La ALUMNA 26 desarrolló el cálculo, pero, según ella misma, erró un número por falta de atención, por eso no llegó al resultado.

Ejemplo 2. *Problema 8, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 b)*

El ALUMNO 7 acertó toda la pregunta, pero, probablemente colocó un número equivocado en la calculadora o simplemente no se fijó a la hora de transferir el resultado. Escudero y Flores (1996) dijeron, a partir de su estudio, que es bastante común que los estudiantes tengan dificultad con las igualdades, es decir, tienen dificultad cuando se trata de pasar los términos de un lado al otro de la igualdad.

Ejemplo 3. *Problema 27, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 b)*

Los ALUMNOS 16 y 20 justificaron el hecho de no haber conseguido resolver el problema por no haber visto el dibujo.

Ejemplo 4. *Problema 28, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 b)*

El ALUMNO 10 puso datos numéricos diferentes de los suministrados en el enunciado del problema en la fórmula y erró el resultado del cálculo.

d) Alumnos no interpretan el resultado del problema

A lo largo del semestre investigado, se constató que cinco alumnos demostraron una enorme preocupación en encontrar un resultado numérico para los problemas resolviendo ecuaciones. Sin embargo, ese resultado numérico no siempre representaba lo que era solicitado en el enunciado del problema. Peduzzi (1987) llamó la atención para el hecho de que los estudiantes no están acostumbrados a cuestionar ni los problemas, ni los resultados. En el transcurso de las clases, la profesora les solicitó insistentemente a los alumnos que reflexionasen sobre el resultado encontrado para verificar si el mismo correspondía a lo que se pedía en el enunciado del problema.

Ejemplo 1. *Problema 20, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 a)*

El ALUMNO 10 interpretó correctamente el enunciado del problema y acertó el cálculo del torque resultante, pero el resultado numérico no era suficiente para responder el problema. Faltó indicar para qué lado oscilaría la puerta.

Ejemplo 2. *Problema 10, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 c)*

El ALUMNO 25 no respondió que la velocidad media del atleta 2 debía ser superior a la velocidad media del atleta 1. Ése es un hecho relativamente vulgar en la resolución de problemas, es decir, los alumnos se preocupan por encontrar un resultado numérica, aunque

no siempre el valor encontrado represente por sí solo la respuesta al problema. Bajo el punto de vista de la profesora, esa actitud parece mostrar que, al encontrar un resultado numérico, no tienen el cuidado de rever el enunciado y pensar en el significado de ese resultado con relación a lo que se estaba solicitando en el enunciado del problema.

El ALUMNO 30 dijo que hizo varias cuentas y llegó a un valor numérico igual al del problema, pero dijo que no sabía lo que hizo. Calculó los tiempos para cada velocidad del atleta 1 y llegó a un valor numérico igual al resultado del problema, pero no transformó las distancias de km para m y trabajó con los datos de velocidad en m/s.

Ejemplo 3. *Problema 25, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 c)*

La ALUMNA 20 calculó la velocidad media, pero no respondió si podría o no calcular la rapidez. El hecho puede haber ocurrido tanto por falta de atención al leer el enunciado para responder el problema, como por dificultad de comprensión conceptual.

Ejemplo 4. *Problema 35, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 b)*

El alumno 10 hizo un único cálculo (que correspondió al torque del hombro), pero no indicó a qué ítem correspondía el resultado.

Ejemplo 5. *Problema 36, transcrito anteriormente en el ítem 4.4.1.1 b)*

El ALUMNO 30 hizo solamente el cálculo del torque en el hombro y no indicó a qué ítem correspondía la respuesta.

4.4.2 Dificultades de los alumnos detectadas a partir de las respuestas dadas a las preguntas del primer examen, sobre los conocimientos discutidos en la primera parte de la asignatura

La primera evaluación fue un examen, que fue aplicado en el grupo diurno el día 11/04/07 y en el grupo nocturno el día 19/04/07. En las dos clases, las 10 preguntas eran equivalentes en términos de conocimiento y grado de dificultad. Comparecieron 17 alumnos del grupo diurno y 11 alumnos del grupo nocturno. A continuación, se presentan las preguntas acompañadas del análisis de los tipos de dificultad presentados por los alumnos, agrupados en categorías de acuerdo con las ya definidas en el ítem 4.3.1. En algunas situaciones, surgieron categorías diferentes de dificultades, las cuales se comentarán a lo largo del texto.

Pregunta 1, grupo diurno. Enuncie los conceptos de equilibrio estable, inestable e indiferente. Observe el juego ilustrado en la figura y diga en qué situación de equilibrio se encuentra la niña que está saltando.



Pregunta 1, grupo nocturno. Enuncie los conceptos de equilibrio estable, inestable e indiferente. Observe el niño que está jugando con la peonza y diga en qué situación de equilibrio se encuentra la peonza.



El 46% de los alumnos acertó esa pregunta. Dos alumnos no la respondieron.

Las dificultades detectadas fueron:

a) de carácter conceptual:

- alumnos no comprendieron (o no interpretaron) el enunciado (13);
- alumnos escogieron aleatoriamente una respuesta sin enunciar los conceptos (1);

b) de carácter procedimental:

- alumnos enunciaron el concepto correctamente, pero se equivocaron en la respuesta, es decir, no interpretaron el resultado del problema (2).

Analizando la última categoría de dificultad en ese problema, se puede pensar en términos de aprendizaje mecánico, es decir, tal vez los alumnos hayan memorizado definiciones a respecto del concepto de equilibrio sin entenderlas, y al responder la pregunta, no consiguieron interpretar sus significados.

Pregunta 2, grupo diurno. La gimnasia olímpica de suelo es una actividad en la que hay muchas situaciones de equilibrio inestable, pero existen formas de mejorar esa condición a los que practican el deporte. Indique por lo menos dos consejos que pueden ayudar a mejorar el balanceo, la estabilidad o el equilibrio en ese deporte.



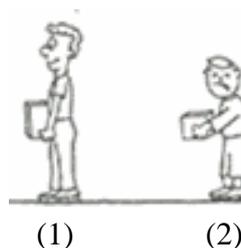
Pregunta 2, grupo nocturno. El patinaje artístico es una actividad en la que hay muchas situaciones de equilibrio inestable, pero existen formas de mejorar esa condición a los atletas. Indique por lo menos dos consejos que pueden ayudar a mejorar el balanceo, la estabilidad o el equilibrio en ese deporte.



El 50% de los alumnos acertó esa pregunta. Tres alumnos no la respondieron.

Las dificultades detectadas fueron de carácter conceptual. Once alumnos no comprendieron (o no interpretaron) el enunciado. De los once, cuatro no respondieron a la pregunta desde el punto de vista biomecánico. Las respuestas dadas por esos cuatro alumnos se referían a cuestiones relativas al entrenamiento de las habilidades citadas en los enunciados, sin ninguna relación con el concepto de equilibrio.

Pregunta 3, grupo diurno. Las siguientes figuras representan maneras diferentes de transportar una caja. Una de ellas es más favorable para la persona, disminuyendo la posibilidad de que sienta dolor de espalda. Diga cuál de esas figuras representa la forma más adecuada de cargar la caja y justifique su respuesta teniendo en cuenta el concepto de torque.



(1)

(2)

Pregunta 3, grupo nocturno. Las figuras de la derecha representan maneras diferentes de cargar un bebé. Una de ellas es más favorable para la madre, disminuyendo la posibilidad de que sienta dolor de espalda. Diga cuál de esas figuras representa la forma más correcta de cargar el bebé y justifique su respuesta teniendo en cuenta el concepto de torque.



(a)

(b)

El 53,5% de los alumnos acertó esa pregunta. Todos los alumnos respondieron la pregunta.

Las dificultades de carácter conceptual detectadas fueron:

- 1) alumnos no comprendieron (o no interpretaron) el enunciado (12);
- 2) alumnos escogieron aleatoriamente la respuesta sin enunciar los conceptos (2).

Nuevamente aparecieron problemas en la conceptualización. En ese caso, los alumnos presentaron dificultades en la comprensión del concepto de torque. Como se les pedía que escogiesen una figura, algunos alumnos marcaban la figura, pero no justificaban su respuesta, dando a entender que no comprendieron el concepto.

Pregunta 4, grupos diurno y nocturno. ¿Qué es una palanca? Dé ejemplos de palancas inter-fijas, inter-resistentes e inter-potentes que puedan facilitar actividades de su vida cotidiana.

El 39,3% acertó la pregunta. Dos alumnos la dejaron completamente en blanco. Los demás presentaron respuestas parcialmente correctas, en las que se detectaron las siguientes dificultades de carácter conceptual:

- 1) alumnos se equivocaron al enunciar el concepto, pero citaron ejemplos correctos (5);
- 2) alumnos enunciaron correctamente los conceptos, pero citaron ejemplos cambiados o equivocados (8).

Pocos fueron los alumnos que se equivocaron al enunciar el concepto (7, considerando también los que dejaron la pregunta en blanco), pero, nuevamente hay duda a respecto del proceso de aprendizaje, es decir, el hecho de que los alumnos enuncien correctamente el concepto, pero se equivoquen con los ejemplos (o viceversa) puede ser indicativo de aprendizaje mecánico. Se supone que, si hubiese una verdadera comprensión del concepto, los alumnos serían capaces de responder integralmente el problema. Por otro lado, a partir de las respuestas correctas dadas a la pregunta, tampoco es posible afirmar que los alumnos estén en el camino de la conceptualización, pues la mayoría de las respuestas reproduce exactamente el concepto de la forma que se encuentra en el material didáctico. Pocos fueron los alumnos que explicaron el concepto con sus propias palabras y/o citaron ejemplos diferentes de los que se presentaron en las clases.

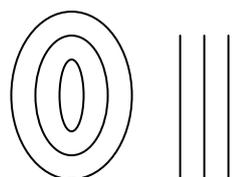
Pregunta 5, grupo diurno. En la clase práctica realizada en el gimnasio fue posible observar dos máquinas diferentes en las que se puede realizar el ejercicio de extensión del codo (el *cross over*, que es una combinación de una polea móvil trabajando en conjunto con poleas fijas, y la máquina llamada polea superior, que es construida con base en poleas fijas). ¿Quien

practica musculación puede cambiar indiscriminadamente de máquina sin alterar el número de placas y, aún así, conseguir el mismo resultado? Justifique su respuesta.

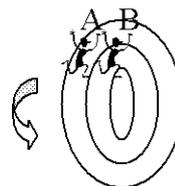
Pregunta 5, grupo nocturno. En la clase práctica realizada en el gimnasio fue posible observar dos máquinas diferentes en las que se puede realizar el ejercicio de extensión de la rodilla. Una de ellas está construida con base en poleas fijas. La otra es producto de una combinación de una polea móvil trabajando en conjunto con poleas fijas. ¿Quién practica musculación puede cambiar indiscriminadamente de máquina sin alterar el número de placas y, aun así, conseguir el mismo resultado? Justifique su respuesta.

Hubo un porcentaje de 78,6% de acierto en esa pregunta y ningún alumno la dejó sin respuesta. Los demás entrevistados (6) hicieron algún tipo de confusión a la hora de explicar la diferencia en el montaje de las poleas, o simplemente dijeron que una máquina era diferente de la otra, pero no supieron explicar la razón. El asunto *poleas* no fue discutido en clase, al contrario, fue presentado directamente en la sala de musculación del gimnasio de la facultad. El porcentaje de error (21,4%) fue bastante inferior al de las otras preguntas, lo que lleva a creer, en ese caso, que los alumnos comprendieron mejor algo que vieron concretamente, haciendo posible realizar una representación del concepto.

Pregunta 6, grupo diurno. Las figuras representan dos tipos de pistas de carrera: una elíptica y otra en línea recta. Imaginando que el punto de partida y el de llegada es el mismo en las dos pistas, diga en cuál hay desventaja para los corredores. Justifique su respuesta e indique cuáles serían las soluciones para corregir el problema.



Pregunta 6, grupo nocturno. La figura representa una pista de carrera elíptica. Imaginando que el punto de partida y llegada es el mismo, ¿cuál de los dos corredores (A o B) presenta mayor velocidad angular? ¿Cuál de los dos presenta mayor velocidad lineal? Explique su respuesta.

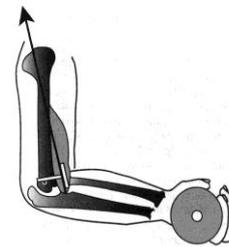


Hubo un porcentaje del 39,3% de acierto en esa pregunta. Ningún alumno dejó la pregunta en blanco.

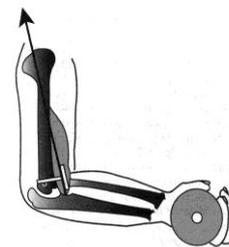
Quince alumnos presentaron dificultad de carácter conceptual al no entender el significado de las variables del enunciado, ya que confundieron los conceptos de velocidad angular y lineal. Por las respuestas dadas, se observa que gran parte de los alumnos demuestra que entiende el significado de la velocidad lineal, pero no domina bien con el concepto de velocidad angular.

Dos alumnos presentaron dificultad de carácter procedimental, es decir, no interpretaron el resultado del problema. Esos alumnos consiguieron enunciar correctamente los conceptos de velocidad lineal y angular, pero no indicaron ninguna solución para resolver el problema de la pista ovalada.

Pregunta 7, grupo diurno. La figura presenta la articulación del codo a 90° y el vector trazado representa la fuerza total ejercida por el músculo bíceps braquial. Dibuje en esa figura los vectores que representan a) el componente fuerza compresiva en el codo y b) el componente que producirá el torque que dará origen al movimiento de flexión.



Pregunta 7, grupo nocturno. La figura muestra la articulación del codo flexionada a 90° y el vector trazado representa la fuerza total ejercida por el músculo bíceps braquial. Dibuje en esa figura los vectores que representan a) el componente fuerza compresiva en el codo; b) el componente que representa la fuerza que dará origen al torque de flexión; c) el componente que representa la fuerza que dará origen al torque de extensión causado por la pesa.



En esta pregunta hubo solamente 14,3% de acierto. Solamente un alumno dejó la pregunta en blanco. Ese problema fue exhaustivamente trabajado en las clases, sin embargo, 10 alumnos acertaron solamente uno de los vectores solicitados (en la mayor parte de los casos, lo que representa la fuerza de compresión). Un alumno dibujó solamente un vector y no indicó de qué se trataba, y los demás (12) se equivocaron en todos los vectores; varios dibujaron los vectores con sus direcciones y sentidos correctos, pero partiendo de fuera del sistema, es decir, no pusieron los vectores con origen en la inserción del músculo, lo que invalidó la respuesta.

Los alumnos reconocieron la existencia de los vectores, pero no les atribuyeron significado. Se puede pensar, entonces, que esos alumnos tuvieron dificultad para recordar la explicación fuera de la clase.

Pregunta 8, grupo diurno. ¿Cuánto TORQUE es producido en el codo por el bíceps braquial que se inserta a 3 cm del radio formando un ángulo de 45° cuando la tensión en el músculo es de 300N?

Pregunta 8, grupo nocturno. ¿Cuánto TORQUE es producido en el codo por el bíceps braquial que se inserta a 3 cm del radio formando un ángulo de 60° cuando la tensión en el músculo es de 150N?

25% de los alumnos acertaron la pregunta, reproduciendo el dibujo que ilustra el enunciado del problema, identificando el componente de la fuerza que genera el torque y aplicándola en la ecuación del torque. Tres alumnos dejaron la pregunta en blanco. La confección del dibujo no era prerequisite para resolver el problema, pero les podría ayudar a los alumnos a representar los componentes de la fuerza muscular, llevándolos a escoger el componente adecuado para el cálculo del torque. Once alumnos intentaron dibujar el sistema propuesto en el enunciado, pero se equivocaron en el dibujo y en el cálculo porque usaron la fuerza resultante directamente en la ecuación, lo cual da indicios de que no entendieron el significado de las variables. Aún en esa perspectiva, los demás alumnos (6) intentaron resolver directamente la ecuación del torque (sin reproducir el dibujo) y se equivocaron en el resultado, también por no haber encontrado previamente el componente de la fuerza que genera el torque.

Pregunta 9, grupo diurno. ¿Cuánta COMPRESIÓN es ejercida sobre el codo cuando el bíceps braquial, orientado a un ángulo de 60° con relación al radio, ejerce una fuerza de transmisión de 300N?

Pregunta 9, grupo nocturno. ¿Cuánta COMPRESIÓN es ejercida sobre el codo cuando el bíceps braquial, orientado a un ángulo de 45° con relación al radio, ejerce una fuerza de transmisión de 150N?

El porcentaje de acierto de esa pregunta fue del 39,3%. Tres alumnos dejaron la pregunta en blanco. La resolución del problema demandaba el mismo raciocinio que la pregunta anterior, es decir: identificar qué componente de la fuerza muscular era necesario para resolver el problema, y en ese caso, simplemente calcular la magnitud del vector utilizando la trigonometría. Así como en el caso de la pregunta anterior, el trazado del dibujo podría ser útil para identificar los componentes de la fuerza, ayudando a escoger el vector correcto para realizar el cálculo. Nueve alumnos se equivocaron en el dibujo y, por consiguiente, en el cálculo, porque no supieron identificar los vectores, demostrando nuevamente que no habían entendido el significado de las variables del enunciado.

Cinco alumnos se equivocaron en el cálculo, unos por no haber puesto el valor correcto en la ecuación, otros se equivocaron en la parte matemática, es decir, se confundieron con la fracción. En ese caso, la dificultad es de carácter procedimental, ya que esos estudiantes se confundieron con la matemática.

Un alumno hizo el dibujo equivocado, pero acertó el resultado numérico.

Pregunta 10, grupo diurno. Dos personas echan un pulso. El competidor A está aplicando una fuerza de 1000N a una distancia de 20 cm del eje. Considerando que la distancia del punto de aplicación de fuerza al eje del competidor B es de 16 cm, ¿cuánta fuerza tendrá que hacer el competidor B para ganar el pulso?



Pregunta 10, grupo nocturno. Una persona pretende servir a una visita un bocadillo y un pedazo de torta equilibrados en una bandeja como muestra la figura. Si el bocadillo que pesa 500g, está puesto a 10 cm del centro de la bandeja, ¿a qué distancia del centro de la misma se deberá de colocar el pedazo de torta de 200g?



Hubo un porcentaje de 46% de acierto en esa pregunta y ningún alumno la dejó en blanco.

Las dificultades presentadas en ese problema fueron de carácter procedimental:

- alumnos presentaron dificultades con el procedimiento matemático (cinco alumnos se equivocaron en el cálculo, aunque uno de ellos acertó la respuesta, que puede haber sido dada de forma aleatoria);
- alumnos no interpretaron el resultado del problema (diez alumnos encontraron un valor numérico, pero no respondieron a lo que se pedía en el enunciado de la pregunta - en el caso específico del grupo diurno, además de encontrar el resultado numérico, era necesario identificar quién ganaría el pulso).

Hay que destacar que al final del examen, en la segunda hoja, se daban las siguientes ecuaciones:

$$v = \frac{d_f - d_i}{t} \quad a = \frac{v_f - v_i}{t} \quad F = m \times a \quad T = F \times d_{\perp} \quad F_{músc} \times d_{\perp músc} = F_{resist} \times d_{\perp resist}$$

$$\operatorname{sen} \alpha = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{hipotenusa}} \quad \operatorname{cos} \alpha = \frac{\text{cateto adyacente}}{\text{hipotenusa}}$$

Después de la corrección del examen y análisis de las dificultades presentadas por los alumnos (la mayoría de las veces, de carácter conceptual), la profesora sintió necesidad de retomar los contenidos.

En el grupo diurno, la profesora corrigió todos los ejercicios del examen en la pizarra, retomando los conceptos de equilibrio estable, inestable e indiferente. La profesora destacó el hecho de que la pregunta 2 del examen fue respondida por muchos alumnos en términos de entrenamiento, cuando, en realidad, el enunciado pedía otro tipo de reflexión. La profesora destacó la importancia de leer e interpretar los enunciados para poder dar la respuesta adecuada a lo que realmente solicita el problema.

Con relación a la pregunta 3, la profesora retomó el concepto de torque y reforzó que en la Biomecánica es tratado matemáticamente como $T = F \times d_{\perp}$, y que significa una *tendencia* a un giro. La profesora destacó el término *tendencia* porque notó que la ALUMNA 3 entendió qué en cualquier situación donde hubiese torque, habría giro. Explicó que cuando existen torques en sentidos contrarios, si ambos tienen la misma magnitud (o intensidad), el sistema se queda en equilibrio, o sea, hay tendencia a girar en los dos sentidos, pero el giro efectivamente no tiene lugar. También se recordó que el torque depende de la fuerza, de la distancia y del ángulo, y se mencionó el ejemplo de los problemas 35 y 36 resueltos en clase. La profesora volvió a la pregunta 3 y explicó la relación entre la fuerza muscular y la

distancia de la caja (objeto, o resistencia) que se estaba transportando, ilustrada en la figura correspondiente.

La profesora corrigió los ejercicios 4 y 5 rápidamente, ya que fueron pocos los alumnos que no los resolvieron correctamente.

Con relación al ejercicio 6, la profesora llamó la atención para el hecho de que casi todos los estudiantes percibieron claramente la diferencia en la carrera entre empezar en un mismo punto de partida y llegar a un mismo punto de llegada en pista elíptica y en pista recta, sin embargo, algunos no supieron cómo solucionar el problema de la pista elíptica; algunos sugirieron que lo ideal sería correr siempre en línea recta. Se consideró que esta respuesta es muy simplista y no resuelve todos los problemas, es decir, en el caso de las pruebas de 100, 200m, tal vez sea posible, pero en pruebas de distancias mayores, es prácticamente imposible correr en línea recta, como es el caso extremo del maratón.

Con relación al ejercicio 7, la profesora comentó que era la clave para resolver los ejercicios 8 y 9. En el referido caso, los componentes de la fuerza del músculo debían ser trazados a partir del resultante y no a partir de cualquier otro lugar, como varios alumnos los representaron. Por analogía, la profesora usó el ejemplo de una gestante. Si hubiese pedido que la dibujara, sería un error dibujar el bebé fuera del cuerpo de la madre, de la misma forma que está equivocado dibujar los componentes de la fuerza muscular lejos de ésta. Se comentó que si los alumnos fuesen capaces de localizar los componentes en el dibujo, probablemente podrían resolver los problemas 8 y 9, que habían sido resueltos en la pizarra.

El problema 10 se refería a un pulso y preguntaba cuánta fuerza un competidor tendría que hacer para superar al otro. La profesora constató que casi todos los alumnos supieron resolver la parte matemática del problema, pero fueron pocos los que presentaron la respuesta de la pregunta, la cual no se limitaba al cálculo de un valor numérico. Nuevamente se destacó la importancia de leer e interpretar el enunciado de la pregunta para ver si la respuesta realmente corresponde a lo que se pregunta.

A continuación, la profesora convidó los alumnos a dirigirse a la sala de musculación del gimnasio de la facultad para intentar visualizar en la práctica algunas para entender el concepto de torque. Se explicó la diferencia entre las angulaciones en algunas máquinas. Se mostró la diferencia entre el torque de la resistencia en la máquina donde se pueden ejecutar los ejercicios de estirar para adelante y estirar de manera inclinada. La profesora midió la distancia desde la barra de tracción hasta la polea en las dos situaciones y consideró que la fuerza de resistencia equivaldría a una placa, cuyo peso es de, aproximadamente, 100N. Comentó que estirando de manera inclinada, la distancia desde la barra hasta la polea aumenta

en poco más de 1 cm. Como el torque depende del ángulo, de la fuerza y de la distancia, la diferencia en la angulación en la ejecución de los dos ejercicios repercute en un aumento en la distancia del brazo de momento de resistencia que implica un aumento del torque de la máquina. La variación de posición, entonces, sería una forma de pedir más fuerza por parte de la persona en un mismo aparato/ejercicio.

Después, se reforzó nuevamente que torque es una *tendencia* a un giro que depende del ángulo, de la fuerza y de la distancia. Sin embargo, si los torques del músculo y de la resistencia se igualan, aunque haya tendencia de giro en los dos sentidos (horario y anti-horario), el sistema permanece “parado”. Esa situación se llama *ejercicio isométrico*. En esa ocasión, la profesora cogió una espinillera de 50N y la puso junto a su codo, realizando un ejercicio de abducción del hombro. Mostró que sus músculos tendían a hacer que el hombro girase hacia arriba a través de fuerza muscular aplicada en su punto de inserción y que la espinillera ejercía fuerza peso en el punto correspondiente a su centro de gravedad hasta el hombro, tendiendo a girar el hombro para abajo. Sin embargo, en la contracción isométrica como los torques de los músculos y de la espinillera se igualan, el hombro permanece parado en la posición demostrada (abducción del hombro a 90° con relación al tronco). La profesora aprovechó para mostrar que cuanto más distancia hubiera entre la espinillera y el hombro, más difícil sería realizar el ejercicio porque el torque de la espinillera aumentaría proporcionalmente al aumento de la distancia.

A continuación, la profesora convidó el ALUMNO 2 a sentarse en la máquina *Scott* y le pidió que indicase una cantidad de placas que fuese comfortable para ejecutar el ejercicio de flexión del codo (conocido como rosca *Scott*). El ALUMNO 2 tiró de la barra de forma que quedase paralela al suelo. Midió la distancia de la barra hasta la polea y le pidió que sostuviese la barra por algunos segundos. A continuación, el ALUMNO 2 tiró nuevamente de la barra de manera que su antebrazo quedase orientado perpendicularmente al suelo, es decir, aumentando la amplitud del movimiento de la barra en aproximadamente 40° con relación a la situación anterior (barra paralela al suelo). Midió nuevamente la distancia de la barra hasta la polea y le pidió al alumno que sostuviese el peso durante algunos segundos. Preguntó en qué situación era más difícil mantener la posición y el alumno 2 respondió que era con el antebrazo paralelo al suelo. Calculó el torque en las dos situaciones simplemente multiplicando el valor del peso de las placas (200N) por las distancias medidas y se corroboró que, en el caso específico de la rosca *Scott*, cuando la barra está en la posición en que el antebrazo queda paralelo al suelo, se obtiene el torque máximo, y que, en cualquier otra

posición, el torque será menor. Las angulaciones utilizadas en los ejemplos fueron medidas con un goniómetro de acrílico.

Se decidió que en la clase siguiente habría un nuevo examen, con un carácter más conceptual, sobre los contenidos estudiados hasta entonces para verificar si las explicaciones después de la primera prueba tuvieron algún efecto.

En el grupo nocturno, la profesora entregó el primer examen y comentó que los resultados eran más bajos de lo que se esperaba. Preguntó cuántos alumnos habían estudiado y de los 7 alumnos presentes en el momento, cinco levantaron la mano. Cuando preguntó si alguien había estudiado por el libro, nadie levantó la mano. La ALUMNA 27 comentó que prefiere no estudiar por los libros porque, a veces, dificultan en lugar de ayudar. Los ALUMNOS 24 y 28 dijeron que estudiaron solamente los conceptos y no los cálculos. Los ALUMNOS 24, 26 y 28 dijeron que fue difícil responder las preguntas que implicaban cálculo, pues en casa, cuando resolvían ese tipo de problema, recurrían a otros ejemplos ya resueltos para auxiliar a encontrar la respuesta. Como en el examen no tenían ningún tipo de auxilio, acabaron equivocándose. La profesora dedujo que esos alumnos probablemente no entendieron el significado de las variables, es decir, los papeles de la fuerza, de la distancia y del ángulo en el concepto de torque. El ALUMNO 25 afirmó que estudió por el polígrafo equivocado.

La profesora corrigió el examen en la pizarra de la misma forma descrita para el grupo diurno, ya que las dificultades observadas fueron las mismas, como ya se ha dicho.

El grupo nocturno también fue para la sala de musculación del gimnasio de la facultad y se realizó una dinámica semejante a la propuesta en el grupo diurno. La profesora propuso varias situaciones de aplicación del concepto de torque comparando:

- a) un ejercicio de elevación lateral realizado con una espinillera de 50N sujeta al puño con el hombro abducido a 90° y realizado con una espinillera de 10N en la misma posición;
- b) un ejercicio de elevación lateral realizado con una espinillera de 50N sujeta al puño y después sujeta al brazo, con el hombro abducido a 90° ;
- c) un ejercicio de elevación lateral realizado con una espinillera de 10N sujeta al puño, con el hombro abducido variando la angulación (40° , 90° y 110°).

La profesora utilizó esa situación para mostrar que el torque depende de la fuerza, de la distancia y del ángulo. Destacó que en los ejercicios isométricos, se consigue fácilmente medir el torque en el lado de la resistencia, por tanto, también se consigue saber el torque muscular. Sin embargo, no es posible saber el valor del componente de la fuerza muscular que

genera el torque ya que no se conoce el valor de la distancia de la inserción del músculo deltoides (músculo motor primario en la abducción del hombro) con relación al hombro. Ésa es una limitación de la literatura existente en Biomecánica, que no presenta esos datos. La profesora se dio cuenta de que algunos alumnos empezaron a confundirse porque en el examen tuvieron que calcular torque muscular. Destacó, entonces, que lo que estaban haciendo en aquel momento en el gimnasio era el cálculo del torque de la resistencia.

El ejemplo fue repetido a partir de un ejercicio de aducción del hombro (opuesto al anterior) en la máquina *cross-over*. Se llamó la atención de los alumnos para que identificaran:

- a) dónde era el eje de rotación (hombro);
- b) dónde se estaba aplicando la fuerza (tirador de la máquina);
- c) cuál era la magnitud de la fuerza de resistencia (mitad del peso indicado en las placas, ya que la máquina era dotada de una combinación de poleas fijas con una polea móvil).

Algunos alumnos comentaron que sin esas informaciones, pensarían en calcular la distancia a partir de la placa de la máquina y no del tirador. La profesora aprovechó para explicar que ésa es la razón por la que se construyen las máquinas de musculación montadas a partir de combinaciones de poleas, o sea, las poleas sirven para cambiar la dirección de aplicación de la fuerza de la resistencia.

La profesora reforzó el concepto usando el ejemplo de la máquina *scott* y de la silla extensora de la rodilla. El ALUMNO 25, analizando todo lo que fue explicado concluyó que personas con mayor envergadura tienen desventaja biomecánica y aprovechó la situación para hacer una especie de “prueba matemática” del comentario. La profesora le pidió al ALUMNO 25 que cogiera una pesa de 10N con el hombro extendido y el codo flexionado a 90°. Se midió la distancia de la pesa al codo (0,53m). A continuación se realizó el mismo procedimiento con la ALUMNA 26 y se verificó que la distancia de la pesa de 10N al codo era de 0,5 m, por tanto, el torque de la resistencia es menor para la ALUMNA 26 que para el ALUMNO 25. La ALUMNA 26 preguntó si no habría también diferencia con relación a una posible distancia mayor de la inserción del músculo del ALUMNO 25 con relación al eje articular. La profesora respondió que probablemente sí, pero para dar esa información con precisión, sería necesario realizar una resonancia magnética y dijo también que personas de mayor envergadura probablemente poseen músculos más largos. Por eso hay un mayor número de sarcómeros, lo cual se refleja en una mayor capacidad de aplicación de fuerza. Los

aprendices, por analogía, llegaron a la conclusión de que la ALUMNA 26 tiene ventaja mecánica y el ALUMNO 25 tiene ventaja fisiológica.

El tiempo de la clase acabó. Cuando ya se iban, los ALUMNOS 25 y 28 comentaron que todas las clases deberían ser teórico-prácticas, porque así es más fácil entender los conceptos. Por otro lado, los ALUMNOS 27 y 30 dijeron que se quedaron confusos con la clase práctica, es decir, que creían que habían entendido lo que habían leído en la teoría, pero que se quedaron un poco confundidos con los ejemplos prácticos.

4.4.3 Dificultades de los alumnos detectadas a partir de las respuestas dadas a las preguntas del segundo examen, referente a los conocimientos discutidos después del primer examen

La segunda evaluación fue realizada a través de un examen, en los dos grupos, con 4 preguntas equivalentes en términos de conocimiento y grado de dificultad. Comparecieron 17 alumnos del grupo diurno y 10 alumnos del grupo nocturno. Ante el bajo desempeño de los alumnos en la evaluación anterior, la profesora optó por elaborar preguntas de carácter más conceptual²⁸ y no utilizar problemas-tipo, con la finalidad de intentar mejorar las notas de los dos grupos y de intentar verificar si hubo mejora en el entendimiento del concepto de torque a partir de la intervención realizada a través de las clases de refuerzo descritas.

Primeramente, se aplicó, en el grupo diurno, una nueva evaluación sobre el concepto de torque, ya que se detectó, a través del análisis del examen ya discutido en el ítem 4.4.2, que ése fue el concepto sobre el cual los alumnos presentaron mayor dificultad. Después de la lectura en voz alta de las preguntas, la profesora avisó que no sería necesario utilizar la calculadora, lo cual provocó 3 comentarios:

“- Ah, si no hay que hacer cuentas, no tiene gracia” (ALUMNO 16).

“- Y yo estudié justo la parte de las cuentas” (ALUMNO 11).

“- ¿Os acordáis de lo que comentamos al final de la última clase? Dije que era importante revisar los conceptos antes de volver a pensar en las cuentas” (PROFESORA).

“- Estaba loco para hacer cálculos y usted viene con esas preguntas” (ALUMNO 2, en tono de broma).

²⁸ Esa opción se debe a La gran cantidad de errores de carácter conceptual observados durante la resolución de problemas en las clases y en el primer examen.

La profesora percibió un tono de decepción por parte de quien ya había entendido cómo solucionar los problemas que suponían cálculos; por otro lado, también notó cierto alivio por parte de varios alumnos.

Cuando acabó el examen del grupo diurno, la profesora les pidió a los alumnos que volvieran a la clase y les hizo algunas preguntas. Preguntó cuántos alumnos estudiaron para el primer examen. De los 17 alumnos presentes, solamente 8 levantaron la mano. La profesora preguntó cuántos habían estudiado para el examen que acababan de hacer y solamente un alumno levantó la mano. En ese momento, varios aprendices se echaron a reír. La profesora dijo que la situación no era graciosa, por tanto, no había razón para risas, al mismo tiempo agradeció la sinceridad en asumir la falta de estudio públicamente. Preguntó cuántos alumnos estudiaron por algún libro; cuatro levantaron la mano. La profesora comentó que estaba haciendo esas preguntas para intentar entender lo que justificaría los resultados que en el primer examen fueron más bajos que lo que se esperaba. La profesora destacó la importancia de complementar los contenidos vistos en clase a través de la lectura de los libros de texto recomendados en la bibliografía de la asignatura, ya que los apuntes que tenían a disposición no contenían explicaciones, solamente tópicos. El ALUMNO 11 dijo que cogió libros de Física y Matemáticas para estudiar y que eso empeoró su comprensión. La profesora habló sobre la importancia de crear subsunores (que los llamó prerrequisitos), pero advirtió que para poder ayudar, la profesora tiene que saber si poseen o no esos subsunores, portanto es muy importante que verbalicen, participen y pregunten más. Les preguntó, también, cuáles eran las dificultades que percibían en ellos mismos y cuatro alumnos respondieron lo siguiente:

“- Es difícil interpretar los problemas, saber lo que quiere decir cada variable. Si no hay dibujo, es más difícil todavía” (ALUMNOS 8 y 12).

“- Creo difícil memorizar los conceptos” (ALUMNO 2).

“- Yo no entiendo nada” (ALUMNO 11).

La profesora cuestionó por qué los alumnos no preguntaban cuando no comprendían. La ALUMNA 3 respondió que era por vergüenza. Muchos alumnos movieron la cabeza concordando. La profesora destacó que acaban se perjudicando si no hacen preguntas o comentarios en clase, pues solamente a partir de la participación podrán superar las dificultades y entender los contenidos. Dijo, también, que le dio un vistazo rápido a las preguntas del segundo examen y que había percibido una mejora en el entendimiento de los conceptos, pero que había verificado, que aún había algunos equívocos en la identificación de las variables del torque, evidenciados por las respuestas equivocadas en la pregunta 4

(presentada a continuación, junto con las demás preguntas, acompañadas de los tipos de dificultad presentados por los alumnos, agrupados en categorías).

Pregunta 1, grupo diurno. Explique con sus palabras qué entiende por torque. Cite dos situaciones de aplicación del concepto de torque en su cotidiano.

Pregunta 1, grupo nocturno. ¿Qué entiende por torque? Cite dos situaciones de aplicación del concepto de torque en ejercicios o actividades deportivas.

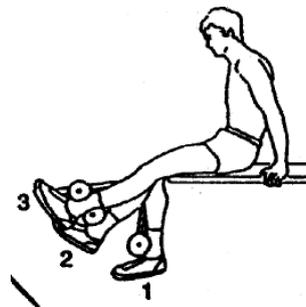
70,4% de los alumnos acertaron la pregunta y uno la dejó en blanco. Todos los demás (7 alumnos) respondieron que torque es una fuerza, lo que lleva a creer que aún no comprendieron el significado del concepto de torque, demostrando nuevamente que no entendieron el significado de las variables del enunciado.

Pregunta 2, grupo diurno. Dos atletas realizan riguroso fortalecimiento de bíceps con pesa de 140 N. Un atleta tiene antebrazos mucho más largos. ¿Por qué el fortalecimiento de bíceps exige más fuerza muscular del atleta con antebrazos más largos?

Pregunta 2, grupo nocturno. Dos atletas realizan riguroso fortalecimiento de cuádriceps en la silla extensora de rodillas con 7 placas con peso total de 70 N. Un atleta tiene piernas mucho más largas. ¿Por qué el fortalecimiento del cuádriceps exige más fuerza muscular del atleta con piernas más largas?

Todos los alumnos respondieron la pregunta, 85,2% lo hicieron de manera correcta. Es importante destacar que esa pregunta fue bastante discutida en las clases prácticas realizadas en la sala de musculación. Cuatro estudiantes (dos de ellos se retiraron en el inicio de la clase práctica) tuvieron dificultades para responder la pregunta por no saber cómo manejar el concepto de torque. Coincidentemente, esos cuatro estudiantes tampoco supieron enunciar el concepto de torque en la pregunta anterior, lo que lleva a creer que realmente no comprendieron el significado del referido concepto.

Pregunta 3, grupo diurno. Una persona está sentada, haciendo ejercicios de refuerzo para la rodilla en una mesa extensora. El ejercicio consiste en sentarse en una extremidad del banco de entrenamiento y levantar la pierna y el tobillo a partir de una posición vertical donde el ángulo entre el muslo y la pierna es de 90° (1), pasando por una posición intermedia, en que el ángulo entre el muslo y la pierna es de 135° (2) hasta llegar a la



posición en que el ángulo entre el muslo y la pierna es aproximadamente de 180° (3). El número de placas en la máquina es constante. ¿En cuál de las posiciones el tuerce de la **resistencia** es mayor? Justifique su respuesta.

Pregunta 3, grupo nocturno. Una persona está haciendo una elevación lateral con pesas con la finalidad de reforzar la musculatura de los hombros. El ejercicio consiste en realizar una abducción de los hombros y está representado en las siguientes figuras, que muestran la abducción del hombro en tres posiciones: (1) a 30° ; (2) a 90° y (3) a 150° . El peso de las pesas es constante (10N). ¿En cuál de las posiciones es mayor el torque de la **resistencia**? Justifique su respuesta. (Obs.: las fotos están en escalas diferentes).



(a)



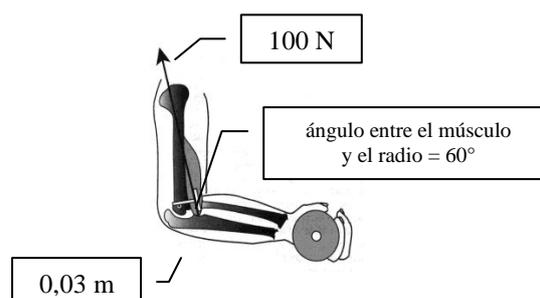
(b)



(c)

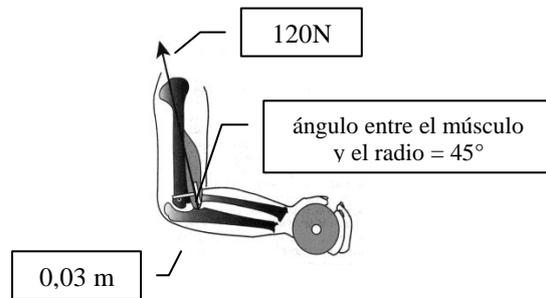
77,8% de los alumnos acertaron la pregunta y un alumno no la respondió. Tres alumnos no comprendieron la función del ángulo en el ejercicio y un alumno confundió las funciones de los conceptos de distancia y fuerza en la ecuación del torque, lo que muestra que no entendieron el significado de las variables del enunciado. Un alumno respondió la pregunta desde el punto de vista fisiológico, es decir, no comprendió (o no interpretó) el enunciado.

Pregunta 4, grupo diurno. En la situación propuesta en la figura, ¿cuál es la variable que está faltando para calcular el torque muscular cuando se conoce la fuerza del músculo, el ángulo que él forma con el radio y la largura de la inserción del músculo con el centro articular? ¿Por qué no podemos multiplicar el vector de la fuerza muscular



directamente por la distancia de la inserción muscular para calcular el torque en la situación ilustrada?

Pregunta 4, grupo diurno. En la situación propuesta en la figura, ¿cuál es la variable que está faltando para calcular el torque muscular cuando se conoce la fuerza del músculo, el ángulo que forma con el radio y la largura de la inserción del músculo con el centro articular? ¿Por qué no podemos multiplicar el vector de la fuerza muscular directamente por la distancia de la inserción muscular para calcular el torque en la situación ilustrada?



De las cuatro preguntas presentes en la evaluación, ésta fue la que tuvo menor porcentaje de acierto (25% de los alumnos). Hubo cierta diversidad entre las respuestas equivocadas. Los alumnos no entendieron el significado de las variables del enunciado:

- para seis alumnos, faltó la distancia perpendicular de la resistencia - esa variable no era necesaria para calcular el torque del músculo;
- para un alumno, faltó la distancia perpendicular del músculo - esa variable aparecía en el dibujo;
- para dos alumnos, faltó el ángulo entre el músculo y el radio - esa variable aparecía en el dibujo y
- para doce alumnos, faltó la fuerza peso de la pesa - esa variable no era necesaria para calcular el torque del músculo.

Analizando las respuestas dadas a los problemas propuestos, tanto de parte del grupo diurno como del grupo nocturno, nuevamente se observa falta de comprensión del significado conceptual de cada variable de los problemas de torque. Más aún, es posible pensar que los alumnos trataron esa pregunta como los problemas-tipo que tratan del equilibrio de torques entre los segmentos corporales y una resistencia, buscando variables que pudiesen satisfacer la ecuación que ellos utilizan para calcular situaciones de equilibrio de torques ($F_{\text{músc.}} \times d_{\perp\text{músc.}} = F_{\text{resist.}} \times d_{\perp\text{resist.}}$).

4.5 Síntesis de las observaciones y consideraciones finales sobre el primer estudio

El objetivo de ese estudio fue verificar, a través de la observación participante, de registros de comentarios verbales y de registros por escrito de problemas resueltos en clase y en exámenes, las dificultades de alumnos del curso de Diplomatura en Educación Física en la resolución de problemas-tipo, extraídos de libros de texto referentes a los contenidos trabajados en la asignatura Biomecánica del Movimiento Humano, durante un semestre lectivo.

Durante las clases, al intentar resolver los problemas-tipo sacados de libros (escogidos por la profesora, de acuerdo con los contenidos del programa de la asignatura) y organizados en una lista de ejercicios que estaba disponible para los alumnos en internet, los alumnos fueron incentivados a manifestar sus dudas y dificultades tanto por escrito como a través de comentarios verbales. A partir del análisis de esos registros, fue posible categorizar las dificultades en dos grupos: las dificultades de carácter conceptual y las dificultades de carácter procedimental, ya presentadas y discutidas.

Posteriormente, fueron realizados dos exámenes de conocimientos sobre problemas-tipo, semejantes a los discutidos en clase, y problemas abiertos, que requerían un mayor raciocinio conceptual. El resultado de los dos exámenes demostró que los alumnos investigados presentaron, prioritariamente, dificultades de carácter conceptual, acompañadas de algunas dificultades de carácter procedimental.

A partir de la categoría de dificultades de carácter conceptual que emergió del análisis de los datos, podemos destacar dos de esas dificultades. Gran parte de los alumnos, en los dos exámenes, *no supieron qué fórmula escoger o no entendieron el significado de las variables del enunciado*. Además, muchos alumnos *no comprendieron (o no consiguieron interpretar) los enunciados, es decir, no supieron de qué trataban algunas preguntas*, incluso respondiéndolas bajo otras perspectivas diferentes de la Biomecánica (por ejemplo, dando respuestas desde el punto de vista de la Fisiología o del Entrenamiento Deportivo, que no tenían nada que ver con el enunciado de la pregunta).

Para Vergnaud, la esencia del desarrollo cognitivo es la conceptualización. Ya que los alumnos investigados dieron fuertes indicativos de no conocer ese proceso, es difícil imaginar que pueda haber éxito en el dominio del campo conceptual de la Biomecánica, que es una de las condiciones necesarias para el éxito en la resolución de problemas. Por otro lado, dialécticamente, cuanto más problemas resuelven los alumnos, mayor es la probabilidad de que dominen determinado campo conceptual. El fallo en el proceso de conceptualización

puede ser un reflejo de la escuela comportamentalista que, según Gangoso (1999a; 1999b), aún perdura en los días de hoy. En esa perspectiva, la dificultad básica no está solamente en la transferencia de soluciones, sino en el reconocimiento del estímulo que, en el caso de los problemas-tipo abordados en esa investigación, también tiene que ver con la elección de la fórmula que resuelve el problema. Además, como ya se dijo, habiendo fórmulas para todo, los alumnos prefieren usarlas (Escudero y Flores, 1996), especialmente los que se encuadran en la clasificación de novatos. Los novatos presentan un conocimiento más fragmentado, desvinculado entre sí y se fijan en características superficiales a la hora de resolver los problemas, al contrario de los especialistas, que son capaces de hacer una representación de las situaciones de manera más abstracta (Coleoni, Gangoso y Hamity, 2007), utilizando el conocimiento que poseen sobre los conceptos presentes en las situaciones propuestas. La conclusión a respecto de las dificultades de carácter conceptual de parte de los aprendices se basa en el presupuesto de que le faltan subsunsores para poder resolver los problemas (no sólo de carácter conceptual, sino también de carácter procedimental). Considerando la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, la falta de subsunsores es un obstáculo para la resolución de problemas, ya que, para ese autor, la ausencia de subsunsores disminuye la capacidad de anclar nuevas informaciones a la estructura cognitiva del aprendiz de manera más significativa (Moreira, 1999a; 2000). En ese sentido, Gangoso (1999a) argumenta que la variable que más influye en la resolución de problemas en la perspectiva de la teoría del aprendizaje significativo es la disponibilidad de conceptos y principios en la estructura cognitiva pertinentes a las demandas del problema, lo cual corrobora la idea central de la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud.

Por otro lado, la misma autora critica los problemas-tipo por creer que llevan los alumnos tan sólo al aprendizaje mecánico y los compara con recetas culinarias, argumentando que, para Ausubel, solamente hay aprendizaje significativo cuando los problemas están fundamentados en conceptos y principios claramente comprendidos y cuando las operaciones constitutivas sean significativas por sí mismas. Para Greca y Moreira (2003), los problemas de final de capítulo tienden a llevar al aprendizaje mecánico, pero tampoco garantizan que los problemas abiertos necesariamente llevarán a la conceptualización. De cualquier forma, los problemas utilizados en el presente estudio, retirados de los libros de texto utilizados en la asignatura de Biomecánica del Movimiento en Deporte, se encuadran en la categoría de problemas-tipo, y de acuerdo con los datos obtenidos, no se mostraron muy útiles ni como auxiliares en el proceso de conceptualización, fundamental en la visión de Vergnaud, ni como material potencialmente significativo, de acuerdo con Ausubel. Además, los datos permiten

inferir que muchos de esos problemas presentan ambigüedades en sus enunciados o, simplemente, están mal formulados, lo cual, por sí solo, ya representa un obstáculo para la resolución; lo cual, para Costa y Moreira (1999), dificulta el proceso de construcción de modelos mentales. Si por un lado los alumnos no tienen subsunsores, por otro lado, los problemas mal formulados y/o ambiguos tampoco les ayudan a situarse en la dirección de la evolución conceptual. Por otro lado, en el caso de problemas-tipo bien formulados, se puede pensar en la posibilidad de que auxilien en la identificación de lo que el aprendiz ya sabe, para que, según Ausubel (apud Moreira, 2000), sea posible enseñar de acuerdo con esos conocimientos previos.

Cuando se admite el profesor como un especialista en la resolución de problemas, se supone que es capaz de observar detalles que pasan desapercibidos para los novatos (en ese caso, los alumnos), por tanto, es posible que contorne las ambigüedades y que éstas pasen desapercibidas. Sin embargo, frente a la incapacidad de los novatos para entender los enunciados ambiguos o mal formulados, manifestada por el fracaso en encontrar una solución apropiada, es de responsabilidad del profesor, al detectar esos obstáculos, tratar de encontrar estrategias que faciliten la resolución de problemas en la búsqueda del aprendizaje significativo. Si el profesor considera fundamental trabajar con problemas-tipo, entonces, deberá reformular los enunciados de los problemas antes de presentarlos a los alumnos para facilitar su interpretación.

Durante el semestre investigado, algunos alumnos mencionaron que tenían dificultad para buscar informaciones en libros de texto por no dominar el lenguaje técnico. Costa y Moreira (1997b) ya habían relatado que los libros de texto normalmente no consiguen resolver las dudas de los alumnos, por lo tanto, es necesario que el profesor busque alternativas para auxiliarlos en la comprensión de los conceptos, a través de una planificación de su acción pedagógica de modo comprometido con la formación científica de los alumnos, como destacan Escudero y Flores (1996).

El proceso de conceptualización, según Vergnaud, tiene lugar a través del creciente dominio del campo conceptual, que es un proceso lento y gradual, lleno de rupturas y continuidades. La percepción de las dificultades, tanto de carácter conceptual como procedimental, presentadas por los estudiantes que integraron esa investigación hace posible una reflexión a respecto de los problemas-tipo sugeridos en los libros de texto (los cuales carecen de reformulación, caso continúen integrando el currículo de la asignatura). Fueron raros los problemas propuestos a los alumnos que obtuvieron una solución. La mayoría de las veces, los alumnos tuvieron algún tipo de dificultad que les impidió llegar a una respuesta,

siendo necesaria la constante intervención de la profesora en el sentido de auxiliarlos a interpretar enunciados y comprender conceptos (Toigo, Costa y Moreira, 2010).

Se destaca, a modo de conclusión, la necesidad de buscar otras estrategias de enseñanza que faciliten la conceptualización, de manera que sea posible resolver las dificultades de los alumnos, favoreciendo el aprendizaje significativo de la Biomecánica. *La alternativa pensada en ese sentido fue la introducción al uso de los mapas conceptuales como herramienta didáctica y de evaluación.* La revisión de la literatura presentada en el capítulo V sugiere fuertes indicativos de que ese instrumento es capaz de potenciar el aprendizaje significativo, ya que ofrece medios de promoción de la conceptualización. Si los alumnos tienen la comprensión conceptual, se espera que puedan, progresivamente, profundizar sus conocimientos en el dominio del campo conceptual de la Biomecánica y, de esa manera, los futuros profesores de Educación Física finalmente podrán incorporar esos conocimientos (tan importantes) en el cotidiano de su práctica profesional.

Cabe, sin embargo, destacar que, para Vergnaud, un concepto es definido por tres conjuntos: el **referente** que es un conjunto de situaciones-problema que dan sentido al concepto; el **significado** que es un conjunto de propiedades, atributos, invariantes operatorios, que caracterizan la parte estable del sentido y la operacionalidad del concepto; el **significante** que es un conjunto de signos, gráficos, que representan el concepto. Estos conjuntos están interrelacionados y la conceptualización se da en una dialéctica: cuanto más situaciones entiende el sujeto, mejor será el referente; cuanto mejor sea éste, más situaciones nuevas y más complejas, entenderá; cuanto más propiedades e invariantes operatorios, mejor el significado, cuanto mejor sea éste, mayor será la conceptualización y el sujeto será más capaz de resolver situaciones; cuanto más formas de presentación domine el sujeto, mejor será el significante y más hábil será en el uso de representaciones nuevas y más sofisticadas. Por tanto, desde el punto de vista de la teoría de los campos conceptuales, conceptualizar, o abordar conceptualmente un cierto contenido, no significa renunciar a la operacionalidad (de los ejercicios, por ejemplo) y a la formalización.

Resolver problemas mecánicamente, buscando una fórmula, no lleva a la conceptualización. Pero, simplemente resolver todo cualitativamente o “conceptualmente” (en el sentido de renunciar al formalismo), tampoco lleva a la conceptualización.

La parte conceptual parece ser fundamental en la resolución de problemas, pero eso no significa que aspectos operacionales y formales no sean igualmente importantes, pues conceptual implica también operacional y representacional. De hecho, la resolución de problemas es una tarea compleja. El segundo estudio corrobora esta afirmación.

CAPÍTULO V

**REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE
MAPAS CONCEPTUALES**

5 REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE MAPAS CONCEPTUALES

5.1 Mapas conceptuales

El acto de aprender no debe ser visto solamente como el almacenamiento de un conjunto de hechos en la memoria, sino también como la habilidad de utilizar recursos para encontrar, evaluar y aplicar informaciones (Lujan y DiCarlo, 2006). Esos autores destacan que los currículos son “empaquetados” con tantos contenidos que, para conseguir abarcarlo todo, los profesores transmiten a los alumnos lo que saben y éstos intentan almacenar tales informaciones en la memoria. También dicen que esos currículos “empaquetados” dejan poco tiempo para que los alumnos puedan profundizar conocimientos o desarrollar habilidades a largo plazo, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comunicación. Una posibilidad para resolver ese problema sería, de acuerdo con Vander (1994), “desempaquetar el currículo y reducir la cantidad de informaciones que los alumnos tienen que memorizar, ayudándolos a hacerse sujetos activos, independientes y solucionadores de problemas. Sin embargo, no siempre es posible disminuir la cantidad de contenidos que integran los currículos de las asignaturas de las diferentes carreras. Por otro lado, esa alternativa propuesta por Vander (1994) es muy simplista y, por sí sola, difícilmente resolvería el problema del aprendizaje mecánico, luego es necesario que los profesores se empeñen en promover el aprendizaje significativo de los alumnos. Hay que recordar que *aprendizaje significativo* es el concepto central de la teoría de Ausubel que, según Moreira (2006, p. 14), es el proceso por el cual una nueva información se relaciona, de manera sustantiva (no literal) y no arbitraria, a un aspecto específicamente relevante de la estructura cognitiva del individuo. El autor explica que las nuevas informaciones (nuevas ideas, conceptos, proposiciones) pueden ser aprendidas significativamente (y retenidas) cuando otras ideas, conceptos, proposiciones relevantes e inclusivos estén adecuadamente claros y disponibles en la estructura cognitiva del sujeto y funcionen interactivamente, como punto de anclaje para las primeras.

Para que haya aprendizaje significativo, el material que el alumno tiene que aprender debe ser potencialmente significativo para el alumno, es decir, relacionable a su estructura cognitiva de forma no arbitraria y no literal y que el alumno manifieste una predisposición para aprender, o sea, una disposición a relacionar el nuevo material de manera sustantiva y no arbitraria a su estructura de conocimiento (Moreira, 1999b; Moreira y Masini, 2006).

La Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (1990) es totalmente compatible con la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel es. Para Vergnaud, la esencia del

desarrollo cognitivo es la conceptualización (Moreira, 2004). La conceptualización es un proceso a través del cual los conceptos se hacen significativos a través de una variedad de situaciones, las cuales dan sentido a los conceptos. Por tanto, es natural definir campo conceptual, sobre todo, como un conjunto de situaciones (op. cit.). En esa teoría, la importancia de la acción del sujeto es enfatizada como mediadora de la evolución conceptual, por tanto, es importante ofrecerles a los alumnos una gran cantidad de situaciones con diferentes grados de complejidad (Caballero, Moreira y Rodríguez, 2008).

Entonces, se puede pensar en el uso de mapas conceptuales como herramienta de análisis del conocimiento de los alumnos porque pueden ser entendidos como diagramas jerárquicos con el objetivo de reflejar la organización conceptual de una asignatura (Moreira, 2006).

Los mapas conceptuales, se pueden usar tanto como *recurso de enseñanza*, como también como *recurso de evaluación, análisis de contenido o análisis curricular*, fueron propuestos originalmente por el Profesor Joseph Novak juntamente con sus estudiantes, en los años setenta, en la Universidad de Cornell, en Estados Unidos y, como ya se ha dicho, consisten, de manera amplia, en diagramas que indican relaciones entre conceptos. Inicialmente, esos diagramas pueden tener una o más dimensiones. Los mapas unidimensionales son listas de conceptos que tienden a presentar una organización lineal y vertical, dando sólo una visión limitada de la estructura conceptual que representa. Por otro lado, los mapas conceptuales bidimensionales procuran mostrar relaciones jerárquicas entre conceptos, los cuales pueden derivar de una asignatura, de una parte de la asignatura, de un tópico específico, etc. (Moreira, 2006).

Novak y Gowin (1984) defienden que la elaboración de mapas conceptuales es una técnica que permite la exteriorización de conceptos y proposiciones, por tanto, permite que los profesores y los alumnos presenten, intercambien, negocien sus puntos de vista sobre la validez de una determinada relación proposicional. Por otro lado, también permite reconocer la falta de relaciones entre conceptos, lo cual sugiere la necesidad de un nuevo aprendizaje. Los autores también destacan que los mapas conceptuales, con frecuencia, han sido utilizados también para revelar concepciones alternativas, ya que fácilmente se pueden percibir las relaciones falsas entre los conceptos presentados en el diagrama.

Se presenta, entonces, una síntesis de la revisión de literatura sobre investigaciones recientes sobre mapas conceptuales, la cual se encuentra integralmente en el Anexo 3. Las investigaciones se refieren específicamente a su utilización como *estrategia didáctica* y como *estrategia de evaluación*. La revisión fue realizada a partir de la lectura de 210 artículos de

periódicos nacionales e internacionales y de las actas de las *I, II e III International Conference on Concept Mapping*. Esa conferencia es considerada como el principal evento internacional sobre elaboración de mapas conceptuales y es organizada por el Profesor Joseph Novak, además de otros investigadores célebres en el asunto y por esas razones, se justifica la inclusión de las respectivas actas en esa revisión.

La procedencia de los artículos se encuentra en la Tabla 10.

Tabla 10 – Procedencia de los artículos sobre mapas conceptuales (n = 204).

LOCAL DE ORIGEN	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Alemania	5
Argentina	4
Australia	5
Austria	1
Bélgica	1
Brasil	26
Canadá	8
Chile	2
Colombia	7
Costa Rica	11
Estados Unidos	64
Estonia	2
Finlandia	5
India	1
Israel	2
Italia	10
Japón	1
Malasia	3
México	16
Panamá	9
Portugal	7
Reino Unido	2
Suecia	2
Taiwán	2
Turquía	2
Venezuela	6

Como ya se ha dicho, en la búsqueda bibliográfica realizada, se priorizaron los estudios sobre la utilización de mapas conceptuales como estrategia didáctica y como estrategia de evaluación. Sin embargo, también se consultaron algunos artículos de revisión y otros que, además de tratar los mapas conceptuales como estrategia didáctica y/o de evaluación, también consideraron el uso de mapas conceptuales como estrategia de análisis de

currículo y como estrategia de investigación. Una síntesis sobre el enfoque de los artículos consultados se encuentra en la Tabla 11.

Tabla 11 – Enfoque de los artículos consultados sobre mapas conceptuales.

ENFOQUE	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Mapas conceptuales como estrategia de análisis de currículo	5
Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	56
Mapas conceptuales como estrategia de investigación	5
Mapas conceptuales como estrategia didáctica	148
Revisión	9

La Tabla 12 ilustra las teorías en que se basaron las investigaciones consultadas en esa revisión, aunque los autores no siempre hayan referido o destacado la base teórica utilizada. Hay que destacar que algunos autores utilizaron bastante una base teórica en la fundamentación de sus investigaciones. Como era de esperar, es expresivo el número de trabajos fundamentados en la Teoría de Educación de Novak y Gowin ($n = 168$) y en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel ($n = 107$). Hay que destacar, también, que solamente 3 estudios se basaron en la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, ya que esa teoría es, como ya se ha dicho anteriormente, totalmente compatible con la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.

Tabla 12 – Bases teóricas que fundamentaron los artículos sobre mapas conceptuales.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Aprendizaje basado en Problemas	2
Constructivismo	9
Constructivismo de Kant	1
Modelo del Cerebro Total de Ned Herrmann	1
Psicología Cognitiva/Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird	9
Teoría del Aprendizaje Organizacional de Pawsloswsky	1
Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel	107
Teoría de la Mediación de Vygotsky	17
Teoría de Educación de Novak y Gowin	168
Teoría de Enseñanza de Bruner	1
Teoría del Conocimiento Espacial	1
Teoría del Desarrollo Cognitivo de Piaget	9
Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud	3
No cita	17

La mayor parte de los estudios se concentró en el área de las Ciencias (Biología, Física, Matemáticas y Química; $n = 103$), sin embargo, también se encontraron estudios en otras áreas, según reflejan los datos de la Tabla 13. Hay que destacar que se encontraron solamente 3 estudios en el área de la Educación Física, de los cuales solamente uno (Toigo y Moreira, 2008) se refería, específicamente, a la Biomecánica.

Tabla 13 – Área de conocimiento abordada en los artículos sobre mapas conceptuales.

ÁREA DE CONOCIMIENTO	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Administración	3
Antropología, Geografía, Historia	5
Biomecánica Industrial, Design	2
Ciencias (Biología, Física, Matemáticas y Química)	103
Ciencias de la Salud (Enfermería, Farmacia, Medicina, Odontología, Psicología, Servicio Social, Veterinaria y Terapia Ocupacional)	22
Ciencias del Ambiente	4
Comunicación, Letras, Música	4
Educación Física (Biomecánica, Desarrollo Motor, Fisiología del Ejercicio, Entrenamiento Atlético)	3
Ingenierías (Ingeniería Biomédica, Ingeniería Química, Ingeniería de Sistemas)	11
Multidisciplinar	12
Redes de Ordenadores	1
Sin conocimiento específico	28

La Tabla 14 muestra los niveles de enseñanza investigadas en los artículos consultados. Hay que observar que algunos estudios fueron realizados con profesores y/o investigadores y otros fueron realizados fuera del contexto escolar o académico (por ejemplo, en empresas, hospitales, etc.).

Tabla 14 – Niveles de enseñanza investigadas en los artículos sobre mapas conceptuales.

NIVELES DE ENSEÑANZA	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Educación Primaria	59
Educación Infantil	12
Educación Superior	84
Fuera del Contexto Escolar	7
Posgrado	13
Profesores y/o Investigadores	41
No especifica el nivel	21

A continuación se presentará una síntesis de los resultados de las investigaciones revisadas de acuerdo con el uso de los mapas conceptuales (como estrategia didáctica y como estrategia de evaluación).

5.1.1 Mapas conceptuales como estrategia didáctica

Como ya se ha dicho, los mapas conceptuales pueden ser utilizados como estrategia didáctica, es decir, tanto en el ámbito de la enseñanza como en el ámbito del aprendizaje, pues permiten observar relaciones jerárquicas entre los conceptos, mostrando relaciones de subordinación y superordenación, que posiblemente afectan a la conceptualización (Moreira, 2006; Moreira y Masini, 2006).

Novak y Gowin (1984) justifican, con base en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, que los mapas conceptuales deben ser jerárquicos, o sea, los conceptos más generales y más inclusivos deben situarse en la parte superior del mapa, con conceptos cada vez más específicos, menos inclusivos, colocados sucesivamente debajo de los mismos, ya que el aprendizaje significativo se produce más fácilmente cuando nuevos conceptos o significados conceptuales son subsumidos por conceptos más amplios, más inclusivos.

Varios son los autores que utilizan mapas conceptuales como estrategia didáctica optando por la estructura jerárquica. En este sentido, se pueden citar, por ejemplo, Paulo, Moreira y Caballero (2008); Lemos, Moreira y Mendonça (2008); Tavares (2007); López-Goñi y Zufiaurre (2004); Figueredo, Lopes, Firmino y Souza (2004); Arroyo (2004); Arbea y Campo (2004) y Alfamasaga-Fuata'i (2004a; 2004b), incluso destacando que una mejora con relación a los niveles de jerarquía en los mapas conceptuales aumenta el número de diferenciaciones progresivas, que son importantes indicadores de aprendizaje significativo. De acuerdo con Alfamasaga-Fuata'i (2004a; 2004b), los estudiantes perciben que la comunicación de su entendimiento es más efectiva si ésta se realiza de manera jerárquica.

Por otro lado, varios autores sostienen que, no siempre, una jerarquía diferente de la propuesta originalmente por Novak y Gowin (1984) en el mapa conceptual compromete su calidad. Moreira (2006) destaca que, a pesar de que el modelo de mapa conceptual propuesto por esos autores está de acuerdo con el principio de la diferenciación progresiva de la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, su utilización desde el punto de vista didáctico no tiene que ser unidireccional, de arriba abajo, ya que el mapa conceptual también debe proponer la reconciliación integradora. Así, aunque en el enfoque ausubeliano se deba empezar con los conceptos más generales, más inclusivos, hay que mostrar cómo están

relacionados los conceptos subordinados y, entonces, volver, por los ejemplos, a nuevos significados para los conceptos de orden más elevado en la jerarquía, “bajando y subiendo” en el mapa. Para Ruiz-Primo, Schultz y Shavelson (1997), la imposición de una estructura jerárquica no siempre interactúa con la estructura del dominio mapeado, aunque dicen que esa interpretación parece prematura debido a los problemas con relación a la manera de definir “estructura jerárquica” sugerida por Novak y Gowin (1984). Para Silveira, Sousa y Santovito (2008), el desafío es desmitificar la cuestión de la jerarquía como si siempre tuviera que ser de la parte superior del mapa a la inferior (y no interdireccional), pues ese formato puede favorecer una idea de los mapas conceptuales como un diagrama de flujo, dificultando el establecimiento de las relaciones cruzadas entre los conceptos. En esa perspectiva, Derbentseva, Safayeni y Cañas (2004; 2007) defienden una organización de mapas conceptuales en estructura cíclica (estructura en la que los conceptos se relacionan entre sí en un circuito cerrado) por entender que, en función de la interdependencia entre los conceptos, aumenta la posibilidad de pensamiento dinámico, lo cual puede ser restringido cuando se utiliza una estructura jerárquica. Åhlberg (2004b), al proponer una mejora de la técnica de elaboración de mapas conceptuales con relación a la propuesta original de Novak y Gowin (1984), considera que el concepto principal puede ser colocado en cualquier lugar del mapa, aceptando, también, el uso de mapas conceptuales cíclicos. Engel y Ebron (2004); Kharatmal y Nagarjuna (2006); Tamayo (2006b) y Kilic (2003) también consideran posible el uso de mapas conceptuales no jerárquicos como estrategia didáctica.

Novak y Gowin (1984) destacan algunas aplicaciones de los mapas conceptuales como estrategia didáctica. La primera de ellas es el uso de los mapas conceptuales para *explotar lo que ya saben los alumnos*. Según Moreira (2000), la identificación de lo que el aprendiz ya sabe es el aspecto considerado como más importante de la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Varios resultados de estudios anteriores corroboran la prerrogativa de que los mapas conceptuales son un excelente instrumento para detectar conocimientos previos (Gangoso, 1997; Moreira, Soares y Paulo, 2008; Mancielli, Gentili, Priori y Valitutti, 2004; Ramírez de M. y Sanabria, 2004; Bonastre y Pina, 2006; Duso y Borges, 2009 y Kilic, 2003). Una vez que los profesores sean capaces de identificar conocimientos previos de los alumnos, podrán organizar con más facilidad y coherencia la enseñanza según las necesidades de los mismos, incluso preparando organizadores previos, caso sea necesario.

Los mapas conceptuales también pueden ser utilizados para *realizar un guía de aprendizaje*. En la visión de Novak y Gowin (1984), se puede elaborar un mapa conceptual global evidenciando las ideas más importantes de un semestre o año, de un segmento de tres o

cuatro semanas, o también, de algunos días de clase. Por lo tanto, se puede interpretar que los mapas conceptuales pueden ser considerados como potentes auxiliares para estudiar o adquirir conocimiento. Aunque los mapas conceptuales no funcionen de la misma manera para todos los tipos de alumnos (Lin, Lee y Grabowski, 2009), la mayor parte de las declaraciones realizadas por alumnos es favorable al uso de los mapas conceptuales como herramienta de estudio (Rendas, Fonseca y Pinto, 2006; Walker, King y Cordray, 2003; Tifi y Lombardi, 2008; Derbentseva y Safayeni, 2008; Ramírez de M. y Sanabria, 2004; Bolte, 2006; Toigo y Moreira, 2008; Melero-Alcíbar y Carpena, 2006; Taber, 1994) y son percibidos como útiles en la adquisición de conocimiento (Mostrom, 2008; Alonso, 2008; Hugo y Chrobak, 2004; Fonseca, Extremina y Fonseca, 2004; Daley, 2004b; Afamagasa-Fuata'i, 2004a, 2004b; Calderón-Steck, 2006; Duarte y Henao-Cálad, 2006; Vaklifard, Armand y Baron, 2006; Silva y Sousa, 2007). Los mapas conceptuales también pueden ser utilizados para la *extracción de los significados de los libros de texto o de lecturas de artículos en periódicos y revistas* (Novak y Gowin, 1984). Esos autores hablan sobre el dilema de aprender a leer eficazmente, pues consideran difícil leer palabras y frases cuando hay poco o ningún significado. Por otro lado, admiten que la lectura es un medio muy útil para aprender significados (op. cit., p. 59), y por consiguiente ayuda a la conceptualización. De esa forma, los mapas conceptuales pueden ser una buena alternativa para auxiliar los estudiantes a comprender textos científicos, aunque advierten que hay que tener cautela para no sobrecargar los alumnos pidiéndoles, por ejemplo, que hagan un mapa conceptual para cada palabra o página de libro de texto, lo cual podría, incluso, banalizar el uso del instrumento. De cualquier modo, los mapas conceptuales, tanto globales como específicos, construidos para las lecturas, tienen potencial para auxiliar los alumnos a abordar los contenidos de una asignatura, o incluso de un campo conceptual, de manera más significativa. En el caso específico de la lectura de artículos de periódicos y revistas, la elaboración de un mapa conceptual permite la identificación de conceptos-clave y/o proposiciones, además de reformular resumidamente los principales puntos del texto. Tratándose de artículos de periódicos y revistas, Novak y Gowin (1984) recuerdan que no siempre las ideas principales están situadas en el local más apropiado e, incluso, pueden estar ausentes. De esa manera, puede haber necesidad de incluir algunos conceptos o proposiciones cuando se construye el mapa ya que algunos expertos, muchas veces, omiten descripciones explícitas de conceptos-clave y/o proposiciones que le son muy familiares, haciendo que el texto no sea muy claro para lectores legos (op. cit.).

También se puede destacar la utilización de los mapas conceptuales en la *preparación de trabajos escritos o de exposiciones orales*. Novak y Gowin (1984) comentan que muchos

estudiantes temen redactar un trabajo, probablemente por ser incapaces de organizar sus ideas, por tanto, la construcción de mapas conceptuales puede ser una alternativa para superar esa barrera, ya que no es una tarea difícil elaborar una lista con los principales conceptos o proposiciones del tema que se ha de trabajar. El próximo paso consiste en elaborar un mapa conceptual breve, que sirve como punto de partida para redactar el primer párrafo. Los autores alertan que es difícil elaborar un mapa conceptual completo antes de escribir un artículo (o un capítulo de un texto) (p. 69), pero sugieren la construcción de una versión preliminar que se puede ir completando de acuerdo con la evolución del texto.

Entonces, en esa perspectiva, se podría pensar que la construcción de mapas conceptuales sería igualmente interesante en la *resolución de problemas*. González, Palencia, Umaña, Galindo y Villafrade (2008) realizaron un estudio en el que compararon un grupo de estudiantes que resolvieron problemas en el área de la Fisiología Médica con la ayuda de mapas conceptuales a un grupo control (que resolvió problemas del modo tradicional). Los resultados obtenidos en un examen tipo test y de resolución de problemas fueron superiores para los alumnos del grupo experimental, sugiriendo que la intervención contribuyó al aprendizaje significativo. Soto (2004), Afamagasa Fuata'i (2004b) y Prabhu, Elmeski y Czarnocha (2006) también encontraron resultados favorables a la utilización de mapas conceptuales en la resolución de problemas de Matemáticas. Iuli y Himangshu (2006) adaptaron un modelo para la resolución de problemas del Medio Ambiente utilizando mapas conceptuales y el resultado de esa intervención se mostró efectivo apuntando un aumento de la comprensión conceptual de los estudiantes. Para esos autores, el gran determinante de ese aumento a lo largo de un semestre fue el hecho de abordar la auto-información de los estudiantes para aprender a estudiar. Además, varios autores destacan en sus investigaciones el valor de los mapas conceptuales en la autogestión y en la autorregulación del conocimiento (Trujillo-Vargas, Jaramillo-Ramírez y Gutiérrez, 2006; López y Beraza, 2006; Taber, 1994), lo cual favorece la autonomía en el aprendizaje (Nunes y Del Pino, 2008) y acaba desencadenando en los alumnos motivación para realizar las actividades propuestas por sentirse más responsables de la construcción del propio conocimiento (Duarte y Henao-Calad, 2006). Es de esperar, entonces, que en esa perspectiva, los mapas conceptuales despierten la disposición para aprender (Mendonça, Silva y Palmero, 2007).

En contrapartida, Gangoso (1997) estudió la viabilidad de la incorporación de los mapas conceptuales en la resolución de problemas-tipo de Física y verificó la ausencia de relación entre la introducción de los mapas conceptuales y los resultados positivos en la resolución de esa categoría de problemas. La autora entiende que problemas-tipo parecen

favorecer más el aprendizaje mecánico y, por eso, no se sorprendió de no haber encontrado la mencionada relación. Entonces sugiere que los profesores deben pensar en otros tipos de problemas que favorezcan el aprendizaje significativo. Fechner y Sumfleth (2008) también investigaron la influencia de los mapas conceptuales en la resolución de problemas de Química, comparando un grupo experimental a un grupo control y observaron que había un efecto muy pequeño de la intervención en el grupo experimental. A pesar de que los resultados de esos dos estudios son poco alentadores, se considera que no son suficientes para desestimular el uso de los mapas conceptuales en la resolución de problemas. Tal vez, incluso, hay que pensar cuál es el tipo de problema que se les debe proponer a los alumnos y, en ese sentido, las situaciones-problema de Vergnaud podrían ser una buena alternativa para auxiliar los alumnos a caminar en la dirección de la conceptualización y, por consiguiente, del aprendizaje significativo.

Varios estudios destacan el potencial de los mapas conceptuales como auxiliares en la construcción de modelos mentales y en la representación del conocimiento (Arroyo, 2004; Ramírez, 2004; Brüchner y Shanze, 2004; Berionni y Baldoni, 2004 y Gomez, 2006). Slotte y Lonka (1999) verificaron, en un estudio realizado con médicos candidatos a una plaza de residencia médica, indicadores de que los mapas conceptuales mejoraron la formación de modelos mentales, proporcionan el contexto para el entendimiento y construcción de inferencias sobre la aplicación de las diferentes teorías en situaciones ilustradas en el texto que deberían interpretar para competir a la referida plaza. Safayeni, Derbentseva y Cañas (2005, 2007) defienden, en especial, el uso de mapas conceptuales cíclicos como herramienta apropiada para la representación del conocimiento sobre relaciones funcionales o dinámicas entre conceptos. Miller y Cañas (2008a; 2008b) defienden que, cuando se pretende sacar ventaja de los mapas conceptuales como herramienta de aprendizaje significativo, se deben promover mapas explicativos, que contengan varias proposiciones dinámicas (explicativas). Los autores creen que de esa manera se aumenta la fuerza representacional del instrumento.

Sin embargo, Cálad (2004) cree que, para obtener todo el potencial representacional de los mapas conceptuales, hay que entrenar para la construcción de los mismos antes de empezar a utilizarlos, lo cual es corroborado por Ramírez, Barriga y Zárata (2006), los cuales compararon resultados de pretests y postests de tres grupos (un grupo no recibió entrenamiento con mapas conceptuales y dos recibieron entrenamiento, uno de los cuales, además de recibir formación a respecto de la construcción de mapas conceptuales, también tuvo la instrucción reforzada por éstos) y verificaron que los dos grupos que recibieron entrenamiento previo aumentaron las puntuaciones obtenidas en los mapas, demostrando

tanto un mayor dominio de la técnica como de la calidad de la representación del conocimiento. Algunos resultados de investigaciones reforzaron la necesidad de entrenamiento previo en la confección de mapas conceptuales por considerar que esa técnica no es una tarea trivial. Lemos, Moreira y Mendonça (2008) defienden que se deberían introducir los mapas conceptuales en la dinámica de las clases de varios temas del currículo escolar para que sea posible negociar con los estudiantes de modo eficiente, es decir, debe haber una familiarización gradual de la herramienta para que se pueda conquistar la autonomía en su uso. Conradty y Bogner (2008) constataron, a través de un estudio sobre el impacto de la dificultad del contenido o de la carga cognitiva de los mapas conceptuales, que jóvenes estudiantes fueron capaces de construir mapas conceptuales cuando el asunto era de fácil comprensión, aun cuando esa técnica era una novedad. Sin embargo, lo mismo no ocurrió cuando el asunto era considerado difícil, tal vez porque los alumnos hayan sufrido sobrecarga debido a la complejidad del asunto y, por tanto, no fueron capaces de verbalizarlo en la forma de conectores correctos. Patry y Bourgeois (2004) verificaron que los efectos de un entrenamiento de corta duración en elaboración de mapas conceptuales en el desarrollo de la metacognición (conciencia y control del propio proceso cognitivo) no afectaron los alumnos de modo perceptible y justificaron que la metacognición es, de hecho, un trabajo en progreso, el cual es desarrollado a lo largo de los años mientras el alumno va madurando. Los mapas conceptuales le ayudan a aprender, a organizar y sintetizar su conocimiento. Modell (1996) verificó que, cuando los profesores se deciden por la implementación de un ambiente de aprendizaje activo, entran en contacto con el conocimiento implícito de los estudiantes. En ese sentido, es de fundamental importancia que los mapas conceptuales producidos por los alumnos sean compartidos, presentados. Tamayo (2004) considera que un mapa conceptual que es realizado para ser presentado acaba teniendo mayor consistencia en las convenciones de técnica, claridad y aspecto gráfico. Moreira y Sperling (2009) refuerzan la necesidad de presentación de los mapas conceptuales enfatizando la negociación de significados, pues creen que, así como el alumno puede reproducir mecánicamente resoluciones de situaciones-problema, el mismo puede ser observado en una supuesta conceptualización.

Aunque no todos los profesores valoren la elaboración de mapas conceptuales por considerar que no es necesario generar representaciones exhaustivas de los temas de sus cursos, como constató Renauld (2006) en un curso de capacitación docente, o simplemente en función de una orientación más comportamentalista, que dificulta la contemplación de nuevas posibilidades de acción, como verificaron Ramírez de M., Sanabria y Aspée (2006), según Feregrino-Hernández, Rezo-García, Ortiz-Esquivel, Navarro-Clemente, Dominguez-Pérez

(2006), hay que tener en cuenta que, para una adecuada utilización de la técnica, los profesores deben ser debidamente preparados, teniendo en cuenta un buen entendimiento del aprendizaje constructivista y de las maneras de representar el conocimiento en los mapas (Daley, 2004a; 2004b). Veloz, Rodríguez y Veloz (2008) observaron ignorancia y confusión sobre las reglas, representaciones e implementación de los mapas conceptuales por parte de los docentes. Miller, Cañas y Novak (2006) mostraron que la fuente primaria de información de los profesores sobre mapas conceptuales son profesores universitarios, que les instruyen por medio de cursos de formación continua, exposiciones en congresos, o artículos científicos, entre otros, por eso, es urgente que se revise lo que se está enseñando a los docentes en formación sobre el uso de los mapas conceptuales, principalmente en el sentido de evitar un uso permisivo, en el que todo vale.

Otra posibilidad de uso de la estrategia consiste en trabajar con los alumnos a partir de mapas conceptuales pre-construidos; pero los beneficios de esa estrategia parece que son limitados. En el meta-análisis realizado por Nesbit y Aesope (2006), en el que fueron revisados 55 estudios experimentales y casi-experimentales sobre el efecto de los mapas conceptuales en el aprendizaje, se verificó que los beneficios del uso de los mapas conceptuales pre-construidos fueron evidentes en el aprendizaje individual, pero no en parejas y en aprendizaje cooperativo. En ese mismo meta-análisis, en algunos pocos estudios, pareció que los mapas conceptuales pre-construidos son particularmente útiles como medio de comunicación para estudiantes con baja habilidad verbal. El estudio utilizando mapas conceptuales en lugar de lectura de textos puede auxiliar en la evocación tanto de la idea central como de las ideas más específicas, pero el efecto es mayor con relación a la idea central. Se encontraron pocas evidencias que determinasen si estudiar a través de mapas conceptuales pre-construidos es particularmente eficaz para la transferencia de conocimiento y desarrollo de habilidades de aprendizaje (op.cit.).

La mayor parte de los docentes/investigadores familiarizados con la elaboración de mapas conceptuales apunta varias ventajas de esa técnica como estrategia didáctica:

- *Los mapas conceptuales auxilian los profesores a identificar dificultades, errores o concepciones alternativas de los alumnos* (Almeida y Moreira, 2008; Colli, Rossi y Montagna, 2004; Serrado, Cardeñoso, Azcárate, 2004; Azevedo, Lando, Fagundes, Zaro y Timm, 2006; Aquilino y Venditti, 2006; Bolte, 2006; Krummenauer y Costa, 2009 y Moreira y Sperling, 2009).
- *Los mapas conceptuales pueden auxiliar los profesores a planificar la enseñanza* (Donner Jr., Infante-Malachias y Correia, 2006; Wehry y Goudy,

2006; Aquilino y Venditti, 2006; Colli, Rossi y Montagna, 2004 y Gouveia y Valadares, 2004).

- *Los mapas conceptuales promueven la evolución conceptual* (Afamasaga-Fuata'i, 2004a; 2004b; Natividad Iraizo y Huarte, 2004; Dutra, Fagundes y Cañas, 2004; Gouveia y Valadares, 2004; Stoddart, 2006, Iuli y Himangshu, 2006; Ramírez de M., Sanabria y Aspée, 2006; Ramírez, Barriga y Zárate, 2006; Daley, Torre, Stark-Schweitzer, Siddartha y Petkova, 2006; Brenes, Coto, Hurtado, Rivera, Rodríguez y Vázquez, 2006; Tarouco, Geller y Medina, 2006; Poveda, Sanzol y Oneca, 2006a; 2006b; Soares y Valadares, 2006; Añez, Ferrer y Velazco, 2006; Zepure Samawi, 2006; Krummenauer y Costa, 2009; Venâncio y Kato, 2008, Silva y Sousa, 2007 y Mendonça, Silva y Palmero, 2007).
- *Los mapas conceptuales favorecen el desarrollo del lenguaje verbal, de la socialización y del cambio de significados* (Mancinelli, Gentili, Priori y Valitutti, 2004; López-Goñi y Zufiaurre, 2004; Arroyo, 2004; Freeman, 2004; Giombini, 2006; Stoddart, 2006; Dutra, Fagundes, Johann y Piccinini, 2006; Hill, 2006; Cassata y French, 2006; Trujillo-Vargas, Jaramillo-Ramírez y Gutiérrez, 2006; Tarouco, Geller y Medina, 2006; Aquilino y Venditti, 2006; Vaklifard, Armand y Baron, 2006 y Krummenauer y Costa, 2009).
- *Los mapas conceptuales ayudan los alumnos a superar sus dificultades* (Valadares, Fonseca y Soares, 2004; Navarro-Clemente, Dominguez-Pérez y Ortiz-Esquivel, 2004 y Nunes y Del Pino, 2008).
- *Los mapas conceptuales contribuyen para que los alumnos tomen conciencia de sus procesos de pensamiento* (Gouveia y Valadares, 2004; Azevedo, Lando, Fagundes, Zaro y Timm, 2006 y Aquilino y Venditti, 2006).
- *La utilización de mapas conceptuales como estrategia didáctica se muestra más efectiva que la enseñanza tradicional* (Valadares y Soares, 2008; Dahncke y Reiska, 2008; Alonso, 2008; Sheu, 2008; Demirdover, Yilmaz, Vayvada, Atabey y Eylul, 2008; Nicusanti y Pozzi, 2008; Fonseca, Extremina y Fonseca, 2004; Nesbit y Aesope, 2006; Brüchner y Shanze, 2004; Flores, 2004; 2006; Novak, 2004; Rojas y Coloma, 2006; Kozminsky, Nathan y Vaizberg, 2006; Illas, 2006; Galdames, Ivanovic y Millan, 2006; Delgado, 2006; Vaklifard,

Armand y Baron, 2006; Melero-Alcíbar y Carpena, 2006 y Slotte y Lonka, 1999).

Se destaca también, a partir de los resultados de investigaciones, el potencial del uso de los mapas conceptuales en colaboración. En el estudio conducido por Iraizoz Sanzol y González García (2008) se observó que los mapas elaborados en grupo fueron más ricos que los contruidos individualmente. Poveda y Zaballo (2008) comentan que el trabajo con mapas conceptuales no sólo beneficia a los aprendices novatos, sino también a los especialistas por solicitar que verbalicen lo que saben, que estructuren cognitivamente las informaciones que tienen que transmitir y que desempeñen el papel del profesor, auxiliando sus colegas a desarrollar procesos cognitivos de atención, en una perspectiva totalmente compatible con la Teoría de la Mediación de Vygotsky, además de auxiliar en habilidades importantes en situación de aprendizaje, como el trabajo en grupo, la generación de sinergias y empatías entre miembros del grupo y las comunicaciones tanto orales como escritas (San Martín Echeverría, Albisu García y González García, 2008). Heinze-Fry (2004) encontró resultados positivos relacionados al uso de mapas conceptuales presentados por el instructor durante la clase y de mapas producidos individualmente por los estudiantes, pero se sorprendió con el mayor potencial de los mapas conceptuales elaborados en pequeños grupos juntamente con la presentación de los mismos en clase. En esa misma dirección, Poveda, Sanzol y Oneca (2006) consideran que un trabajo constructivista debe incluir mapas conceptuales como estrategia educacional, por forzar al estudiante a negociar, compartir significados y reflexionar sobre lo que él ha construido. El ambiente educacional en colaboración parece ideal y adecuado para favorecer esa negociación. También hay que citar que el aprendizaje significativo cooperativo y compartido posibilita, también, la comprensión de parte de estudiantes con dificultades escolares, ya que está basado en problemas reales, en experiencias significantes y en grupos en los que la distribución de tareas permite la participación de cada tipo de inteligencia (Venditti y Sabba, 2006).

Sin embargo, aun reconociendo el potencial del uso de los mapas conceptuales en la perspectiva colaborativa, no se debe ignorar, ni subestimar el papel del profesor en la elaboración de mapas conceptuales. En la investigación realizada por Iraizoz Sanzol y González García (2008), en la que se describe un experimento de construcción cooperativa de conocimientos con alumnos de 5ª de la Enseñanza Primaria a través de los mapas conceptuales, la intervención del profesor en el proceso de aprendizaje de los niños se mostró esencial en la negociación de significados. Otro estudio, realizado por Figueiredo, Lopes, Firmino y Souza (2004), relata una experiencia con mapas conceptuales en la pre escuela sin

ningún tipo de ayuda del profesor, en el que los alumnos no fueron capaces de establecer relaciones jerárquicas entre los conceptos. Probablemente el resultado puede ser debido a la edad de los alumnos. Añez, Ferrer y Velasco (2006), al evaluar el aprendizaje significativo alcanzado por estudiantes de un curso de Propedéutica de Química, por medio de la aplicación de mapas conceptuales como técnica de explotación de la estructura cognitiva de trabajo cooperativo, observaron avance significativo en las proposiciones explicativas del tema trabajado, aunque, en el resto de los criterios (jerarquía, relaciones cruzadas y ejemplos), no se hayan verificado avances. Los autores explican que la ausencia de relaciones cruzadas puede haber ocurrido, entre otros factores, también por la insuficiencia de mediación cognitiva del profesor para aclarar dudas surgidas entre los alumnos durante el desarrollo de las actividades, lo que refuerza la importancia de la mediación del profesor en el proceso de elaboración de mapas conceptuales.

Según la literatura, la mediación del profesor, además de la negociación de significados, cuya importancia acaba de ser destacada, puede ocurrir de otras maneras. Varios profesores creen que la sugerencia de conceptos puede ayudar los alumnos novatos en la elaboración de mapas conceptuales, pues creen que las proposiciones generadas a partir de los conceptos sugeridos son de mayor calidad que las generadas a partir de la construcción directa de un mapa conceptual. Hughes, Barrios, Bernal, Chang y Cañas (2006) relataron un experimento con estudiantes y docentes de la educación pública primaria en el que intentaron determinar si las proposiciones generadas ante un juego de dados conceptuales eran de mayor calidad que las generadas durante la construcción directa de un mapa conceptual. El juego consistía en lanzar dados, cuyos lados contenían conceptos. El jugador debía construir proposiciones con los conceptos de los dados que estuviesen de acuerdo con la pregunta central en cuestión. Con las proposiciones generadas, los niños construían un mapa conceptual inicial que podría ser posteriormente modificado. Los niños fueron separados en un grupo experimental (que deberían elaborar un mapa conceptual a partir del juego) y en un grupo control (que deberían elaborar un mapa conceptual a partir de una lista de conceptos). Los profesores realizaron el mismo procedimiento en parejas. El juego de los dados conceptuales ayudó profesores y alumnos a construir mejores proposiciones, pero no siempre los mapas elaborados por los grupos experimentales resultaron como se esperaba. Al convertir las proposiciones en mapas conceptuales, no siempre los estudiantes tuvieron claridad sobre qué era palabra de enlace y qué era concepto. En el caso de los docentes, la diferencia en los resultados entre el grupo experimental y el grupo de control no fue tan significativa como en los estudiantes porque un buen número de profesores ya comprendía la estructura de los

mapas y la naturaleza de las proposiciones, lo cual se pudo observar analizando los mapas de algunos integrantes del grupo de control, con las proposiciones de buena calidad (op.cit.).

Además, los profesores piensan que, a respecto del uso de los mapas conceptuales como estrategia didáctica, también es importante saber qué piensan los estudiantes. De acuerdo con Rendas, Fonseca y Pinto (2006), corroborados por Toigo y Moreira (2008), los alumnos creen que los mapas conceptuales son útiles para estudiar y prefieren que el profesor se valga de esa técnica de enseñanza que de métodos tradicionales por considerar que los mapas conceptuales hacen menos compleja la tarea de resolver problemas. Según Mostrom (2008), los alumnos perciben la elaboración de mapas conceptuales sobre literatura científica como más útiles que las discusiones en clase, pero perciben la construcción de mapas conceptuales igualmente útil (aunque no superior) que la lectura de un libro de texto. Sin embargo, actitudes positivas con relación al uso de los mapas conceptuales como estrategia didáctica por parte de los alumnos como, por ejemplo, el reconocimiento del valor de la construcción de mapas conceptuales en el desarrollo de sus habilidades cognitivas; la expectativa de transferencia de esas habilidades de aprendizaje en otros contextos y mantener la estrategia de elaboración de mapas conceptuales como estructura de organización de cursos de graduación no son unánimes. En el estudio realizado por Alonso (2008), algunas veces los estudiantes prefieren métodos tradicionales por requerir menos esfuerzos, aunque los mismos estudiantes admitan que recuerdan mucho más lo que aprendieron a través de los mapas conceptuales y que fue más fácil para ellos integrar el conocimiento usando esa metodología. Bolte (2006) encontró también resultados semejantes.

En cuanto a la preferencia por elaborar mapas conceptuales en grupo o individualmente, Mancinelli (2006) observó que los alumnos que integraron su observación prefirieron trabajar solos porque percibieron el mapa conceptual como una secuencia de situaciones individuales, lo cual expresa la peculiaridad del proceso de aprendizaje. Sin embargo Scott, Pelley y Taylor (2006) verificaron que los estudiantes parecieron preferir la elaboración de mapas conceptuales en grupo en comparación al trabajo individual, pues las actividades en grupo hicieron que ellos enseñasen a otros colegas al mismo tiempo que aprenden nuevas formas de relacionar conceptos. En esa perspectiva de trabajo en grupo, los alumnos acaban reconociendo la importancia del intercambio de ideas y de ayuda a los colegas (Gouveia y Valadares, 2004; Mancinelli, 2006; Scott, Pelley y Taylor, 2006), además de aprender sobre la importancia del respeto a los diferentes puntos de vista, de la tolerancia y del trabajo en equipo (Gouveia y Valadares, 2004; Gomez, 2006; Trujillo-Vargas, Jaramillo-

Ramírez y Gutiérrez, 2006; Scott, Pelley y Taylor, 2006; Arroyo, 2004b; Ramírez, 2004; Afamagasa-Fuata'i, 2004).

De acuerdo con Freeman (2004), gran parte de los alumnos no ven mucha dificultad en la construcción de mapas conceptuales. Pero Walker, King y Cordray (2003) verificaron que los estudiantes encontraron la tarea de construir mapas conceptuales moderadamente difíciles.

Entre las principales dificultades en la construcción de mapas conceptuales, apuntadas por los alumnos, se destacan:

- *La gran demanda de tiempo para realizar la tarea* (Rendas, Fonseca y Pinto, 2006; Moni y Moni, 2008; Daley, 2004b; Heinze-Fry, 2004; Silva y Sousa, 2007).
- *La dificultad para decidir cuáles son los conceptos esenciales que se han de incluir en el mapa conceptual* (Fonseca, Exremina y Fonseca, 2004; Ramírez, 2004; Daley, 2004; Rábago, Aguirre y Álvarez, 2006; Tavares, 2007).
- *La dificultad para crear proposiciones y/o establecer relaciones cruzadas* (Derbentseva y Safayeni, 2008; Ramírez, 2004; Rábago, Aguirre y Álvarez, 2006; Soares y Valadares, 2006; Nunes y Del Pino, 2008).
- *Una aparente confusión, “tipo espagueti”, debido a muchas relaciones sobrepuestas y a la carga visual de mapas con muchos conceptos* (Heinze-Fry, 2004), *lo que puede acabar dificultando la retención* (Moreira y Masini, 2006).
- *La falta de hábito de construir mapas conceptuales* (Krummenauer y Costa, 2009; Nunes y Del Pino, 2008).

Moreira y Masini (2006, p. 57) también destacan que si el mapa conceptual no tiene significado para los alumnos, podrán encararlo sólo como algo más a ser memorizado. Esos autores también comentan que la presentación de mapas conceptuales de especialistas puede inhibir la confianza de los alumnos en la construcción de sus propios mapas.

De cualquier modo, todas las dificultades apuntadas por los estudiantes pueden ser superadas siempre que haya una adecuada intervención docente. Un buen punto de partida, según Dalley (2004b), es invertir en los alumnos, convenciéndolos a cambiar de estrategia de aprendizaje. Hay que recordar que la disposición para aprender es condición fundamental para que sea posible el aprendizaje significativo, de acuerdo con Ausubel (2002).

Sintetizando esta sección, en la perspectiva de los alumnos, algunas barreras aún tienen que ser superadas. El problema de la demanda de tiempo para realizar mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje es un punto que merece atención, principalmente

si los estudiantes aún no dominan la técnica. Por otro lado, los resultados de las investigaciones son, en su mayoría, favorables al uso de mapas conceptuales como estrategia didáctica, siempre que, evidentemente, no haya un distanciamiento de su esencia, que está fundamentada en la conceptualización. Aunque se observe que hay alguna tendencia al “todo vale” por parte de algunos autores, si se utilizan adecuadamente, los mapas conceptuales son potentes herramientas en el sentido de fomentar la conceptualización y, por consiguiente, el aprendizaje significativo.

5.1.2 Mapas conceptuales como estrategia de evaluación

Novak y Gowin (1984, p. 109) critican el hecho de que tanto para profesores como para alumnos, el uso de preguntas tipo test, preguntas verdadero/falso o preguntas de respuestas cortas es sinónimo de evaluación del aprendizaje. Aunque se sepa que ese tipo de evaluación continúa siendo utilizado, no se puede olvidar que muchos de esos tests son de mala calidad, y que mejorar las formas clásicas de evaluación puede contribuir para valorar el aprendizaje. Los mismos autores, al realizar un estudio para verificar cómo los niños adquirían y usaban conceptos científicos, observaron que, independientemente del tipo de test propuesto, no era posible evaluar, de forma válida, el conocimiento de los niños, pues, cuando se les preguntaba por qué habían escogido cierta respuesta, verificaron que existía poca correspondencia entre el contenido de las respuestas seleccionadas, tal como los investigadores las interpretaban, y los significados expresados por los niños. Grunstone y White, citados por Novak y Gowin (1984), mostraron que muchas veces el estudiante es capaz de resolver problemas familiares y obtener respuestas correctas, pero, si se les pide que resuelvan un problema que no sea rutinario, para el cual no tenga el algoritmo, acaba cometiendo confusiones conceptuales. Eso se debe al hecho de que el alumno memoriza un algoritmo para obtener respuestas a una determinada clase de problemas, pero carece de la comprensión conceptual y proposicional que explican el fenómeno de interés. La memorización de algoritmos para la resolución de problemas parece que es compatible con un estilo de aprendizaje más memorístico. Por lo tanto, si el profesor está interesado en promover un aprendizaje más significativo que mecánico, debe estar atento a otras alternativas de evaluación.

Los mapas conceptuales pueden ser utilizados como instrumento de evaluación, incluso en diferentes perspectivas. Permiten, por ejemplo, detectar lo que el alumno ya sabe antes de iniciar una unidad de enseñanza, dando subsidios al profesor para que pueda

planificar la enseñanza de acuerdo con las respuestas obtenidas, lo cual es totalmente compatible con uno de los principales principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (Ausubel, 2002). Los mapas conceptuales también pueden ser utilizados en la evaluación del aprendizaje de un contenido; sin embargo, Moreira (2006, p. 55) cree que ese tipo de evaluación no debe tener como objetivo testar conocimiento y darle una nota al alumno (clasificándolo de alguna forma), sino que deben ser usados en el sentido de obtener informaciones sobre el tipo de estructura que el alumno ve para un determinado grupo de conceptos, lo cual es compatible con una evaluación continua, pero no definitiva. Con esa finalidad, se les puede pedir a los alumnos que construyan un mapa conceptual, o el mapa conceptual puede ser trazado por el propio profesor a partir de las respuestas dadas a los tests escritos (Moreira, 2006) o de datos obtenidos a partir de entrevistas orales (Novak, 2004; Magtorn y Helldén, 2006; Lara y García, 2006; Kilic, 2003). Por tanto, Moreira (2006) entiende que el uso de los mapas conceptuales como instrumento de evaluación de aprendizaje implica objetivos que sobrepasan los usuales, en la medida en que permite identificar lo que el alumno ya sabe en términos conceptuales a través de su forma de jerarquizar, diferenciar, relacionar, discriminar e integrar conceptos.

Son muchos los argumentos favorables al uso de los mapas conceptuales como herramienta de evaluación del aprendizaje significativo. Åhlberg y Vuokko (2004) realizaron una investigación en la que uno de los objetivos era verificar la construcción de mapas conceptuales era confiable a largo plazo y concluyeron que los mapas conceptuales son una herramienta sensible que promueve un método útil para medir estadísticamente el aprendizaje significativo. Sin embargo, en otro estudio, Åhlberg y Ahoranta (2008) obtuvieron resultados diferentes al investigar si había diferencia estadísticamente significativa entre los mapas conceptuales hechos por alumnos, con edades entre 10 y 13 años, y sus respuestas a un test de conocimiento con preguntas cortas, como indicadores de la calidad del aprendizaje y comprensión. Los autores se sorprendieron al notar que los alumnos demostraban más conocimiento a partir de las respuestas de las preguntas del test que cuando presentaban sus mapas conceptuales. Sin embargo, lo que se presentaba en los mapas conceptuales de los alumnos frecuentemente aparecía en las respuestas a las preguntas de los tests, pero no siempre. En ese caso específico, se observó que las dos formas de evaluación pueden ser complementarias.

Varios autores están de acuerdo en el potencial de los mapas conceptuales como estrategia de evaluación (Añez, Ferrer y Velazco, 2006; Azevedo, Lando, Fagundes, Zaro y Timm, 2006; Donner Jr., Infante-Malachias y Correia, 2006; García y Bueno, 2006;

Mendonça, Silva y Palmero, 2007; Silva y Sousa, 2007; Toigo y Moreira, 2008 y Krummenauer y Costa, 2009). En ese sentido, Novak y Cañas (2004) lanzan un desafío, que consiste en cambiar las prácticas de evaluación que consisten primariamente en exámenes con preguntas tipo test, que miden básicamente el aprendizaje mecánico (en el sentido de recordar la información), para tests que lleven los estudiantes a demostrar cómo entienden los conceptos básicos y su aplicabilidad en nuevas resoluciones de problemas.

Cassata, Himangshu y Iuli (2004) consideran que, además de los mapas conceptuales servir como herramienta efectiva para medir el cambio en el entendimiento conceptual de los estudiantes, en el caso, de cursos de grado en Ciencias, proporcionan un medio visual de representar potenciales inexactitudes, relaciones entre conceptos y organización del conocimiento, factores que no se captan fácilmente a través de las herramientas de evaluación tradicionales. Huerta (2006), además de concordar con todos esos argumentos, cree que los análisis, tanto puntuales como comparativos, de los mapas conceptuales permiten explotar en los estudiantes la multidimensionalidad de la representación y obtener conclusiones sobre el aprendizaje de una determinada estructura conceptual cuando, por ejemplo, ésta se expresa mediante signos que pueden, como en el caso de las Matemáticas, situarse en más de un nivel de representación en un sistema de signos. En la investigación realizada por Venâncio y Kato (2008), en un primer momento se propuso una actividad de producción de un texto libre por parte de los alumnos seguida de la presentación de un texto informativo por parte del profesor. A continuación, los alumnos construyeron mapas conceptuales, realizaron una actividad de modelado matemático y nuevamente construyeron mapas conceptuales. Esos investigadores encontraron, evaluando alumnos de la Enseñanza Secundaria, que la producción de texto libre sobre los conocimientos previos sobre el tema en pauta apuntó una preocupación sobre el asunto, pero ésta no estaba fundamentada en argumentos científicos. La clase informativa dada por el profesor y las discusiones que de ahí derivaron favorecieron la percepción y la representación del problema. La evaluación por medio de mapas conceptuales reveló evidencias de aprendizaje significativo crítico (Moreira, 2005). Los mapas conceptuales mostraron explícita o implícitamente un modelo de cómo los alumnos veían la situación y apuntaron que esa visión estaba muy relacionada con la interacción personal de esos alumnos con el problema que había que resolver. Finalmente, el modelado matemático contribuyó para el aprendizaje significativo crítico al ser considerado como material potencialmente significativo.

Desde 1974, Novak y Gowin (1984) utilizan mapas conceptuales como una de sus herramientas de evaluación, en casi todas sus investigaciones. De ellos es la siguiente citación:

“Podemos asemejar los mapas conceptuales a pinturas: o te gustan o no te gustan” (p. 113).

Para esa afirmación, se basaron en la idea de que algunos profesores pretendían utilizar los mapas conceptuales en una perspectiva cualitativa y, ellos mismos manifestaron interés en la representación de la organización conceptual de los niños, antes y después de la enseñanza, o a lo largo de años; por tanto, consideraban la puntuación de los mapas conceptuales, en muchos aspectos, irrelevante, ya que buscaban alteraciones cualitativas en la estructura de los mapas conceptuales realizados por los niños. Sin embargo, esos autores se dieron cuenta de que habría profesores y alumnos que desearían puntuarlos, razón por la cual propusieron un sistema de puntuación, basado en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, teniendo en cuenta: a) que la estructura cognitiva está organizada de manera jerárquica; b) que los conceptos de la estructura cognitiva están sujetos a una diferenciación progresiva; y c) que la reconciliación integradora tiene lugar cuando dos o más conceptos son relacionados en términos de nuevos significados proposicionales y/o cuando se resuelven conflictos de significados entre conceptos²⁹.

Novak y Gowin (1984, p. 52) establecieron los siguientes criterios de clasificación de los mapas conceptuales:

- con relación a las *proposiciones*, verificar si la relación entre dos conceptos está indicada por la línea que une los conceptos, así como, por las palabras de relación sobre ella, y verificar si esa relación es válida;
- con relación a la *jerarquía*, verificar si la misma aparece en el mapa, es decir, si cada uno de los conceptos subordinados es más específico y menos general que el concepto que aparece encima de él;
- verificar si el mapa conceptual revela *relaciones cruzadas* entre un segmento y otro de la jerarquía conceptual, y si las mismas son válidas³⁰;
- verificar si hay *ejemplos* (situados fuera de las cajas, ya que no son conceptos).

²⁹ Se puede encontrar una explicación detallada en Novak y Gowin (1984).

³⁰ De acuerdo con Novak y Gowin (1984), los enlaces cruzados pueden indicar capacidad creativa y hay que prestar atención especial para identificarlas y reconocerlas.

Novak y Gowin (1984) sugieren la construcción de un mapa conceptual de referencia, realizado por el profesor o por un especialista, para que sirva de parámetro de comparación en la puntuación de los mapas de los alumnos. La escala de puntuación propuesta por ellos no está exenta de subjetividad; pero, casi ningún instrumento de evaluación lo es. También llaman la atención para el hecho de que preguntas tipo verdadero/falso, o preguntas tipo test, pueden, aparentemente, puntuar de forma “objetiva”, pero la elaboración del enunciado, así como la selección del tema pueden ser subjetivas e, incluso, arbitrarias. Los autores admiten alguna arbitrariedad en su propuesta de puntuación de mapas conceptuales, en la medida en la que determinan que los mapas deben ser organizados jerárquicamente, que todas las relaciones deben ser indicadas por palabras de enlace y que éstas deben ser apropiadas; sin embargo, entienden que esta arbitrariedad no perjudica a los alumnos.

La escala de puntuación en cuestión consiste en los siguientes criterios (op. cit., p. 123):

- *puntuar todas las relaciones válidas (que formen proposiciones válidas), pudiendo restar puntuación por enlaces equivocados o ambiguos;*
- *contar los niveles válidos de jerarquía y puntuar cada nivel x veces, más que cada relación. El valor x es arbitrario dado que los mapas tienen mucho más relaciones que jerarquías, y porque las jerarquías válidas significan la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora de los significados conceptuales; por tanto, parece razonable y válido puntuar cada jerarquía 3 a 10 veces más que cada relación.* Esa puntuación puede ser dificultada si el mapa conceptual es asimétrico; además, conceptos agregados sin relación conceptual subordinada no deben ser contabilizados como niveles de jerarquía;
- puntuar enlaces cruzados válidos entre dos segmentos distintos de la jerarquía conceptual, pues probablemente significan reconciliaciones integradoras importantes y pueden ser, incluso, consideradas como mejores indicadores de aprendizaje significativo que los niveles jerárquicos. Se sugiere que cada enlace cruzado reciba una puntuación 2 a 3 veces mayor que cada nivel jerárquico;
- puntuar ejemplos específicos que los alumnos presenten y que muestren que saben qué tipo de acontecimiento u objeto corresponde a la designación del concepto. Se sugiere atribuir mitad de la puntuación dada a las relaciones

porque parece que es más fácil encontrar ejemplos que relaciones y porque los ejemplos son menos explicativos acerca del aprendizaje significativo.

Åhlberg (2004b) propuso algunas alteraciones en el sistema de puntuación de Novak y Gowin:

- todos los conceptos deben ser interpretados como elementos principales del pensamiento y del aprendizaje, luego, deben aparecer en cajas. Para Novak y Gowin, los conceptos no siempre aparecen en cajas;
- algunas veces puede haber necesidad de utilizar expresiones mayores para construir el rótulo adecuadamente, sin embargo, Novak y Gowin prefieren rótulos verbales cortos para expresar relaciones entre conceptos;
- para ser una proposición significativa, todos los enlaces deben tener una flecha para mostrar la dirección de la conexión entre los conceptos, pero, si siguiesen sus propias reglas, Novak y Gowin colocarían flechas sólo en relaciones horizontales o leídas del concepto principal en adelante;
- se admite la inclusión de figuras, vídeos, sonidos y otros elementos en mapas conceptuales; Novak y Gowin no los utilizan;
- Åhlberg cree que los mapas conceptuales pueden ser usados como método general independiente de la teoría; Novak y Gowin siguen la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel;
- los conceptos no tienen que ser colocados en el mapa; en lugar de eso, pueden ser colocados en el centro o en cualquier otro lugar. Novak y Gowin defienden mapas conceptuales jerárquicos, pero es perfectamente posible aceptar el uso de mapas conceptuales cíclicos, los cuales no son jerárquicos;
- para Åhlberg, si un concepto posee muchos enlaces con otros conceptos, puede ser necesaria su repetición y que ese procedimiento sea explícitamente explicado; sin embargo, en un buen mapa conceptual, desde el punto de vista de Novak y Gowin, cada concepto es mencionado sólo una vez;
- si no hay repetición de conceptos, es fácil contar cuántos enlaces tiene cada concepto con los otros. El número de enlaces da una buena estimativa de la centralidad del concepto en el pensamiento de la persona que está construyendo el mapa conceptual y
- algunas veces es útil estar apto para leer un mapa conceptual en un determinado orden, pero ese orden no siempre es de arriba abajo.

Åhlberg (2004b), así como varios otros autores (Azevedo, Lando, Fagundes, Zaro y Timm, 2006; Kharatmal y Nagarjuna, 2006; Tifi, Lombardi y Villamor, 2008), fueron cuestionando, cambiando, adaptando los criterios de Novak y Gowin. Pero hay que tener cuidado para que no haya una banalización, ni una completa distorsión del uso del instrumento, manteniendo los presupuestos en los cuales está fundamentado.

Varios autores están de acuerdo en el punto de vista de Novak y Gowin (1984) sobre comparar los mapas conceptuales confeccionados por los alumnos a un mapa conceptual de referencia. McClure, Sonak y Suen (1999) defienden esa posición en función de la simplicidad de la tarea. King y Walker (2002); Steiner y Albert (2008); Hugo y Chrobak (2004); Fonseca, Extremina y Fonseca (2004); Arbea y Campo (2004); Cassata, Himangshu y Iuli (2004); Novak y Cañas (2004); Conlon (2004); Iuli y Himangshu (2006) y Mendonça, Silva y Palmero (2007) también eligieron la comparación de los mapas conceptuales elaborados por los alumnos con los elaborados por los profesores o especialistas como forma de evaluación y/o análisis de datos en sus investigaciones. Ruiz-Primo, Schultz y Shavelson (1997), incluso, examinaron si los resultados de los mapas conceptuales son sensibles a quien escoge los conceptos que deben ser usados (estudiante o especialista). En un primer momento, los estudiantes fueron testados sin darles los conceptos (es decir, ellos mismos deberían determinar cuáles los conceptos que serían usados en la construcción del mapa); después, fueron testados construyendo mapas conceptuales a partir de una lista de conceptos proporcionada por los profesores y, finalmente, a partir de una segunda lista de conceptos, también proporcionada por los profesores. El sistema de puntuación se basó en la comparación de los mapas de los alumnos con un mapa de referencia, teniendo en cuenta los conceptos y proposiciones, así como la validez del mapa con relación a la asignatura. Los autores concluyeron que las dos técnicas dan interpretaciones semejantes sobre la estructura de conocimiento de los alumnos y que los mapas conceptuales pueden ser confiablemente usados para atribuir notas, aun cuando la calidad de las proposiciones entra en la puntuación.

Por otro lado, hay un grupo de investigadores que no está de acuerdo con el uso de los mapas de referencia como criterio de evaluación de mapas conceptuales. Walker y King (2003) y Hirsch, Linsenmeier, Smith y Walker (2005) entienden que los mapas conceptuales captan diferencias entre novatos y especialistas, sin embargo, consideran problemático el uso de la comparación novatos-especialistas como forma de evaluación. Rissel, Sommer, Fürstenau y Kunath (2008) investigaron el efecto de tres técnicas diferentes de elaboración de mapas conceptuales en la promoción de procesos de aprendizaje de estudiantes de grado en Administración de Empresas. Una de esas formas consistía en que los estudiantes utilizaran

un mapa de referencia para crear sus propios mapas conceptuales. Los autores se dieron cuenta de que los estudiantes analizaban el mapa del especialista sólo superficialmente, porque suponían que el mismo es plausible, sin necesidad de profundizar o hacer alteraciones (ya que fue construido por un especialista), pero los estudiantes confunden plausibilidad con entendimiento de contenidos. Así, hay que pensar que la elaboración de mapas conceptuales, en esa perspectiva, podría perder potencial como instrumento facilitador del aprendizaje significativo.

Otro punto ya destacado anteriormente es que no hay un acuerdo a respecto de la presencia de jerarquía en los mapas conceptuales. Nicoll, Francisco y Nakhleh (2001) propusieron una alternativa al sistema de Novak y Gowin por entender que son perfectamente aceptables los mapas conceptuales no jerárquicos (altamente complejos). En ese método³¹ el centro está en la información contextual de los mapas conceptuales a través del análisis de la utilidad, estabilidad y complejidad de las relaciones construidas por un grupo de estudiantes de una facultad de Química, obteniendo así, informaciones útiles sobre cómo estaban entendiendo el conocimiento que se les estaba presentando. Los autores afirman que el método también puede ser útil en la evaluación de mapas conceptuales jerárquicos. Por otro lado, la mayor parte de los autores parece que no está de acuerdo en la importancia de las proposiciones y de las relaciones cruzadas como criterio significativo sobre la complejidad de la estructura cognitiva de los alumnos.

Kharatmal y Nagarjuna (2006) admiten que el uso cuidadoso de determinados tipos de relaciones es un buen índice de experiencia y reestructuración del conocimiento, entonces, cada tipo de relación válida debía recibir una puntuación mayor. En ese sentido, presentaron una propuesta de refinamiento de los mapas conceptuales con el fin de promover un aprendizaje efectivo de las ciencias, en el que destacaron problemas en el sistema de puntuación de Novak y Gowin. Los autores consideraron que los expertos usan un menor número de tipos de relaciones, por tanto, cuando se realiza un mapa conceptual en educación en ciencias, se debería hacer un esfuerzo para disciplinar la selección de los tipos correctos de relaciones. Para ellos, para evaluar un mapa, parece apropiado atribuir una nota mayor por elegir algunos tipos de relaciones.

Poveda, Sanzol y Oneca (2006) realizaron una investigación con el fin de obtener informaciones sobre el aprendizaje de los alumnos de 5º de Enseñanza Primaria a través del análisis del aumento de las palabras de enlace incluidas en el mapa y en la complejidad de las

³¹ Nicoll, Francisco y Nakhleh (2001) presenta una descripción completa.

relaciones entre ellas. Los autores concluyeron que, a través del análisis de las palabras de enlace, fue posible verificar si los niños daban sentido a su conocimiento previo y descubrir posibles errores conceptuales. Además, el análisis de las proposiciones habilita al profesor a identificar conexiones omitidas entre conceptos y detectar conceptos equivocados que podrían indicar que el niño necesita más instrucción.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que, si por un lado las proposiciones y relaciones cruzadas suministran informaciones tan preciosas a los profesores, por otro, son los aspectos sobre los cuales los alumnos dicen que presentan más dificultades. Soares y Valadares (2006), al presentar resultados sobre una investigación-acción sobre estrategias de enseñanza de la Acústica desarrolladas en una clase con ambiente constructivista de aprendizaje, con alumnos de la Enseñanza Secundaria, observaron que los alumnos tuvieron dificultades en establecer relaciones cruzadas y justificaron ese hecho por la poca experiencia que tenían con mapas conceptuales o por la ausencia de una estructura super-organizada para el campo de la Acústica.

Así mismo, los alumnos que trabajaron con mapas conceptuales, en esa investigación, presentaron una evolución conceptual. En la experiencia relatada por Toigo y Moreira (2008), en la que se utilizaron mapas conceptuales en tres asignaturas distintas de Educación Física (Biomecánica, Desarrollo Motor y Fisiología del Ejercicio), tanto como estrategia didáctica como de evaluación, también se verificaron dificultades por parte de los alumnos en encontrar buenas palabras de enlace, que realmente expresasen las relaciones entre los conceptos. Aun reconociendo que encontrar buenas palabras de enlace y/o establecer relaciones cruzadas sean dificultades reales para los alumnos, hay que destacar un punto bastante positivo del uso de los mapas conceptuales como estrategia de evaluación: la recursividad, que consiste en la construcción y reconstrucción de esos mapas, lo que puede llevar al estudiante a una mejor organización y jerarquización de conceptos, repercutiendo en aprendizaje significativo (Nunes y Del Pino, 2008). Ramírez de M. y Sanabria (2004); Ramírez de M., Sanabria y Aspée (2006) y Tavares (2007) defienden que, a pesar de las dificultades encontradas por los estudiantes de Física en la construcción individual de mapas conceptuales, son valiosos para mejorar la comprensión y facilitar la construcción de su propio conocimiento, en la medida en la que el alumno tenga oportunidad de usarlos, analizarlos, cuestionarlos o mejorarlos. Carnot y Stewart (2006) observaron que los estudiantes de Psicología y Servicio Social, que participaron de su estudio, inicialmente estaban preocupados con la elaboración de mapas conceptuales, pero la experiencia acabó siendo benéfica ya que los mapas pudieron ser posteriormente editados, evaluados o usados como base para nuevos mapas conceptuales.

También sugieren que, en lugar de pedir de los alumnos la construcción semanal de mapas conceptuales sobre capítulos individuales, es mejor optar por la construcción de un mapa conceptual general del dominio, con actualizaciones semanales.

Freeman y Jessup (2004) realizaron un estudio en el que se verificaron los efectos del uso de mapas conceptuales como instrumento de medida, de evaluación del aprendizaje así como, su utilidad, facilidad de uso y satisfacción. De acuerdo con los datos obtenidos, algunos mapas fueron bastante complejos, con varios conceptos y muchas palabras de enlace, mientras otros fueron más básicos, con menos conceptos y mínimas palabras de enlace. Para los autores, eso ocurrió porque los mapas conceptuales son una creación individual (o conjunta, dependiendo del contexto) que variará entre los individuos, aunque éstos realicen mapas conceptuales sobre el mismo asunto. Entonces, se puede pensar que no hay un mapa correcto. Según Tavares (2007), hay mapas que demuestran un gran conocimiento por parte de quien los construye sobre posibles relaciones entre conceptos, entonces es improbable que dos especialistas en un mismo asunto construyan mapas iguales. Tal vez esos especialistas estén de acuerdo en líneas generales, pero probablemente escogerán relaciones diferentes entre conceptos. Aun así, no cuestionarán los respectivos mapas, ya que representan expresiones individuales sobre un tema. Esa perspectiva puede ser un argumento interesante para dar a los alumnos; en otras palabras, no debe haber una preocupación por hacer coincidir sus mapas conceptuales con un “mapa-categoría”, o mapa de referencia. Si ése fuese el caso, tal vez los mapas conceptuales dejaran de ser una herramienta para promover el aprendizaje significativo y estarían más inclinados al lado del aprendizaje mecánico, quien sabe, hasta con características comportamentalistas maquilladas. Sin embargo, el hecho de que no exista *el mapa correcto* no significa que todo vale. La idea es que el mapa conceptual como instrumento de evaluación sirva, también, para verificar el entendimiento de los alumnos sobre lo que se está enseñando/aprendiendo; entonces, pueden aparecer algunas confusiones en las relaciones entre conceptos, fruto de falta de comprensión, concepciones alternativas u otros factores que lleven los alumnos a cometer equívocos. En ese sentido, se destaca la importancia del cambio de significados. López-Goñi y Zufiaurre (2004) consideran que la elaboración en clase del mapa conceptual consensuado refuerza la motivación y la participación activa del alumnado en general. Para los alumnos, el hecho de que no exista un mapa conceptual definitivo, o único, posibilita que expresen el aprendizaje sin las limitaciones que impone el hecho de saber que cometerán errores.

Volviendo a la cuestión del uso de los mapas conceptuales, en una perspectiva menos basada en la Teoría del Aprendizaje Significativo, pero con características más compatibles

con el comportamentalismo, Ruiz-Primo, Schultz, Li y Shavelson (1999) advierten sobre esta práctica, al comparar tres técnicas de construcción de mapas conceptuales utilizados como forma de evaluación (construir un mapa conceptual a partir de 20 conceptos dados; construir un mapa conceptual rellenando los espacios de conceptos dados y construir mapas conceptuales rellenando los espacios de las palabras de enlace con 12 frases dadas) y concluyeron que las tres técnicas son diferentes entre sí. Técnicas altamente dirigidas (de rellenar espacios) indican que el desempeño de los estudiantes es próximo al criterio máximo, mientras que la técnica menos dirigida (de construir el mapa a partir de conceptos dados) indicó que el conocimiento de los estudiantes fue un tanto parcial comparado al mapa de referencia. Además, parece que la técnica menos dirigida les da a los estudiantes más oportunidades de reflexión sobre su entendimiento conceptual que las técnicas más dirigidas. El año siguiente, Ruiz-Primo (2000) presentó un panorama sobre el uso de los mapas conceptuales como instrumento de evaluación estudiando tres diferentes posibilidades. En la primera, evaluó el efecto de dar o no los conceptos para construir un mapa conceptual; en la segunda, comparó la *técnica de construir un mapa* (técnica menos dirigida) con la *técnica de rellenar un mapa* (técnica altamente dirigida) y en la tercera, buscó evidencias sobre la correspondencia entre las demandas pretendidas de la tarea, actividad cognitiva inferida y puntuaciones obtenidas por medio de tres técnicas de confección de mapas conceptuales. A partir de esa investigación, la autora llegó a algunas consideraciones, tales como: (a) los alumnos pueden ser entrenados para construir mapas conceptuales en corto espacio de tiempo; (b) los mapas conceptuales pueden ser confiablemente cuantificados aun cuando hay necesidad de evaluar la complejidad de las proposiciones; (c) la puntuación de los mapas conceptuales sirve para clasificar consistentemente los alumnos con relación a los colegas y a ellos mismos; (d) la puntuación de convergencia (proporción de proposiciones válidas en comparación a un mapa de referencia) parece reflejar mejor diferencias sistemáticas en la comprensión encadenada de los alumnos; (e) la técnica de construir un mapa con asesoramiento es la que más precisamente reflexiona las diferencias entre los estudiantes en la comprensión encadenada y (f) las técnicas de construir un mapa y de rellenar espacios de conceptos no son equivalentes, así como, no son equivalentes las técnicas de rellenar espacios de conceptos y de rellenar espacios de palabras de enlace entre los conceptos de un mapa. Yin, Vanides, Ruiz-Primo, Ayala y Shavelson (2005) examinaron la equivalencia de dos tareas de evaluación en mapas conceptuales que consisten en (a) construir un mapa con frases de enlace creadas por los alumnos (técnica C) y (b) construir un mapa conceptual con frases de enlace pre-seleccionadas (técnica S) y concluyeron que las dos técnicas son equivalentes.

A esos autores, la técnica C les pareció mejor que la técnica S para captar el conocimiento parcial de los estudiantes, aun cuando la técnica S sea más fácil desde el punto de vista de la puntuación. Aunque los autores consideren la técnica C más adecuada para una evaluación más formativa, también defienden que la técnica S es mejor para evaluaciones de gran escala porque requieren menos tiempo de corrección. Vakilifard, Armand y Baron (2006) desarrollaron, delinearon e implementaron actividades de lectura, incluyendo mapas conceptuales en una secuencia de enseñanza para dar soporte a la comprensión de textos informativos en el contexto de una clase de idioma extranjero compuesta por 18 estudiantes adultos. Los estudiantes fueron divididos en grupo experimental y en grupo control. Los profesores construyeron mapas conceptuales sin palabras de enlace y los alumnos del grupo experimental debían rellenarlas de modo que creasen proposiciones con sentido. El grupo experimental demostró un mejor desempeño en las tareas de comprensión en comparación al grupo control. Los alumnos respondieron un cuestionario de auto-evaluación y las respuestas indicaron que casi todos los miembros del grupo experimental consideraron que el uso de los mapas conceptuales los llevó a una mejor comprensión textual por presentar, antes de todo, la organización y la estructura de los textos, identificando las principales ideas presentes en los textos. La estrategia también facilitó el aprendizaje del vocabulario por traer nuevamente los conceptos más importantes y las relaciones entre ellos.

Por otro lado, otros autores cuestionan la actividad de rellenar lagunas en la elaboración de mapas conceptuales. Lim, Lee y Grabowski (2009) realizaron una averiguación en la que los objetivos eran (a) verificar si las estrategias de elaboración de mapas conceptuales con diferentes niveles de producción (mapas conceptuales producidos por expertos; mapas conceptuales producidos parcialmente por los alumnos y mapas conceptuales totalmente producidos por los alumnos) influyen en la adquisición de conocimiento; (b) verificar si diferentes niveles de habilidades de aprendizaje autorregulado influyen en la adquisición de conocimiento; (c) verificar si diferentes niveles de habilidades de aprendizaje autorregulado afectan la efectividad de diferentes estrategias de elaboración de mapas conceptuales. Formaron parte de ese estudio 124 estudiantes de grado de diversas facultades, en la asignatura de Estadística. El nivel más alto de producción fue obtenido a través de una actividad en la que los estudiantes construyeron solos los mapas conceptuales. El nivel intermedio de producción fue obtenido a través de la construcción, por parte de los alumnos, de mapas conceptuales en los que había conceptos o palabras de enlace que había que rellenar. El nivel más bajo de producción fue obtenido cuando los alumnos consultaron mapas conceptuales realizados por especialistas. Además, se utilizó un cuestionario de estrategias

motivacionales de aprendizaje para medir las habilidades de aprendizaje de autorregulación de los alumnos y un examen tipo test para verificar el aprendizaje de los estudiantes. De ese estudio, se desprenden varias consideraciones importantes: (a) la estrategia utilizada por los estudiantes de construir mapas conceptuales solos se mostró más efectiva que la estrategia de construcción parcial de mapas conceptuales en lo que se refiere a la adquisición de conocimiento; (b) los estudiantes que trabajaron con mapas conceptuales producidos parcialmente por ellos no tuvieron mejores desempeños en la medida de conocimiento que el grupo que trabajó con mapas conceptuales elaborados por especialistas, indicando que la acción de completar un mapa conceptual puede no ser efectiva para facilitarles a los estudiantes la generación de sus propios significados; (c) las habilidades de aprendizaje autorregulado fueron identificadas como factor crítico para la adquisición de conocimiento. Los estudiantes con mayores niveles de habilidades de aprendizaje autorregulado tendieron a presentar mejores resultados que estudiantes con menores niveles de habilidad de aprendizaje autorregulado; (d) estudiantes que quisieron elaborar y organizar las informaciones dadas solos eventualmente obtuvieron desempeños, especialmente cuando tenían habilidades cognitivas apropiadas para administrar el proceso de construcción de significados; (e) para los alumnos con bajos niveles de habilidades de aprendizaje autorregulado, ninguno de los tres niveles de generación produjo diferencia significativa en el aprendizaje, y finalmente, (f) los mapas conceptuales no funcionan de la misma manera para todos los tipos de alumnos.

Otra propuesta de uso de los mapas conceptuales consiste en construirlos respondiendo a una pregunta central sobre el objeto de estudio. Derbentseva, Safayeni y Cañas (2006; 2007) sostienen que la pregunta central o no sólo influye en la selección de los conceptos, sino también en las relaciones entre ellos. Ramírez (2006) argumenta que preguntas pedagógicas, por sí, se constituyen en fuerte estrategia cognitiva, pero esas preguntas combinadas con la construcción de mapas conceptuales trascienden para producir y organizar el pensamiento divergente y la metacognición, para favorecer la creatividad. Buenas cuestiones, independientemente de venir del profesor, de otros estudiantes o del autor del mapa llevan a la construcción de mejores mapas conceptuales, a un mayor pensamiento dinámico y a un entendimiento más profundo.

A pesar de todo el potencial de los mapas conceptuales, como estrategia didáctica y como estrategia de evaluación, presentado hasta ahora, no se pueden ignorar algunos puntos débiles que deben ser considerados. Como ya se ha dicho, algunos profesores utilizan mapas conceptuales en un enfoque más compatible con el comportamentalismo, sea por comparar los mapas de los alumnos con mapas de referencia, que se parecen más con claves de

respuesta, o por utilizar los mapas conceptuales como un formulario de rellenar espacios. Cualquiera de esas situaciones parece estar contra la Teoría del Aprendizaje Significativo. Tamayo, León, Almazán y Hernández (2006) realizaron un estudio en el cual el objetivo fue conocer cuál es la secuencia de lectura del mapa conceptual cuando éste es utilizado para la exposición de un tema. A partir de la secuencia de lectura, esos autores esperaban comparar: (a) el orden en el que los conceptos son expuestos y leídos por los autores del mapa conceptual; (b) si el orden de exposición de esos conceptos deriva de la asignatura en términos cronológicos y de la teoría de las que forman parte y (c) si el orden de exposición está relacionado con el orden expositivo del texto sobre el que fue realizado el mapa conceptual. La observación realizada reveló que existe una tendencia a escribir y leer el mapa conceptual de izquierda a derecha y que esa práctica parece derivar de la propia práctica de lectura alfabética, desviando la interpretación y construcción jerárquica del mapa conceptual. Pero lo que más llamó la atención de los investigadores fue el hecho de que la jerarquía del mapa conceptual se ve desplazada por secuencias narrativas de los textos sobre los cuales los alumnos elaboran el mapa conceptual. Según los autores, esas prácticas son mecanismos comunes para inhibir el aprendizaje significativo. Por otro lado, algunos alumnos hacen mal uso de la herramienta, intentando falsear el aprendizaje significativo. Rábago, Aguirre y Alvarez (2006) intentaron precisar hasta qué punto los mapas conceptuales contruidos por alumnos de grado, máster y doctorado de diferentes áreas se aproximan o se distancian de un auténtico mapa conceptual. Los diversos ejemplos analizados mostraron que algunos estudiantes tienen dificultad para librarse de la influencia del texto y descubrir los conceptos clave en él contenido; otros, aunque descubran los conceptos clave fundamentales del texto, tienen problemas al organizarlos en una red de proposiciones. Los diversos resultados encontrados son representativos de un continuo que va desde expresiones de conocimiento mecánico, memorístico, caracterizados por su fidelidad al texto que sirvió de apoyo, para la construcción de los mapas conceptuales, hasta aquéllos que se aproximan cerca de los verdaderos mapas conceptuales, los cuales están dotados de una sólida estructura conceptual que se concreta en una red de proposiciones lógicas.

Aún sobre ese enfoque, Toigo y Moreira (2008) observaron que, en algunas oportunidades, durante la presentación de los mapas conceptuales, contruidos por los sujetos de su investigación, un u otro alumno simplemente leyó el diagrama, sin saber, ni siquiera por dónde empezar. Los autores observaron que esas situaciones, a pesar de no ser comunes, pueden acontecer pues, según Moreira (2006), para algunos alumnos, el mapa conceptual puede no tener ningún significado y, por tanto, lo consideran simplemente como algo más que

tienen que memorizar. En una situación como ésta, Toigo y Moreira (2008) sugieren ofrecer una nueva oportunidad de reflexión, estudio y representación del trabajo, dentro del espíritu de recursividad de ese tipo de evaluación. En otro estudio, Moreira y Sperling (2009) también observaron que, así como el alumno puede reproducir mecánicamente resoluciones de problemas que tengan enunciados equivalentes, lo mismo se puede observar con relación a una supuesta conceptualización (que debía ser una de las conquistas de los alumnos a partir de la elaboración de mapas conceptuales), cuando el alumno hace uso de conceptos y teoremas sin que tengan, necesariamente significado para él.

Otro punto que puede ser considerado negativo en la elaboración de mapas conceptuales se refiere a la cantidad de tiempo que demanda, tanto para su confección por parte de los alumnos, como en su corrección, por parte de los profesores. Turns, Atman y Adams (2000) consideran que los mapas conceptuales no son una solución perfecta para evaluación porque requieren mucho tiempo de interpretación y aún quedan ambigüedades, aunque consideren que representan una forma innovadora de evaluar y ganar discernimiento sobre el aprendizaje de los alumnos a respecto de las relaciones entre los conceptos, así como tienen la cualidad de ser herramientas flexibles debido a su uso recursivo.

Tifi, Lombardi y Villamor (2008) defienden que debe haber una mayor flexibilización en los criterios básicos de la elaboración de mapas conceptuales, pues el ajuste del conocimiento complejo y sofisticado requiere el uso del lenguaje natural, abastecido de relaciones importantes y cajas de conceptos en los mapas conceptuales. Kharatmal y Nagarjuna (2006) y Azevedo, Lando, Fagundes, Zaro y Timm (2006) también son favorables a la flexibilización de los criterios de evaluación de los mapas conceptuales.

A modo de síntesis, el uso de los mapas conceptuales como instrumento de evaluación, de cierto modo, presenta las mismas características apuntadas con relación a lo su uso como instrumento didáctico. En el caso de la evaluación, la demanda de tiempo es un problema, tanto para quien los elabora, como para quien corrige los mapas conceptuales. Procurando solucionar ese problema, los investigadores han intentado desarrollar sistemas de puntuación que hagan más rápida la tarea de corrección, sin embargo, con eso se corre el riesgo de banalizar o desvirtuar el instrumento, sea por simplemente compararlo a claves de respuesta, situación en la que parece que no hay un análisis más profundizado sobre las relaciones construidas por los alumnos, o sea por un uso más comportamentalista del instrumento, en el que los alumnos deben poner palabras para completar lagunas cual si estuviesen rellenando un formulario.

Sin embargo, si el uso de los mapas conceptuales como instrumento de evaluación se hace dentro de los principios constructivistas que están contemplados en la Teoría de Educación de Novak y Gowin, en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y, según esta investigación, es muy probable que contribuya sobremanera a la conceptualización, lo que acaba potenciando un aprendizaje más significativo. Por otro lado, un uso más constructivista de los mapas conceptuales como instrumento de evaluación en la perspectiva de las teorías mencionadas no es coherente con una rigidez absoluta en los criterios de puntuación, es decir, en el uso exclusivo del sistema de puntuación propuesto por Novak y Gowin (1984). No es que ese sistema de puntuación esté “equivocado” (ni se pretende entender que esté equivocado), pero, como se demostró en estudios ya citados, se apuntan, utilizan y aceptan otras alternativas, por tanto, es posible y deseable una flexibilización.

Un último punto que merece destaque es que los alumnos suelen quejarse de la dificultad para escoger o limitar los conceptos que deben componer el mapa conceptual, así como, encontrar buenas palabras de enlace que expresen correcta y claramente las relaciones entre los conceptos. Al considerar la perspectiva de que la conceptualización es un proceso lento y progresivo (Vergnaud, 1990) y que la tarea de construir un mapa conceptual también implica, además de la comprensión del objeto de estudio, el dominio de la propia herramienta, se sostiene que el profesor no debe aceptar la simple “entrega” del diagrama como forma de evaluación. Los mapas conceptuales fueron concebidos para ser presentados, discutidos, negociados, reformulados, para que puedan verdaderamente auxiliar al profesor a captar los elementos que le proporcionan información a respecto de la estructura cognitiva de los alumnos. Eventualmente, algunas proposiciones están mal escritas o indebidamente colocadas en el diagrama, sea por falta de conocimiento sobre el tema, o por inexperiencia en la construcción espacial de los diagramas, lo cual constituye argumento a favor de que los mapas conceptuales sean explicados oralmente, cuando son cuestionados por los profesores, o por los propios compañeros.

En el próximo capítulo se presentará el segundo estudio de esa investigación, cuya propuesta fue introducir los mapas conceptuales como estrategia didáctica y como estrategia de evaluación en el cotidiano de la asignatura de Biomecánica con la intención de que sirvan de auxilio en la resolución de problemas por medio de la promoción de la conceptualización y consecuente aprendizaje significativo en alumnos de un curso de Diplomatura en Educación Física.

CAPÍTULO VI

**SEGUNDO ESTUDIO: MAPAS
CONCEPTUALES COMO ESTRATEGIA
FACILITADORA DE LA
CONCEPTUALIZACIÓN Y APRENDIZAJE
SIGNIFICATIVO EN BIOMECÁNICA**

6 MAPAS CONCEPTUALES COMO ESTRATEGIA FACILITADORA DE LA CONCEPTUALIZACIÓN Y DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN BIOMECÁNICA

6.1 Metodología de la investigación

Partiendo de los resultados presentados en el primer estudio, se verificó que, al resolver problemas-tipo de Biomecánica, los alumnos presentaron dificultades de carácter conceptual acompañadas de dificultades de carácter procedimental. Con respecto a las dificultades de carácter conceptual, destacamos dos: gran parte de los alumnos, cuando resuelven problemas, *no entiende el significado de las variables del enunciado*. Además, muchos *no comprenden (o no consiguen interpretar) los enunciados, es decir, no saben de qué tratan algunas preguntas*, incluso, las responden desde otros puntos de vista diferentes de la Biomecánica. Se consideró, entonces, que era de fundamental importancia que se buscara otra estrategia de enseñanza, con el objetivo de facilitar la conceptualización, bajo la hipótesis de sanar las dificultades de los alumnos, favoreciendo el aprendizaje significativo de la Biomecánica.

Se pensó que utilizando los mapas conceptuales en una perspectiva de trabajo colaborativo, mediado por una profesora ayudaría en la evolución conceptual de los estudiantes con relación al aprendizaje de la cinética y cinemática en el campo conceptual de la Biomecánica, contribuyendo, por consiguiente, a una mejora en la resolución de problemas en esa área.

6.1.1 Objetivos del estudio

El presente estudio tuvo como objetivos, durante dos semestres lectivos (2008/2 y 2009/1):

- proponerles a los alumnos de un curso de Diplomatura en Educación Física el uso de mapas conceptuales como estrategia didáctica facilitadora del aprendizaje significativo de los conceptos de la cinética y cinemática del campo conceptual de la Biomecánica, en una perspectiva de trabajo colaborativo mediado por la profesora-investigadora, con el fin de minimizar las dificultades encontradas en la resolución de problemas;

- proponerles a los alumnos de un curso de Diplomatura en Educación Física el uso de mapas conceptuales como estrategia de evaluación del aprendizaje de los conceptos de cinética y cinemática del campo conceptual de la Biomecánica;
- verificar si los mapas conceptuales se constituyen en una buena estrategia didáctica con el fin de promover la conceptualización y el aprendizaje significativo de los conceptos de cinética y cinemática del campo conceptual de la Biomecánica, contribuyendo para minimizar las dificultades de los alumnos en la resolución de problemas;
- verificar si los mapas conceptuales se constituyen en una buena estrategia de evaluación de la conceptualización y el aprendizaje significativo de los conceptos de cinética y cinemática del campo conceptual de la Biomecánica por parte de los alumnos;
- verificar qué piensan los alumnos sobre el uso de mapas conceptuales como estrategia didáctica y de evaluación en la asignatura de Biomecánica.

6.1.2 Caracterización del estudio

Esa investigación también fue conducida en el paradigma cualitativo, por las mismas razones ya descritas en el primer estudio.

6.1.3 Procedimientos

A pesar del carácter fluido y abierto de la investigación cualitativa, nuevamente es importante delinear una planificación para la selección y construcción de técnicas de recogida de datos. Ese estudio se basó en dos etapas distintas:

1. observación, descripción, colecta y documentación de los datos;
2. interpretación y análisis de los resultados.

La primera etapa consistió en la observación participante en todas las clases de la asignatura de *Biomecánica*, impartida por la propia investigadora en el segundo semestre de 2008 y en el primer semestre de 2009, en un curso de Diplomatura en Educación Física (diurno y nocturno), en un Centro Universitario localizado en una ciudad de la región metropolitana de Porto Alegre, Brasil. En esa etapa se realizaron observaciones con anotaciones en un diario (sobre experiencias vividas en clases, impartiendo contenidos,

citaciones, comentarios, dudas, respuestas y relatos), auxiliando en la confección de los mapas conceptuales, mediando presentaciones de los mapas, auxiliando en la resolución de problemas, formulando y aplicando instrumentos de evaluación, apuntando acciones e interactuando activamente con los alumnos.

En la segunda etapa, se analizaron los datos con la finalidad de mejorar la comprensión de los mismos y buscar indicadores que posibilitasen realizar inferencias de conocimiento posibilitando la presentación de los resultados a profesores e investigadores. En ese sentido, es importante la sistematización de la transcripción de las anotaciones del diario, la clasificación de los conceptos en categorías de análisis, así como el análisis de los comentarios, integrando el conjunto de técnicas que caracterizan la investigación cualitativa, que presupone que el investigador permanentemente somete sus actividades al cuestionamiento y evaluación continuos con el fin de buscar validez a través de la credibilidad.

6.2 El contexto de la asignatura de Biomecánica

La investigación fue conducida en la misma institución donde se había realizado el primer estudio. Sin embargo, a partir del primer semestre de 2009, la asignatura que era denominada *Biomecánica del Movimiento en Deportes* pasó a llamarse *Biomecánica*, aunque no hubo ningún tipo de alteración en términos de contenido. El cambio de nombre tuvo lugar debido a que la asignatura pasó a ser impartida junto con los alumnos de Fisioterapia. Sin embargo, hay que destacar que los alumnos de la facultad de Fisioterapia, aunque hayan realizado la asignatura juntamente con los alumnos de la Diplomatura en Educación Física, no formaron parte del segundo estudio por no haber sido incluidos en el primero.

La carga horaria de la asignatura disminuyó de 4 para 3 horas semanales, pero siguió contando como 4 créditos, ya que hubo un aumento en el número de semanas en el calendario académico, totalizando 72 horas, de las cuales 54 eran de clases y las 18 restantes, eran destinadas a resolver las dudas. La asignatura de Biomecánica, en la facultad de Educación Física, mantuvo como prerrequisito estar aprobado en la asignatura de Cinesiología, en la que se estudiaban contenidos referentes a la osteología, artrología, miología, neurología aplicados al movimiento y, también, análisis del movimiento humano. Pero, por cuestiones administrativas, continuó siendo común que alumnos que aún no habían hecho Cinesiología pudiesen hacer la asignatura de Biomecánica; en el caso de los semestres en los que se realizó esa investigación, sólo dos alumnas se encontraban en esa situación. La asignatura siguió

siendo ofrecida dos veces al año, con una clase nocturna en el segundo semestre de 2008 y una clase diurna y otra nocturna en el primer semestre de 2009.

6.3 Estrategias de enseñanza

En el segundo semestre de 2008, la asignatura de Biomecánica del Movimiento en Deportes fue ofrecida solamente en el turno de la noche, los jueves, exclusivamente para alumnos de Diplomatura en Educación Física, sumando 19 encuentros de 3,5 horas semanales. En el primer semestre de 2009, la asignatura se ofreció con la denominación de Biomecánica, manteniendo la misma estructura de la asignatura antigua, como ya se comentó, siendo ofrecida los miércoles por la mañana y por la noche, para alumnos de Diplomatura en Educación Física y de Fisioterapia (los alumnos del curso de Fisioterapia, aunque no hayan formado parte de ese estudio, recibieron la misma instrucción). El total de encuentros en las dos clases fue, también, de 19 encuentros de 3,5 horas semanales.

Los contenidos que formaron parte de la primera evaluación fueron los mismos descritos en el ítem 4.3 del Capítulo 4.

Nuevamente, se dedicaron 8 encuentros para impartir clases teórico-prácticas de todos los contenidos contemplados en el programa, además de 3 encuentros para la resolución de problemas, 2 para la presentación de mapas conceptuales y, finalmente, 5 encuentros para la realización de actividades de evaluación (2 para la presentación de mapas conceptuales, 2 para realización de tests escritos y 1 para sustitución de evaluaciones que no fueron realizadas, por cualquier motivo, por los alumnos).

El concepto final de la asignatura, en los dos semestres, fue calculado basándose en cuatro evaluaciones (una prueba con preguntas abiertas y cerradas, así como, una pregunta de interpretación de un mapa conceptual, y la construcción, en pequeños grupos, y presentación de un mapa conceptual que abarca conocimientos relativos a conceptos cinemáticos y cinéticos, lineales y angulares del movimiento humano, y equilibrio en el movimiento humano, además de otra prueba, con la misma estructura, y de la presentación de un mapa conceptual construido en pequeños grupos, abarcando conocimientos relativos a la biomecánica de los tejidos biológicos, mecanismos de lesión y mecánica de los fluidos).

6.4 El cotidiano de las clases

Nuevamente, así como en el primer estudio, la observación participante proporcionó dos semestres lectivos, los cuales contemplaron situaciones de varias naturalezas, en lo que se refiere a la relación humana.

Otra vez, el público investigado fue compuesto por estudiantes universitarios de Diplomatura en Educación Física, realizando, en media, el cuarto semestre del curso.

El punto de partida para verificar si los mapas conceptuales eran una buena estrategia didáctica y de evaluación, en el sentido de promover la conceptualización y el aprendizaje significativo de los conceptos de cinética y cinemática del campo conceptual de la Biomecánica, fue el análisis de los registros realizados durante y después de cada clase, que ayudaron a entender de qué manera la profesora-investigadora presentaba sus explicaciones y cómo se daban las interacciones con los alumnos. Todas las transcripciones de manifestaciones verbales de los alumnos dentro y fuera de la clase presentadas a continuación fueron identificadas por un código numérico (asociado al nombre del alumno, definido de forma aleatoria, para garantizar la confidencialidad de los datos).

La clase de Biomecánica del Movimiento en Deportes, ofrecida en el segundo semestre de 2008, estaba compuesta por 13 estudiantes y las clases de Biomecánica, ofrecidas en el primer semestre de 2009, estaban compuestas por 15 alumnos, por la mañana, y 14 alumnos por la noche.

La secuencia de presentación de los contenidos fue semejante a la descrita en el primer estudio, excepto por la introducción de la estrategia de elaboración de mapas conceptuales. Con base en la revisión de la literatura presentada en el capítulo anterior, se pensó que esa técnica podría ser facilitadora del aprendizaje significativo en función de la potenciación de la conceptualización, por lo tanto, se optó por su uso, tanto como estrategia didáctica, como de evaluación. Además, se tuvo en consideración que la elaboración de mapas conceptuales podría disminuir o amenizar las dificultades de los alumnos en la resolución de problemas, detectadas en el primer estudio. Con relación a la resolución de problemas, se continuó trabajando con problemas-tipo, pero también se introdujeron problemas de solución cualitativa, es decir, problemas que no demandasen necesariamente el uso de algún procedimiento matemático o algoritmo.

A continuación, se describen los procedimientos didácticos adoptados con las clases del primer semestre de 2008 y del segundo semestre de 2009.

6.4.1 *El uso de los mapas conceptuales en la primera parte de las asignaturas de Biomecánica del Movimiento en Deportes, del segundo semestre de 2008 y de Biomecánica, del primer semestre de 2009*

De la misma forma que en el primer estudio, el objeto de interés del presente estudio fueron los conceptos relativos a la cinética y a la cinemática, trabajados en la primera parte de la asignatura.

Las tres primeras clases del curso fueron expositivas, utilizando como recursos didáctico-pedagógicos la pizarra y/o diapositivas presentadas con un proyector multimedia.

En la primera clase, la profesora les explicó a los alumnos la técnica para la confección de los mapas conceptuales, así como los criterios de evaluación de los mismos. La profesora dejó a disposición de los alumnos, en Internet, un texto de apoyo³² referente a la construcción de los mapas conceptuales, caso los alumnos necesitasen alguna información adicional.

Los criterios de evaluación presentados a los alumnos y utilizados para evaluar los mapas conceptuales consisten en una adaptación de los criterios de Novak y Gowin (1984) e incluyeron:

1. *Estructura* (2 puntos)
 - ¿Todas las cajas contienen solamente conceptos?
 - ¿Todos los conceptos están relacionados a otros conceptos?
 - ¿Todas las líneas poseen palabras de enlace?
 - ¿No hay duplicidad de conceptos?
2. *Proposiciones* (2 puntos)
 - ¿Las proposiciones expresan relaciones válidas entre los conceptos?
 - ¿Las proposiciones son superficiales?
3. *Jerarquía* (1 punto)
 - ¿Se puede percibir cuáles son los conceptos más generales e inclusivos y cuáles son los conceptos más específicos?
4. *Relaciones cruzadas* (1 punto)
 - ¿Existen enlaces entre conceptos de diferentes niveles de jerarquía?
 - ¿Esas relaciones son válidas?

³² MOREIRA, M.A. (1998). Mapas conceituais e aprendizagem significativa. *Cadernos de Aplicação*, 11(2): 143-156

5. *Ejemplos* (1 punto)

- ¿Se mencionaron (durante la presentación oral del mapa conceptual) situaciones que sirviesen de ejemplos o diesen sentido a los conceptos?
- ¿Esas situaciones eran diferentes de las presentadas en clase por la profesora?

6. *Presentación oral* (3 puntos)

- ¿El mapa fue presentado, explicado, o sólo fue leído?
- ¿El responsable de la presentación profundizó algún conocimiento sobre el tema o se limitó a citar los conceptos que contenía el mapa?

Hay que destacar que en la propuesta de ese estudio no se utilizó la comparación de los mapas de los alumnos a un mapa de referencia (o mapa del especialista) presentada en la revisión de la literatura por entenderse que ese tipo de procedimiento acaba transformando el mapa de referencia en una especie de clave de respuesta, limitando la corrección y valoración de aspectos destacados por los alumnos que, eventualmente, no estén presentes en el mapa construido por el especialista. Además, dependiendo del uso, la comparación del mapa del alumno con el mapa de referencia puede ser vista como una forma comportamentalista de evaluación, ya que, por ejemplo, el hecho de que un alumno no incluya algún concepto que esté contemplado en el mapa de referencia puede ser interpretado como un error.

La propuesta inicial, desde el punto de vista del uso de los mapas conceptuales como instrumento didáctico, consistió en elaborarlos en pequeños grupos. Se le dio a los alumnos la opción de trabajar en una perspectiva recursiva, es decir, podían construir sus mapas conceptuales, presentarlos al gran grupo y/o a la profesora, discutir y negociar el tema en cuestión y rehacer el mapa conceptual hasta llegar a una versión final que sería presentada en el día de la evaluación. En las presentaciones preliminares, antes de la evaluación formal, realizadas sin valer nota, los alumnos pudieron escoger quién presentaría el mapa conceptual; pero la profesora avisó que, en el día de la evaluación, sería sorteado un único miembro del grupo para proceder a la presentación. La profesora optó por el criterio de sorteo por entender que podría incentivar todos los alumnos a participar en todo el proceso de elaboración del mapa conceptual y a asumir la responsabilidad de la evaluación del grupo.

Además de los mapas conceptuales, los alumnos también fueron evaluados por un test escrito, que incluía problemas-tipo, preguntas cualitativas y la interpretación de un mapa conceptual.

Unos pocos alumnos le pidieron a la profesora que se les permitiera construir los mapas conceptuales solos, por razones personales, la mayoría de las veces. La solicitud fue aceptada, ya que durante las presentaciones de los trabajos, de alguna manera, habría negociación de significados con el gran grupo y con la profesora.

Desde el primer día de clase, había a disposición de los alumnos, en internet, apuntes referentes a los contenidos trabajados en clase (copia de las diapositivas), un texto de apoyo (basado en el capítulo 3), listas de ejercicios numerados y la dirección electrónica del *Institute sea Human & Machine Cognition* (IHMC), el cual pone a disposición, gratuitamente, el programa *CmapTools*, utilizado para elaborar mapas conceptuales.

En los dos encuentros siguientes se presentaron, a través de clases expositivas, los conceptos pertinentes a la cinética y a la cinemática (tanto lineal como angular) del movimiento humano; el equilibrio en el movimiento humano; las leyes de Newton; momento angular; centro de gravedad; las condiciones de equilibrio, así como los conceptos de balanceo y estabilidad, y también, torque y palancas. Nuevamente, los alumnos matriculados en 2008/2 y 2009/1 (con excepción de dos alumnas nuevas, una en cada semestre) supuestamente deberían poseer los subsunores relativos a los conceptos y terminología anatómicos y cinesiología, tratados en asignaturas que son prerrequisito para estudiar la asignatura de Biomecánica del Movimiento en Deportes o Biomecánica.

El tipo de exposición realizado por la profesora fue semejante al descrito en el primer estudio.

En la segunda clase del segundo semestre de 2008, el ALUMNO 40 comentó que intentó estudiar anticipadamente el contenido con la ayuda de un libro de Biomecánica (Hall, 2000), pero no entendió nada, entonces, a partir de las explicaciones dadas en clase, intentaría leer los capítulos nuevamente para mejorar su comprensión.

En la tercera clase, se les solicitó a los alumnos que elaborasen mapas conceptuales para presentarlos y discutirlos en la clase siguiente.

Las cuatro clases subsiguientes fueron de resolución de problemas y/o de presentación de mapas conceptuales. En algunas clases los alumnos pudieron presentar sus mapas conceptuales, además de resolver problemas. En la situación específica de resolución de problemas, la profesora propuso que, después de la lectura del enunciado, antes de partir para la solución propiamente dicha, los alumnos intentasen construir un mapa conceptual para facilitar la interpretación. A continuación se presentarán los ejemplos más representativos.

En las clases en que se presentaban los mapas conceptuales, al final de cada exposición se abría un espacio para comentarios, críticas y sugerencias hechas por los colegas

y por la profesora, que registraba todo directamente en el archivo del mapa conceptual a través de una mesa digitalizadora (tipo *tablet*). Enseguida, se guardaba el archivo con otro nombre en el ordenador de la profesora (que guardaba los archivos originales y con anotaciones incorporadas a los trabajos de los alumnos) y guardaba una copia de ese archivo en el *pendrive* de los alumnos para que reflexionasen sobre lo que se había discutido y, considerando la pertinencia de los comentarios, realizasen reformulaciones, en una perspectiva evolutiva. Se presenta un ejemplo en la Figura 25.

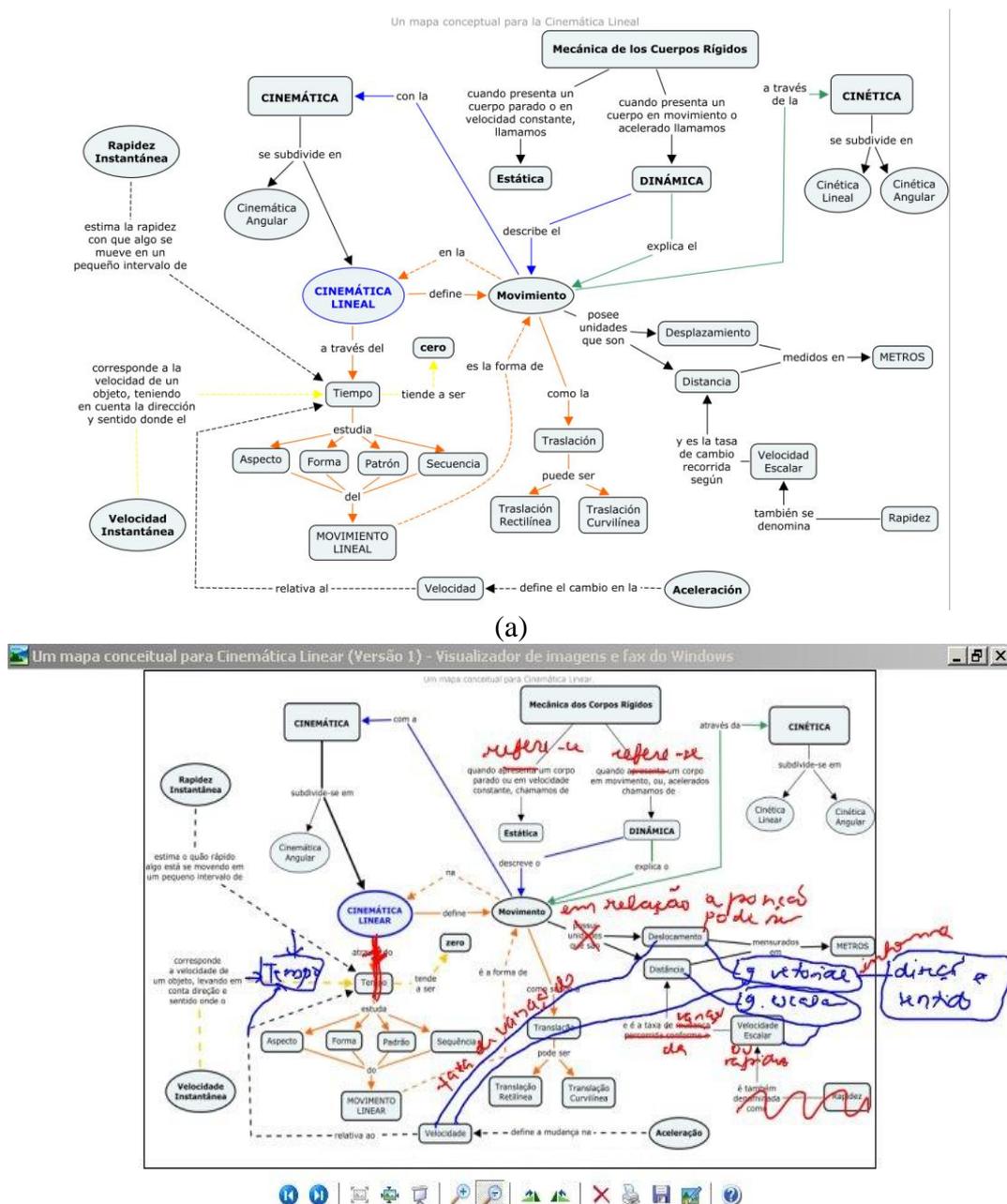


Figura 25 – Ejemplos de (a) primera versión de un mapa conceptual elaborado por un grupo de alumnos del primer semestre de 2009/1 para el asunto cinemática lineal y (b) archivo con sugerencias hechas a través de una mesa digitalizadora después de la presentación y discusión sobre esa versión.

6.4.1.1 Resolución de problemas-tipo con el auxilio de mapas conceptuales

Los enunciados que se presentan de ahora en adelante son ejemplos de problemas-tipo resueltos en clase con el auxilio de mapas conceptuales. Hay que destacar que, partiendo de la necesidad apuntada en el primer estudio, algunos enunciados sufrieron alteraciones para facilitar la interpretación por parte de los alumnos.

Ejemplo 1. Problema 4. *¿Cuánto torque produce en el codo el bíceps braquial que se inserta en el radio formando un ángulo de 60° cuando la tensión en el músculo es de $400N$? (Admita que la inserción muscular en el radio ocurre a $3cm$ del centro de rotación en la articulación del codo).*

En primer lugar, se hizo el dibujo en la pizarra para identificar las componentes de la fuerza muscular, semejante a la Figura 14. Enseguida, se les pidió a los alumnos que apuntasen en el enunciado del problema los conceptos para hacer el mapa, que fueron los siguientes:

- torque;
- codo (eje de rotación);
- ángulo;
- tensión en el músculo;
- inserción muscular (distancia).

Se construyó un mapa conceptual colectivamente, entre los alumnos y la profesora, utilizando un ordenador con el programa *CmapTools* (<http://cmap.ihmc.us/>), proyectado en la pantalla a través de un proyector multimedia, al lado de la pizarra (Figura 26). Esos mapas, realizados para auxiliar en la resolución de problemas, después de la clase, se ponían a disposición de los alumnos, en internet, para consulta. La profesora aprovechaba esas oportunidades para aclarar dudas sobre la técnica de elaboración de mapas conceptuales, destacando la importancia de la jerarquía, así como otros elementos sobre los criterios de construcción y evaluación del diagrama.

Después de una breve discusión sobre las relaciones entre los conceptos, se partió para la resolución del problema. La profesora explicó la parte procedimental del problema, recordando la trigonometría. Los alumnos participaron activamente del proceso de resolución, respondiendo las preguntas de la profesora durante la demostración. Al final, surgió el siguiente comentario por parte de un alumno:

- *Yo he entendido cómo lo has hecho, pero creo que cuando vaya a estudiar en casa, tal vez no sepa cómo resolver el problema (ALUMNO 39).*
- *Entonces tú no lo has entendido todavía. Cuando lo entiendas, vas a conseguir resolver cualquier problema, en cualquier lugar (PROFESORA).*
- *Tal vez (ALUMNO 39).*

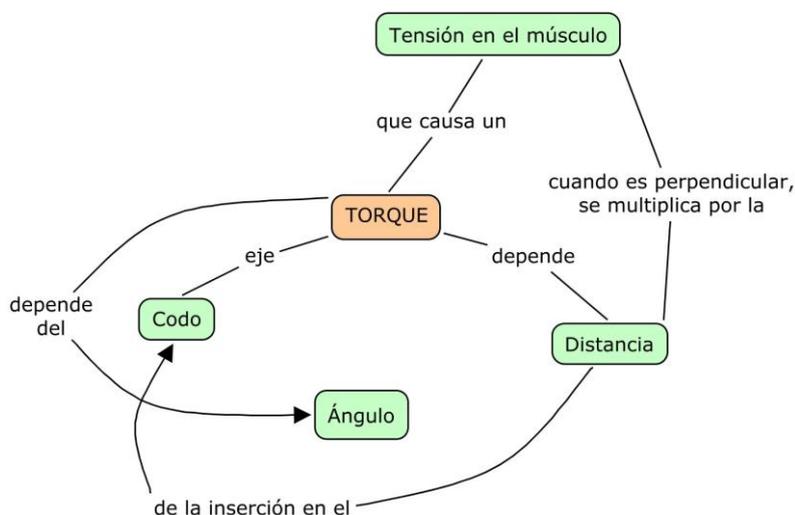


Figura 26 – Mapa conceptual construido en clase por la profesora y por los alumnos del primer semestre de 2008 para resolver el problema 4.

Después de una breve discusión sobre las relaciones entre los conceptos, se partió para la resolución del problema. La profesora explicó la parte procedimental del problema, recordando la trigonometría. Los alumnos participaron activamente del proceso de resolución, respondiendo las preguntas de la profesora durante la demostración. Al final, surgió el siguiente comentario por parte de un alumno:

- *Yo he entendido cómo lo has hecho, pero creo que cuando vaya a estudiar en casa, tal vez no sepa cómo resolver el problema (ALUMNO 39).*
- *Entonces tú no lo has entendido todavía. Cuando lo entiendas, vas a conseguir resolver cualquier problema, en cualquier lugar (PROFESORA).*
- *Tal vez (ALUMNO 39).*

Ejemplo 2. Problema 18. *Un trabajador se inclina y levanta una caja de 90N a una distancia de 0,7m del eje de rotación de su columna vertebral. Ignorando el efecto del peso corporal, ¿cuánta fuerza tendrán que ejercer los músculos lumbares, con un brazo de momento medio de 6cm, para estabilizar la caja en la posición mostrada?*

El dibujo correspondiente al problema, extraído de Hall (2000), es el que aparece en la Figura 17. Para solucionar el problema, se adoptó el mismo procedimiento de, en primer

lugar, construir colectivamente un mapa conceptual con los conceptos extraídos del enunciado (Figura 27).

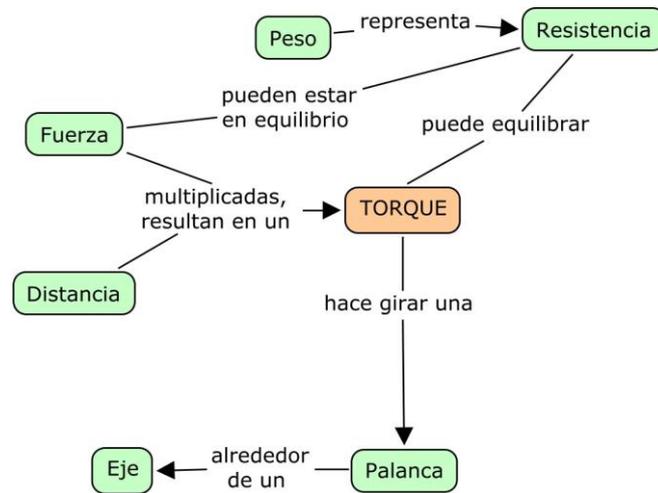


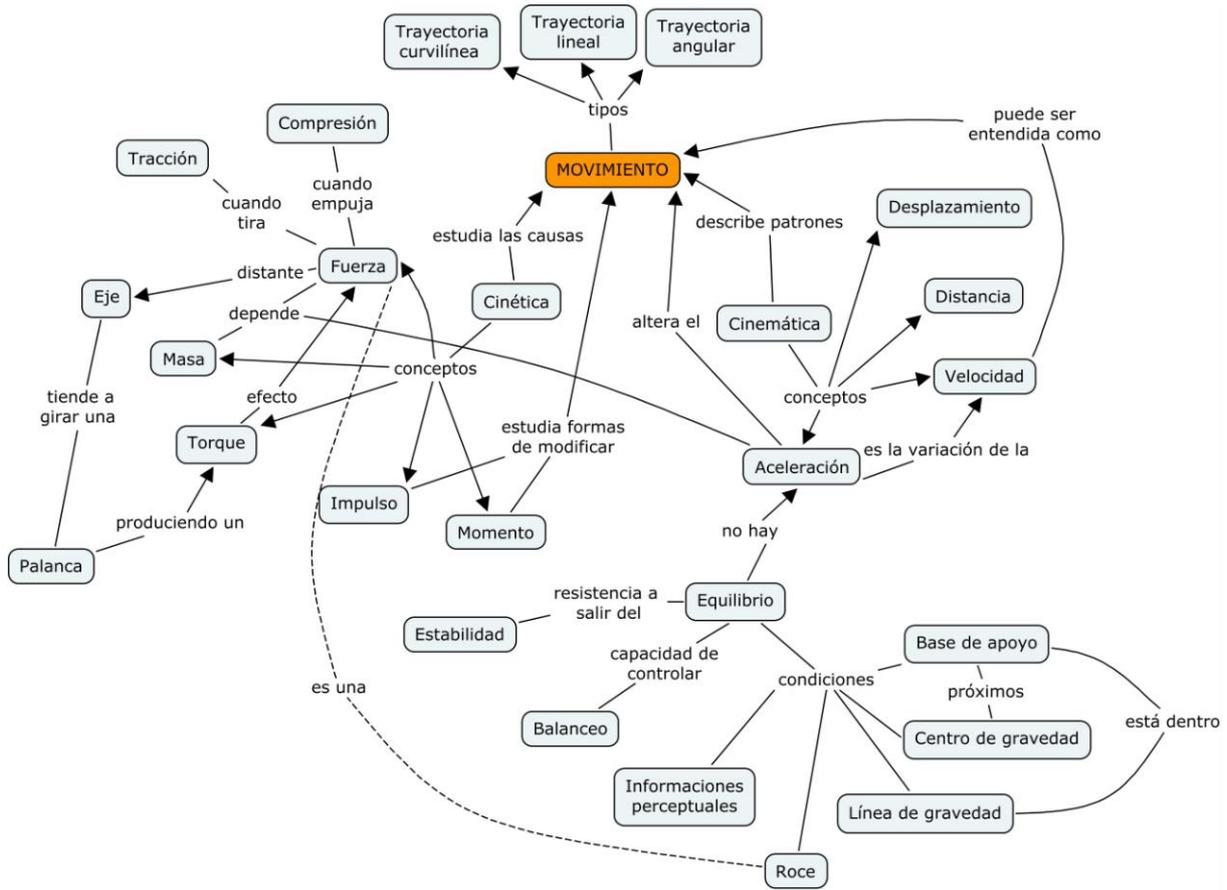
Figura 27 – Mapa conceptual construido en clase por la profesora y por los alumnos del primer semestre de 2008 para resolver el problema 18.

Al terminar la solución de ese problema, la profesora preguntó a los alumnos qué les había parecido resolver problemas a partir de la construcción de mapas conceptuales. Los ALUMNOS 36, 38, 39 y 41 dijeron que entender los conceptos ayuda en la resolución, pero la ALUMNA 31 dijo que le pareció difícil, pues el vaivén entre el mapa conceptual y la solución del problema hacía que perdiese la línea de raciocinio.

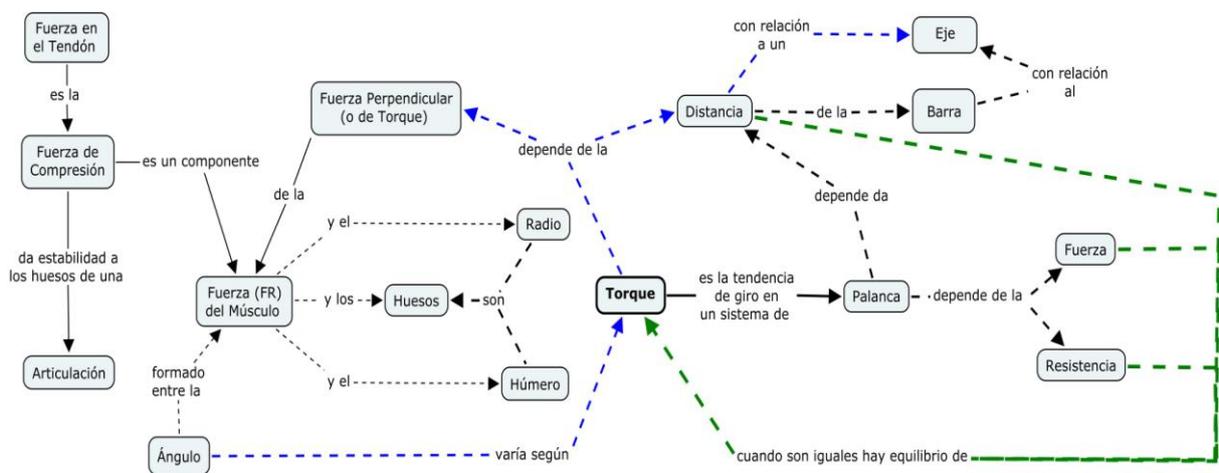
Otros problemas fueron resueltos utilizando el mismo sistema.

6.4.1.2 La construcción colectiva de un mapa conceptual

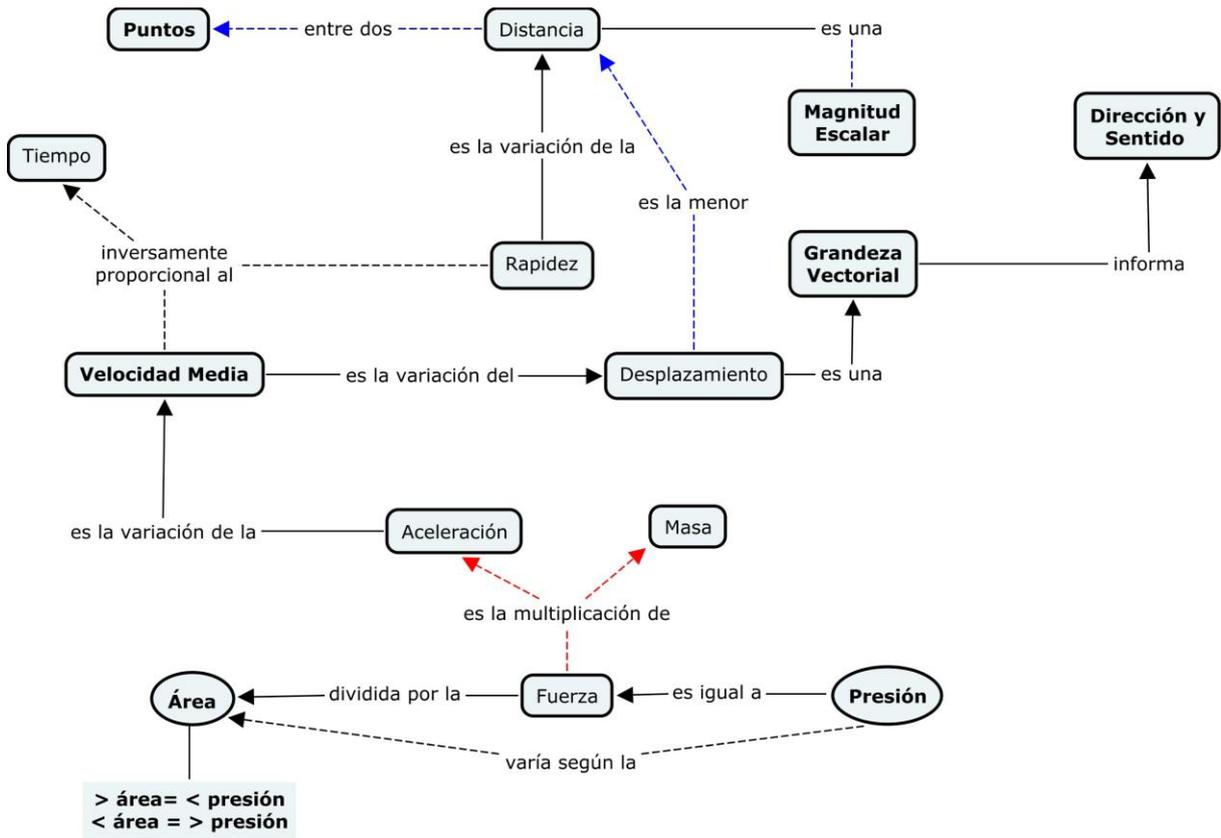
A lo largo de los semestres, normalmente en la quinta clase, después de una dinámica de presentación de mapas conceptuales y la discusión sobre los mismos, la profesora solía proponer la construcción colectiva de un mapa conceptual que fuese representativo de la comprensión de toda la clase. Los alumnos reaccionaban positivamente a la propuesta de la profesora, entonces, se iniciaba el proceso de construcción del mapa conceptual del grupo sobre cinética y cinemática, utilizando el programa *CmapTools* en un ordenador operado por la profesora y conectado a un proyector multimedia. Después de mucha negociación de significados, que se extendió durante dos clases consecutivas, se llegó al resultado final que se puede ver en la Figura 28.



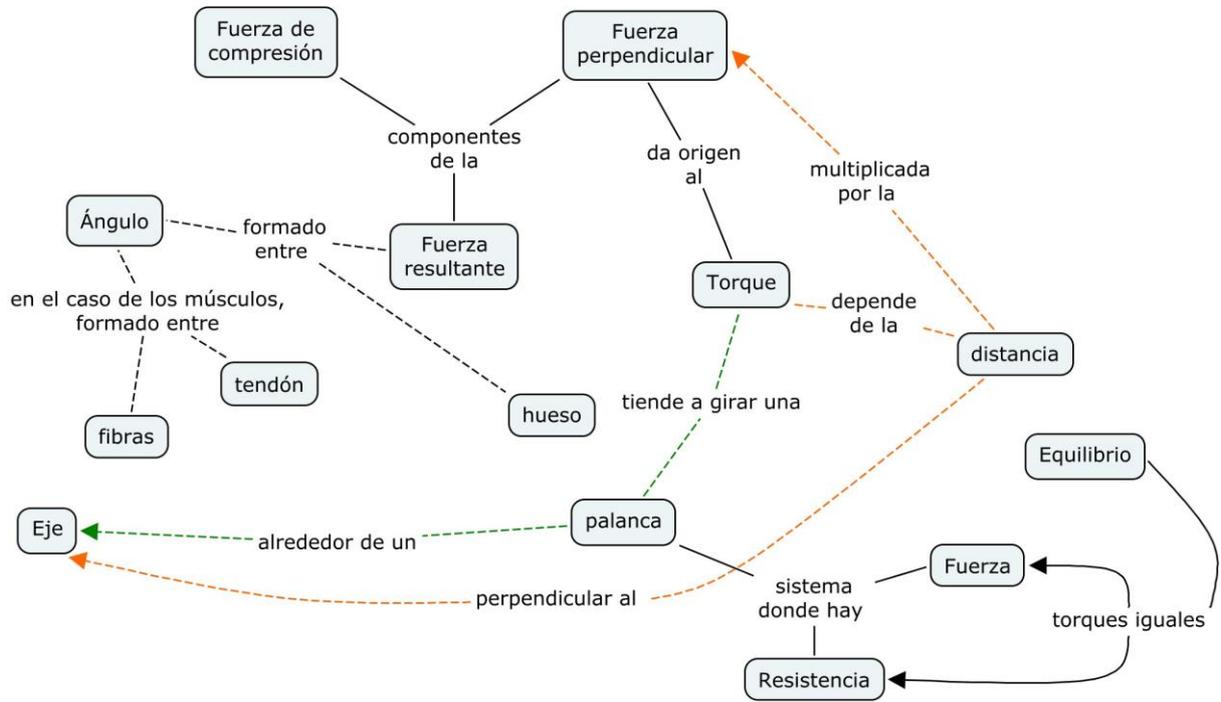
(a)



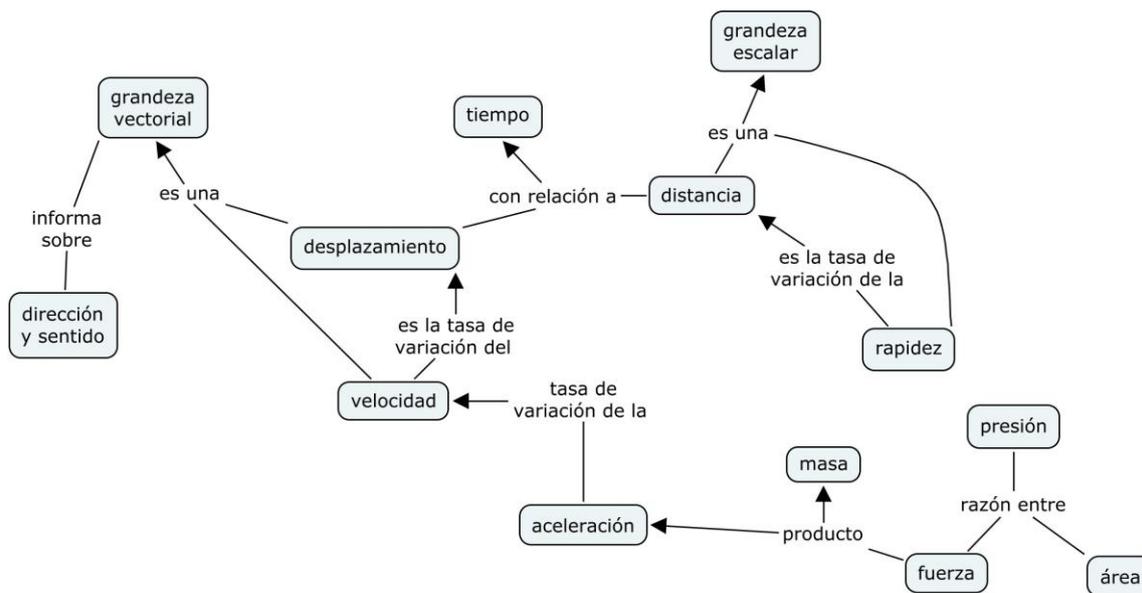
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 28 – Mapas conceptuales construidos colectivamente para (a) cinética y cinemática, por la profesora y por los alumnos de los alumnos de la clase de 2008/2; (b) cinética, por la profesora y por los alumnos de la clase diurna de 2009/1; (c) cinemática, por la profesora y por los alumnos de la clase diurna de 2009/1; (d) cinética, por la profesora y por los alumnos de la clase nocturna de 2009/1; (e) cinemática, por la profesora y por los alumnos de la clase nocturna de 2009/1.

En las tres ocasiones, la profesora ayudó a guiar el proceso de construcción de esos mapas, pero interfiriendo lo mínimo posible, de modo que la participación de los alumnos fuese masiva. Observando la Figura 28a, se puede verificar que los alumnos de 2008/2 optaron por construir un único mapa englobando todos los contenidos trabajados, mientras que los alumnos de diurno y nocturno de 2009/1 prefirieron construir mapas separados para cinética y cinemática. Se puede pensar, a partir de esas diferentes iniciativas, que tal vez los alumnos de 2008/2 hayan alcanzado un mejor nivel de comprensión, ya que consiguieron, en el primer intento, establecer relaciones entre los conceptos de cinética y cinemática, mientras que los alumnos de 2009/1 prefirieron construir mapas separados.

De las regularidades observadas entre los tres grupos de alumnos, se verificó que destacaron los conceptos de *desplazamiento*, *distancia*, *velocidad*, *aceleración*, *fuerza*, *fuerza de compresión*, *torque*, *masa*, *palanca* y *eje*. Los alumnos de 2008/2 incluyeron, además de la relación *impulso-momento*, conceptos de *equilibrio*, *balanceo*, *estabilidad*, *centro de gravedad*, *roce*, *base de apoyo*, *línea de gravedad*, *informaciones perceptuales* y *tracción*; y los alumnos de 2009/1 incluyeron conceptos de *resistencia*, *fuerza perpendicular*, *fuerza resultante*, *ángulo*, *hueso*, *rapidez*, *grandezas vectoriales*, *grandezas escalares*, *dirección y sentido*, *tiempo* y *presión*.

La profesora incentivó los alumnos a utilizar el mapa conceptual en la resolución de problemas futuros, a lo largo de la asignatura.

6.4.1.3 Comentarios de los alumnos e impresiones de la profesora durante las clases sobre la construcción de mapas conceptuales

La construcción de mapas conceptuales en la facultad de Educación Física fue novedad para la mayor parte de los alumnos que formó parte de esa investigación. Algunos de los alumnos que hicieron la asignatura de Biomecánica del Movimiento en Deportes el 2008/2 y Biomecánica el 2009/1 ya estaban familiarizados con la técnica porque ya habían hecho otras asignaturas anteriormente con la misma profesora³³. Es importante destacar que no se encontraron otros trabajos sobre construcción de mapas conceptuales con alumnos del área de Educación Física.

Como ya se podía esperar, tanto la estrategia didáctica (la construcción de los mapas conceptuales en pequeños grupos o de forma colectiva), como la estrategia de evaluación tan diferente de las clases expositivas y de los exámenes escritos o tipo tests que tradicionalmente son aplicados, provocaron expectativas, inquietudes y otros tipos de comentarios. Algunas situaciones, así como algunas declaraciones de los alumnos consideradas más representativas, se muestran a continuación para ilustrar lo que se decía en las clases.

Ya el primer día de clase del grupo diurno de 2009/1, la ALUMNA 49 contó que después de la experiencia con mapas conceptuales en otra asignatura, dada por la misma profesora, decidió pedir la dimisión del empleo que tenía en el comercio y dedicarse exclusivamente a los estudios. Esa decisión fue tomada debido a la presentación de los mapas conceptuales en el semestre anterior, ocasión en la que la alumna se dio cuenta de que tenía que estudiar más para entender las relaciones entre los conceptos. Si continuase trabajando, tendría poco tiempo para estudiar fuera de las clases y su desempeño continuaría siendo solamente satisfactorio. La ALUMNA 49 tenía una beca de estudios integral, es de clase social baja y quería aprovechar todas las oportunidades que la facultad ofrece para aprender lo máximo posible.

También en el primer día de clase, pero en este caso, en el grupo nocturno de 2009/1, el ALUMNO 70, cuando supo que trabajaría con mapas conceptuales, manifestó su preocupación con relación a la participación de los colegas en el trabajo, ya que en una

³³ En Toigo y Moreira (2008) se puede encontrar un relato de esa experiencia.

asignatura anterior, en que se utilice la misma técnica, no contó mucho con la ayuda de los mismos. La profesora dijo que sería una buena oportunidad para que él pudiese ayudar a otros colegas en la construcción de los mapas conceptuales, ya que él ya era conocedor de la técnica y dijo también que la elección de los grupos era libre, por tanto, habría oportunidad de elegir colegas con los que pudiese trabajar de forma responsable y compartida.

En clases posteriores, durante la construcción de mapas conceptuales en pequeños grupos, varios alumnos, al llamar a la profesora para que viese sus trabajos, demostraron preocupación por haber tenido dificultad para encontrar palabras de enlace entre los conceptos. Los alumnos estaban construyendo los mapas conceptuales basándose en apuntes y textos de apoyo y, probablemente, estaban teniendo dificultad en la interpretación de esos materiales. Comentaron también que esperaban comprender mejor los textos cuando el mapa conceptual estuviese acabado. Esa dificultad en encontrar palabras de enlace no es exclusiva de los alumnos que participaron de esa investigación y ya había sido verificada en diversos estudios anteriores, incluidos en la revisión de la literatura del capítulo anterior (Derbentseva y Safayeni, 2008; Ramírez, 2004; Rábago, Aguirre y Álvarez, 2006; Soares y Valadares, 2006; Nunes y Del Pino, 2008). Llamó la atención de la profesora el hecho de que los alumnos, aunque estaban preocupados con la dificultad para encontrar buenas palabras de enlace, tienen una expectativa positiva en mejorar la comprensión de los contenidos a partir de la construcción de los mapas conceptuales. Los alumnos también mencionaron que no habían tenido dificultad en separar los conceptos para elaborar el mapa, pero el problema se concentraba realmente en obtener las relaciones entre los conceptos. El hecho de que los alumnos no consigan encontrar palabras de enlace, es decir, no consigan formar proposiciones científicamente correctas, puede ser indicio de que no comprendieron los materiales utilizados como textos de apoyo³⁴, por otro lado, hay que considerar la falta de experiencia en la elaboración de mapas conceptuales por parte de varios alumnos y del contenido presentado, que también se podrían considerar como variables intervinientes. Esa posible dificultad en interpretar los materiales utilizados como texto de apoyo corrobora parte de los resultados del primer estudio, en el que se verificó que los alumnos poseían dificultades en interpretar algunos enunciados de los problemas.

En otra oportunidad, el ALUMNO 53 comentó que, debido a la experiencia previa con la construcción de mapas conceptuales en pequeños grupos en otras dos asignaturas con la misma profesora, solicitó que todos los integrantes de su grupo hiciesen individualmente

³⁴ Copia de las diapositivas en *Power Point* utilizadas en las clases expositivas y polígrafo elaborado por la profesora con base en el marco teórico conceptual presentado anteriormente en el capítulo III.

todos los mapas conceptuales y se reuniesen en la próxima clase para elaborar un mapa común del grupo a partir de un material ya producido por cada uno. Ese alumno se mostró muy satisfecho con el criterio de sorteo para la presentación de los mapas conceptuales como estrategia de evaluación por creer que, de esta manera, todos se veían obligados a participar en el trabajo de forma bastante responsable.

Con relación al uso de los mapas conceptuales como auxiliares en la resolución de problemas-tipo, la ALUMNA 35 comentó que tenía dificultad para interpretar y “calcular” los problemas, pero creía que era por pereza. Los ALUMNOS 56, 57 y 62 también admitieron que tenían dificultades en la resolución de los problemas-tipo por no conseguir interpretarlos. La ALUMNA 67 creía que no conseguía interpretar el enunciado de los problemas porque “era muy mala en Física y Matemáticas en la escuela”. A partir de esos comentarios, la profesora percibió algunas implicaciones importantes:

a) el texto de apoyo sobre el contenido de Biomecánica no estaba siendo comprendido por varios alumnos;

b) los alumnos desistían fácilmente de la resolución del problema, es decir, no buscaban subsidios para solucionarlos, lo cual es compatible con la idea de Piaget de que, cuando hay un gran desequilibrio en los esquemas del sujeto, es probable que el mismo desista de aprender el nuevo conocimiento y que no haya desarrollo cognitivo;

c) los mapas conceptuales parecían no estar ayudando en la parte procedimental de la resolución del problema.

Otra cuestión que llamó bastante la atención de la profesora fue el desinterés por parte de las dos clases de 2009/1 durante las presentaciones de mapas conceptuales por parte de los pequeños grupos, fuera de la situación formal de evaluación. Era de esperar que los alumnos se interesasen por la presentación de los otros grupos no solamente por la oportunidad de compartir, negociar significados, sino también para observar los comentarios y aprovechar sugerencias que enriqueciesen sus propios mapas conceptuales. Lo que se observó fue que los alumnos se fijaban en los comentarios referentes a sus propios trabajos, pero presentaban una postura de indiferencia o menosprecio por el trabajo de los otros.

Por otro lado, ante la propuesta de construcción colectiva de un mapa conceptual, los alumnos demostraron gran interés y participación. Durante ese proceso, la ALUMNA 44 comentó que finalmente había entendido la diferencia entre distancia y desplazamiento y, que a partir de ahí, sería posible resolver uno de los problemas que incluía esos dos conceptos en la lista de ejercicios. Otros alumnos también comentaron que, a partir de la tarea de construcción colectiva de un mapa conceptual, fue posible resolver algunas dudas tanto sobre

relaciones entre conceptos que aún no habían sido comprendidas, como sobre la propia construcción del mapa y el funcionamiento del programa *CmapTools*.

A lo largo de las clases, fueron apareciendo otras inquietudes. Las ALUMNAS 64 y 69 dijeron que no imaginaban que tendrían que estudiar Física y Matemáticas nuevamente, menos aún en la facultad de Educación Física. La ALUMNA 74 preguntó si la profesora daría las fórmulas para resolver los problemas en los exámenes o si era necesario memorizarlas.

Ese tipo de cuestionamientos dio a entender que, para algunos alumnos, el uso del algoritmo para resolver problemas, sin necesariamente comprenderlos, aún formaba parte del cotidiano y que aún se prefería optar por una estrategia de aprendizaje más mecánico, incluso porque otros alumnos también manifestaron esa preocupación, aun después de la elaboración de varios mapas conceptuales.

La ALUMNA 75 conversó reservadamente con la profesora manifestando preocupación con relación al examen, ya que la profesora había avisado que una pregunta sería referente a los mapas conceptuales. Esa alumna dijo que había dedicado una tarde entera para hacer un mapa conceptual y que, si tuviese que construir un mapa conceptual en el examen, temía por su nota. Añadió, también, que no veía ninguna utilidad en hacer mapas conceptuales, pues creía que nunca los utilizaría en su profesión, además de no ayudarlo para resolver problemas, ya que sabía cuáles eran las fórmulas que tenía que usar para hallar las respuestas. Esa alumna participaba activamente en la resolución de problemas y utilizaba bien los algoritmos, pero nunca perdió la oportunidad de manifestarse desfavorable con relación a la construcción de los mapas conceptuales. Ante esos comentarios, que tuvieron lugar en el grupo nocturno de 2009/1, la profesora se preocupó por el hecho de que los alumnos continuasen muy interesados solamente en descubrir el algoritmo para resolver los problemas encontrando un resultado numérico, pues esperaba que, a partir de la construcción de los mapas conceptuales, los alumnos darían mayor importancia a la conceptualización, lo que, probablemente, les ayudaría a resolver no sólo los problemas-tipo, sino también problemas de solución más cualitativa.

Por otro lado, la ALUMNA 73 dijo que, después de haber hecho un buen mapa conceptual, no era necesario memorizar fórmulas. El comentario de esa alumna refleja una comprensión a respecto de la utilidad de la conceptualización en la resolución de los problemas, apuntando en la dirección de un aprendizaje más significativo.

En otra oportunidad, los ALUMNOS 45, 47, 53 y 55 del grupo diurno de 2009/1 buscaron la profesora para mostrar el mapa conceptual construido por el grupo y para aclarar dudas. La ALUMNA 45 dijo que tenía dificultad para comprender los contenidos de la

asignatura, pero que los mapas conceptuales estaban auxiliando a aclarar sus dudas. Dijo, también, que solo le faltaba memorizar las fórmulas para ir bien en el examen. La profesora sugirió que interpretase los conceptos que están en el mapa, intentando comprender bien las relaciones y, si lo consiguiese, probablemente no necesitaría memorizar fórmulas.

Los ALUMNOS 47 y 53 comentaron que les parecía más difícil construir mapas conceptuales de Biomecánica que los que elaboraron para las asignaturas de Desarrollo Motor y Fisiología del Ejercicio. La profesora preguntó si era porque tenían dificultades para interpretar el texto de apoyo, a lo que respondieron que no, es decir, que el texto en sí no era difícil, pero el contenido, sí. Los ALUMNOS 45, 47, 53 y 55 contaron que pidieron prestado el mapa conceptual elaborado por el ALUMNO 40, que había hecho la asignatura el semestre anterior (2008/1) y que no había utilizado el texto de apoyo como subsidio para construirlo (el ALUMNO 40 se basó tan sólo en los apuntes que eran copia de las diapositivas utilizadas en las clases expositivas dadas por la profesora). Esos alumnos percibieron claramente que había una diferencia entre el mapa hecho por ellos con auxilio del texto de apoyo y el mapa conceptual hecho por el ALUMNO 40, con base solamente en los apuntes. Aun así, afirmaron que consiguieron ver lógica en el mapa del colega, aun creyendo que el mapa que ellos habían elaborado presentaba una estructura mejor.

Los ALUMNOS 47 y 53 declararon que continuaban aprendiendo mucho a través de los mapas conceptuales y que no entendían cuando algunos colegas del curso de Fisioterapia les decían, reservadamente, que creían que los mapas conceptuales eran inútiles. Esos mismos alumnos también argumentaron con esos colegas que no estaban de acuerdo con esa opinión y creían que a ellos no les estaba gustando trabajar con mapas conceptuales porque no estaban entendiendo los contenidos.

Los ALUMNOS 45, 47 y 53 atribuyeron que las pocas ganas para trabajar con los mapas conceptuales por parte de esos colegas que hacían Fisioterapia tal vez se pudiesen explicar por la aparente rivalidad entre las dos facultades y el hecho de que la profesora es Educadora Física. Sin embargo, dijeron que ellos mismos no percibieron en ningún momento que la profesora hubiese dado más énfasis para un curso con relación al otro.

La profesora percibió clara diferencia en la disposición para aprender en los dos semestres investigados. Gran parte de los alumnos de los dos grupos de 2009/1 demostraron menos interés en aprender con relación a la clase de 2008/2 e intentó buscar algunas explicaciones a través del contexto del cotidiano de las clases para justificar esas diferencias:

a) los alumnos de 2009/1 son mayores; en el semestre de 2008/2 la clase estaba compuesta por 13 alumnos, mientras que la clase de diurno de 2009/1 estaba compuesta por

23 alumnos (de los cuales, 15 eran de la Educación Física) y la clase de nocturno 2009/1 estaba compuesta por 20 alumnos (de los cuales, 14 eran de la Educación Física);

b) en el segundo semestre de 2008 solamente los alumnos de la Diplomatura en Educación Física se matriculaban en la asignatura de Biomecánica del Movimiento en Deportes. A partir de 2009/1, la asignatura cambió de nombre pasando a ser sólo Biomecánica y pasó a ser compartida con alumnos de Fisioterapia;

c) se percibió alguna animosidad entre los alumnos de las dos facultades y, tal vez, esa actitud pueda representar parte de la explicación sobre la falta de interés en las presentaciones de mapas conceptuales, ya que los alumnos de un curso pueden creer que son irrelevantes los trabajos elaborados por colegas que ejercerán una profesión diferente de la suya;

d) varios alumnos de la Diplomatura en Educación Física ya habían hecho otras asignaturas con la misma profesora (ALUMNOS 45, 47, 48, 49,50, 52, 53, 54, 55, 59, 64, 65, 69 y 70) en las cuales ya se había propuesto el uso de los mapas conceptuales. Ninguno de esos alumnos se opuso a la propuesta, al contrario, se mostraron entusiasmados en utilizar nuevamente los mapas conceptuales tanto como estrategia didáctica como de evaluación. Se puso de manifiesto la diferencia en la calidad de los mapas conceptuales de esos alumnos cuando se comparaban a los de aquéllos que aún no estaban familiarizados con la estrategia, y varios de ellos presentaron considerable disposición para aprender, como fue el caso de los ALUMNOS 44, 46, 63 y 66;

e) la mayor dificultad de la profesora en el sentido de acompañar la evolución del proceso fue el hecho de que los alumnos no siempre entregaban las tareas solicitadas (por ejemplo, problemas resueltos y mapas conceptuales). A pesar de que la profesora lo había pedido, los alumnos no siempre llevaban copia impresa de los mapas conceptuales, ni siquiera la versión electrónica, por tanto, era difícil obtener algunos registros o dar retorno a los alumnos sobre las tareas;

f) la profesora observó que eran pocos los problemas de los alumnos para confeccionar mapas conceptuales, es decir, la estructura del mapa era buena (los contenidos de las cajas eran conceptos; no había conceptos sueltos en los mapas conceptuales, tampoco había líneas sin palabras de enlace). También era bastante común verificar alguna jerarquía en los mapas. Sin embargo, durante las presentaciones, era muy evidente que varios alumnos no habían comprendido algunas relaciones entre los conceptos, por ejemplo, al explicar que “la distancia es la variación de la rapidez” o que “la velocidad es la variación de la aceleración”;

g) la profesora, aunque incentivase el uso de los mapas conceptuales en la resolución de problemas, notó que los alumnos no los utilizaban por iniciativa propia, tal vez por

permanecer aún centrados en el aprendizaje mecánico. Es decir, desde la perspectiva de los alumnos, si los mapas no presentan “fórmulas”, entonces no son útiles para resolver problemas. La profesora constantemente se preguntaba si, en lugar de problemas-tipo, propusiera solamente problemas abiertos, de solución más cualitativa, si los mapas conceptuales serían más percibidos como instrumento de aprendizaje por parte de los alumnos.

6.4.1.4 Comentarios de los alumnos e impresiones de la profesora durante las presentaciones de mapas conceptuales como evaluación

Las evaluaciones realizadas a través de mapas conceptuales tuvieron lugar en fechas previamente acordadas desde el primer día de clase, en los dos semestres. El criterio para elegir el miembro del grupo que presentaría el trabajo fue el sorteo. La profesora escribió el nombre de cada alumno en pequeños pedazos de papel, separados por grupos y los propios alumnos escogían un papel aleatoriamente. El nombre sorteado representaba el miembro del grupo que debía presentar el mapa conceptual sin auxilio de los otros colegas. Todos los grupos y/o alumnos que optaron por construir mapas conceptuales individualmente tuvieron oportunidad de presentar, discutir, reflexionar y rehacer sus diagramas previamente en una perspectiva de recursividad, sin embargo, no todos utilizaron esa sistemática y acabaron presentando los mapas por primera vez, el día de la evaluación. Los criterios de evaluación fueron los ya descritos en la sección 6.4.1, presentados a los alumnos el primer día de clase y reforzados siempre que fue solicitado.

Las presentaciones transcurrieron normalmente en los dos semestres, sin embargo, como sucedió más frecuentemente en las dos clases de 2009/1, nuevamente hubo poca o casi ninguna discusión por parte del gran grupo con relación a los trabajos presentados, la mayoría de los comentarios fue sólo por parte de la profesora. Algunos alumnos, incluso, se retiraron de la clase inmediatamente después de la presentación de su grupo, demostrando que no tenían ningún interés en aprender a través de la presentación de los mapas de los compañeros. En la interpretación de la profesora, ese tipo de actitud reiteró la falta de disposición para aprender por parte de algunos alumnos, que daban disculpas para justificar su no permanencia (problemas en la familia, no atrasarse para el trabajo, hacer el examen para sacarse el carnet de conducir).

Un caso específico llamó la atención de la profesora. La presentación del mapa conceptual, construido por la pareja formada por los ALUMNOS 51 y 56, de la clase de la

mañana 2009/1, fue sintomática. La ALUMNA 51 no fue a la clase el día de la evaluación, pero le envió el mapa conceptual al compañero por correo electrónico. El ALUMNO 56, por su vez, se limitó a leer el mapa conceptual, en lugar de presentarlo, sin saber explicar las relaciones entre los conceptos. Además, el mapa conceptual en cuestión tenía varios problemas que comprometían su estructura, lo cual es atribuido por la profesora al hecho de que no hubo compromiso con la tarea, teniendo como resultado una presentación mecánica, demostrando falta de comprensión del contenido y de la técnica en sí.

Por otro lado, en la misma clase, la presentación de la ALUMNA 44, que optó por construir y presentar sola su diagrama, dejó claro para los colegas que los mapas conceptuales pueden ser usados como instrumento de aprendizaje; utilizó y buscó varios ejemplos que contextualizase las relaciones entre los conceptos incluidos en el mapa a partir de situaciones del cotidiano de su trabajo en un gimnasio. Además, la ALUMNA 44 comentó, durante la presentación de su mapa conceptual que la construcción del mismo fue muy útil para aclarar todas sus dudas antes del examen.

6.5 Análisis de los datos

Los datos fueron obtenidos a partir de dos fuentes: respuestas dadas a las preguntas de un test escrito y mapas conceptuales construidos en pequeños grupos.

6.5.1 Test escrito

Se elaboraron tres tests escritos equivalentes para evaluar los conocimientos de cinética y cinemática de los alumnos, uno para cada grupo de alumnos investigado. Cada pregunta valía un punto, sumando 5 puntos. Los tests constaron de tres preguntas cualitativas (1, 3 y 4), de un problema-tipo (2) y de una pregunta de interpretación de un mapa conceptual construido colectivamente en clase (5). Los enunciados se presentan a continuación.

Pregunta 1. *Complete las lagunas indicando si la situación presentada se refiere a la aplicación de **fuerza** o de **torque**.*

Arrastrar un armario

Abrir una ventana basculante

Apretar un tornillo

Tirar del enchufe de un electrodoméstico

Cavar un agujero con una pala

Grapar folios de papel

Apretar el botón para llamar el ascensor

Pasar la página de un libro

Dar un puñetazo en medio de una mesa

Sacarle punta a un lápiz

La construcción de esa pregunta fue pensada en la perspectiva de las situaciones de Vergnaud. Para ese autor, el significado de un concepto no emerge solamente de una situación, sino de una variedad de situaciones y, recíprocamente, una situación no puede ser analizada solo por un concepto, sino por varios, formando esquemas (2009, p. 26). Por lo tanto, con la pregunta se pretendía detectar si los alumnos conseguían identificar, a partir de las situaciones presentadas (diferentes de las que fueron discutidas en clase), los conceptos de fuerza y torque.

Pregunta 2. *El siguiente dibujo³⁵ muestra la fuerza resultante ejecutada por el bíceps braquial (400N), inserto en el radio (a 0,03m con relación al codo), formando un ángulo de 60° con relación al húmero. Calcule: (a) el componente de la fuerza que genera el torque; (b) el componente de la fuerza que genera compresión articular; (c) el torque ejecutado por el bíceps.*

La pregunta 2 es un ejemplo de problema-tipo. Problemas semejantes a éste se resolvieron en clase. Se presentó un ejemplo de ese tipo de resolución en el ítem 6.4.1.1, en el que la profesora, incluso, incentivó la elaboración de un mapa conceptual con el fin de facilitar la representación del enunciado. La intención de la profesora, al proponer la pregunta 2, era ver si los alumnos eran capaces de aplicar los conceptos de fuerza y torque, utilizados en la pregunta 1, en la resolución de un problema-tipo, aunque también fuese necesario, además del conocimiento declarativo, tener dominio del conocimiento procedimental, por ejemplo, de la descomposición de vectores.

Pregunta 3. *Piense en los conceptos de velocidad (media) y rapidez (media).*

³⁵ Semejante a la Figura 14.

(a) En una prueba de 50m de natación, estilo libre, en piscina semi-olímpica (25m de largo), ¿es lógico calcular la rapidez (media)? ¿Por qué?

(b) Si la misma prueba es realizada en piscina olímpica (50m de largo), ¿sería diferente el cálculo de la velocidad (media) o la rapidez (media)? ¿Por qué?

(c) Dé un ejemplo (diferente de la natación) donde sea mejor optar por el cálculo de la rapidez (media) en lugar de la velocidad (media).

La construcción de esa pregunta fue pensada en la misma perspectiva que la pregunta 1, es decir, con el objetivo de verificar la comprensión (en ese caso, de conceptos de cinemática) a partir de situaciones. El ítem (c) de esa pregunta fue pensado en el sentido de instigar los alumnos a pensar en una situación que le diese sentido a los conceptos.

Pregunta 4. Complete las lagunas indicando si la situación tiene relación con el equilibrio estable, inestable o indiferente.

Un patinador girando alrededor del propio eje

Un patinador cayéndose

Un lanzador de martillo, realizando el giro antes de lanzar el martillo

Un saltador en altura realizando un salto después de la carrera de aproximación

Un gimnasta durante la ejecución de un salto mortal

Cite, desde el punto de vista de la Biomecánica, tres formas de mejorar el equilibrio, balanceo o estabilidad de los cuerpos.

Nuevamente el objetivo era buscar evidencias de la conceptualización a partir de las situaciones. En la primera parte de la pregunta, los alumnos deberían identificar el tipo de equilibrio a partir de situaciones; en la segunda parte, deberían citar situaciones que le diesen sentido a los conceptos.

Pregunta 5. Explique con sus palabras, el(s) mapa(s) conceptual(es) construido(s) colectivamente en clase.

En esta pregunta, para cada clase fue (fueron) incluido(s) el(s) respectivo(s) mapa(s) conceptual(es) construido(s) colectivamente en clase, conforme ya se mostró en la Figura 28. El objetivo de esta pregunta, basada en el relato de experiencia de Moreira y Sperling (2009),

era comparar el texto producido por el alumno con las respuestas dadas a las preguntas anteriores.

Los criterios de corrección del test escrito fueron: a) atribuir un punto a las preguntas correctas; b) atribuir medio punto a las preguntas parcialmente correctas y c) no puntuar preguntas equivocadas. Para poder introducir los datos en una planilla electrónica para análisis estadístico, se atribuyó el valor cero a las preguntas con soluciones totalmente equivocadas y se dejaron vacías las células en los casos en los que las preguntas no fueron respondidas.

6.5.2 Mapas conceptuales

Los registros de los mapas conceptuales se obtuvieron a través de los diagramas presentados en clase y entregados por los alumnos, y también a través de los archivos electrónicos guardados en el ordenador de la profesora, organizados en carpetas correspondientes a cada grupo de alumnos y enumerados para acompañamiento de acuerdo con el número de versiones entregadas. La profesora hizo un sello en el que constan los seis criterios de evaluación (ya descritos en el ítem 6.4.1) con espacio para anotar la respectiva puntuación.

Siempre después de la presentación y discusión de los mapas conceptuales, la profesora anotaba y guardaba las sugerencias directamente en el archivo electrónico a través de un *tablet* y los alumnos no tenían que tomar nota de esas sugerencias, ni corrían el riesgo de perder algunos comentarios. La nota del mapa presentado, tanto general como la nota separada de acuerdo con los criterios, era registrada en el sello junto a la hoja impresa, que se le devolvía a los alumnos. Ese procedimiento, como ya se comentó, era realizado en el ámbito de la recursividad, aunque no todos los grupos hayan aprovechado para presentar, discutir y reflexionar sobre sus producciones. Además, como también se ha dicho ya, el día marcado en el calendario académico, se determinaba por sorteo el alumno que sería el responsable de la presentación del mapa conceptual.

6.5.3 Análisis estadístico

Los registros obtenidos del análisis de los tests escritos y de los mapas conceptuales fueron organizados en una planilla de análisis estadístico. Para esa finalidad, se utilizó el

software SPSS versión 15.0 para Windows. El número total de alumnos participantes de ese estudio fue 42.

6.5.3.1. Nota del mapa conceptual x nota de la prueba

Para analizar si la construcción de los mapas conceptuales contribuyó con un aprendizaje más significativo, sea por el auxilio en la resolución de preguntas cualitativas o de problemas-tipo, sea por la interpretación del mapa conceptual construido colectivamente en clase, se adoptó un test estadístico de correlación.

Para verificar la normalidad de los datos, se utilizó el Test de Kolmogorov-Smirnov (K-S). Los resultados, según se puede observar en la Tabla 15, muestran que solamente la variable *nota de la prueba* presentó distribución normal para un intervalo de confianza del 95%.

Tabla 15 – Resultados para el test K-S para las variables *nota del mapa conceptual* y *nota de la prueba*.

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nota del mapa conceptual	,241	41	,000	,757	41	,000
Nota de la prueba	,140	40	,047	,928	40	,014

a Lilliefors Significance Correction

De esta forma, con el fin de verificar si hubo correlación entre la construcción de los mapas conceptuales en pequeños grupos y el resultado de la prueba escrita, se utilizó el cálculo del coeficiente de correlación Rho de Spearman, que es un test no paramétrico, que mide la intensidad de la relación entre variables ordinales y no es sensible a asimetrías en la distribución, ni a la presencia de *outliers*, y no exige que los datos provengan de dos poblaciones normales (Pestana y Gageiro, 2003). Los resultados se presentan en la Tabla 16.

El coeficiente Rho de Spearman varía entre -1 y 1. Cuanto más próximo esté de esos valores, mayor será la asociación lineal entre las variables (Pestana y Gageiro, 2003, p. 186). Sin embargo, como se observa en la Tabla 16, se encontró una correlación muy baja (0,014) entre las variables y no significativa para un error tipo I de 0,05. A partir de ese resultado, se entendió que había ausencia de correlación entre la construcción de mapas conceptuales y el resultado de la prueba, contra lo que se esperaba y lo que sugiere la revisión de la literatura. A partir de ahí, se intentó saber si había alguna correlación entre los mapas conceptuales y las diferentes preguntas de la prueba.

Tabla 16 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota del mapa conceptual* y *nota de la prueba*.

			Nota de la prueba	Nota del mapa conceptual
Spearman's rho	Nota de la prueba	Correlation Coefficient	1,000	,014
		Sig. (2-tailed)	.	,930
		N	40	39
	Nota del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,014	1,000
		Sig. (2-tailed)	,930	.
		N	39	41

6.5.3.2 Nota del mapa conceptual x preguntas de la prueba

Una vez que se encontró correlación muy baja y no significativa entre las variables *nota del mapa conceptual* y *nota de la prueba*, se intentó saber si, en alguna medida hubo correlación entre la *nota del mapa conceptual* y cada pregunta de la prueba analizada individualmente.

Se testó la normalidad de cada pregunta de la prueba y los resultados se encuentran en la Tabla 17.

Tabla 17 – Resultados del test K-S para las variables *pregunta 1*, *pregunta 2*, *pregunta 3*, *pregunta 4* y *pregunta 5* de la prueba.

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pregunta 1 de la prueba, CUALI	,536	41	,000	,288	41	,000
Pregunta 2 de la prueba, CUANTI	,349	23	,000	,727	23	,000
Pregunta 3 de la prueba, CUALI	,228	40	,000	,797	40	,000
Pregunta 4 de la prueba, CUALI	,294	41	,000	,762	41	,000
Pregunta 5 de la prueba, MC	,445	41	,000	,572	41	,000

a Lilliefors Significance Correction

No se encontró distribución normal en ninguna de las variables, por lo tanto, nuevamente se utilizó el cálculo del Rho de Spearman para verificar la existencia de correlación entre la variable *nota del mapa conceptual* y cada una de las preguntas de la prueba analizada individualmente (Tablas 18, 19, 20, 21 y 22).

Tabla 18 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota del mapa conceptual* y *pregunta 1 de la prueba*.

			Nota del mapa conceptual	Pregunta 1 de la prueba, CUALI
Spearman's rho	Nota del mapa conceptual	Correlation Coefficient	1,000	,364(*)
		Sig. (2-tailed)	.	,021
		N	41	40
	Pregunta 1 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	,364(*)	1,000
		Sig. (2-tailed)	,021	.
		N	40	41

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

La primera pregunta de la prueba, tratada como de solución cualitativa, consistía en un problema, en el que, a partir de las situaciones dadas, los alumnos deberían identificar si se trataba de una situación de uso de fuerza o de torque. Se observó una correlación baja (0,364), pero estadísticamente significativa entre las dos variables dando indicativo de que tal vez los mapas conceptuales hayan tenido alguna influencia en la solución de ese tipo de problema. Incluso, si se observan los mapas conceptuales de la Figura 28, construidos colectivamente en clase (especialmente en las Figuras 28a, b, d), se puede observar la presencia de esos conceptos, recordando que esos mapas estaban presentes en la pregunta 5 de la prueba, según la clase de los alumnos. También hay que destacar el hecho de que los conceptos de fuerza y torque fueron exhaustivamente explotados en los mapas conceptuales construidos en pequeños grupos, destacando que no fueron omitidos en ningún caso. Solamente un alumno no respondió esa pregunta. Llama la atención el hecho de que, de los 41 alumnos que respondieron esa pregunta, 38 acertaron totalmente y 3 se equivocaron totalmente. Por otro lado, es posible que los alumnos que se equivocaron en esa pregunta la hayan tratado como simple tarea de rellenar lagunas, sin intentar interpretar cada situación, sin relacionarlas a los conceptos y limitándose a “sortear” una de las dos posibilidades de respuesta.

La Tabla 19 presenta el resultado del cálculo del coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota del mapa conceptual* y *pregunta 2 de la prueba*.

La segunda pregunta de la prueba, tratada como de solución cuantitativa, es un problema-tipo de cálculo de torque y de las componentes de la fuerza muscular. Por tanto, se podría entender la pregunta 2 como una aplicación de los conceptos incluidos en la pregunta 1, cuyo porcentaje de acierto fue bastante alto (92,7%). Además de que el Rho de Spearman era muy bajo (0,013), no fue estadísticamente significativo al nivel 0,05.

Tabla 19 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota del mapa conceptual* y *pregunta 2 de la prueba*.

			Nota del mapa conceptual	Pregunta 2 de la prueba, CUANTI
Spearman's rho	Nota del mapa conceptual	Correlation Coefficient	1,000	,013
		Sig. (2-tailed)	.	,955
		N	41	22
	Pregunta 2 de la prueba, CUANTI	Correlation Coefficient	,013	1,000
		Sig. (2-tailed)	,955	.
		N	22	23

La ausencia de correlación entre los mapas conceptuales y la solución de un problema-tipo puede tener varias implicaciones. La pregunta 2 del test escrito valía un punto, sin embargo, la media de puntuación en esa cuestión fue de 0,261 punto, con desviación estándar de 0,069. Solamente dos alumnos acertaron toda la pregunta; 8 acertaron parcialmente y los otros 13 intentaron resolverla pero se equivocaron.

En primer lugar, llama la atención el reducido número de alumnos (23 de un total de 41) que intentó resolver el problema. Considerando que las presentaciones de los mapas conceptuales tenían lugar antes del test escrito y que los alumnos conocían sus notas (que representaban mitad de la nota de la unidad de enseñanza) y, admitiendo que pensaban saber responder las otras preguntas de la prueba, rápidamente calculaban cuánto necesitaban para obtener media en la unidad de enseñanza y ni siquiera se daban el trabajo de intentar resolver el problema-tipo. Los alumnos de Educación Física, en su mayoría, no aprecian resolver problemas que supongan procedimientos matemáticos, como, incluso, ya se mostró en los relatos de alumnos en el ítem 6.4.1.3.

Otro hecho que hay que destacar es la insistencia de los alumnos, en víspera de evaluación, en pedir que la profesora no incluyera problemas-tipo en la prueba, pero si eso no fuese posible, que la profesora diese las fórmulas y permitiese el uso de la calculadora. Aunque la profesora atendió los pedidos la solicitud de los alumnos y les dio las fórmulas y permitió que usasen la calculadora, el número de alumnos que intentó resolver el problema-tipo, como ya se dijo, fue bastante reducido.

Se piensa que este dato es compatible con los resultados del primer estudio, es decir, los alumnos tal vez no hayan entendido el significado de las variables o no comprendieron (o no interpretaron) el enunciado. En ese caso, no se llega a pensar en un predominio de dificultades de orden procedimental, ya que de los 41 alumnos que hicieron la evaluación, 18

dejaron la pregunta en blanco. Considerando los demás entrevistados, excepto los 2 que acertaron la pregunta, los otros identificaron cuáles eran las fórmulas que podrían ser usadas, pero no conseguían sustituir correctamente los términos de la ecuación por los datos suministrados en el enunciado.

Por otro lado, si se tiene en cuenta que la primera pregunta de la prueba, que consistía en una pregunta cualitativa sobre los conceptos de fuerza y torque, tuvo un porcentual del 92,7% de acierto, lo cual puede indicar que los alumnos hayan comprendido el significado de esos conceptos, sorprende la diferencia de desempeño en la pregunta 2. En tesis, los alumnos deberían ser capaces de aplicar los conceptos de los que trataba la pregunta 1 en la solución de un problema más cuantitativo, como el problema propuesto en la pregunta 2. El bajo porcentaje de aciertos en la pregunta 2, de solamente 8,7%, refuerza la idea de que tal vez las principales dificultades de los alumnos en la resolución de esa pregunta también hayan sido de orden procedimental y que los mapas conceptuales no hayan auxiliado a sanar o a minimizar esas dificultades específicamente.

No se puede negar que, con base en la revisión de la literatura, se sobrestimó en ese estudio el potencial de los mapas conceptuales, tanto como auxiliares en la resolución de los problemas más cualitativos, como de problemas-tipo. Hay que destacar que el fracaso de los alumnos en la solución de la pregunta 2 de la prueba no fue un hecho aislado ni basado en una única observación. Durante las clases de resolución de problemas, los alumnos también presentaron dificultades, especialmente con relación a los problemas-tipo. Se pensaba que el uso de los mapas conceptuales como estrategia didáctica facilitaría la resolución de problemas-tipo en función de una supuesta conceptualización.

Ya que en el primer estudio se habían identificado dificultades de orden conceptual en la resolución de los problemas-tipo, se esperaba mejorar la conceptualización de los alumnos en función del uso de los mapas conceptuales, pero no fue eso lo que se pudo observar en el análisis de esa pregunta. Lo que se observó con ese grupo sugiere que no parece que sea adecuado utilizar los mapas conceptuales como una panacea. Por otro lado, no se está negando su potencial didáctico – tan solo se está siendo argumentado que el uso de los mapas conceptuales no es solución para todas las dificultades de los alumnos, por lo menos en las tareas de resolución de problemas propuestas en esa investigación, o sea, de los llamados problemas-tipo.

La Tabla 20 presenta el resultado del cálculo del coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota del mapa conceptual* y *pregunta 3 de la prueba*.

Tabla 20 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota del mapa conceptual* y *pregunta 3 de la prueba*.

			Nota del mapa conceptual	Pregunta 3 de la prueba, CUALI
Spearman's rho	Nota del mapa conceptual	Correlation Coefficient	1,000	,222
		Sig. (2-tailed)	.	,174
		N	41	39
	Pregunta 3 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	,222	1,000
		Sig. (2-tailed)	,174	.
		N	39	40

La tercera cuestión de la prueba, tratada como de solución cualitativa, suponía conceptos de cinemática (velocidad vectorial y velocidad escalar o, simplemente, velocidad y rapidez, como comúnmente se utiliza en Biomecánica). Nuevamente, se observó correlación baja (0,222) y no significativa al nivel 0,05 entre las *notas del mapa conceptual* y la *pregunta 3 de la prueba*. De la misma forma que en la pregunta 1, se observa la presencia de esos conceptos en los mapas presentados en la pregunta 5, que podrían ser consultados y utilizados como auxiliares en la resolución de la pregunta 3. Sin embargo, no fue lo que se observó en la mayoría de las respuestas.

La media de puntuación de esa pregunta fue de 0,525 punto, y solamente un alumno dejó la pregunta en blanco. Catorce alumnos acertaron totalmente la pregunta, 14 acertaron parcialmente y 13 se equivocaron totalmente, lo que indica una distribución porcentual bastante equilibrada entre aciertos, aciertos parciales y errores. Aun así, sumando los resultados, se observa una mayor frecuencia de aciertos y de aciertos parciales que de errores.

El equívoco más frecuente en la resolución de esa pregunta fue cometido en el ítem (c), que consistía en señalar una situación en que fuese más adecuado calcular la rapidez en lugar de calcular la velocidad. Para eso, los alumnos deberían conocer la diferencia entre magnitudes vectoriales y escalares. Muchos citaron como ejemplo la prueba de 100m rasos del atletismo, pero esa prueba es disputada en línea recta, por tanto la elección del cálculo es indiferente, ya que la distancia es igual al desplazamiento, luego la rapidez será igual a la velocidad. En los ítems a y b de esa pregunta, la intención era identificar, a partir de las situaciones dadas, si los alumnos habían comprendido conceptos relativos a la cinemática. Es probable que la cultura de memorizar conceptos sin comprenderlos continúe prevaleciendo. Si ése es el caso, nuevamente no sorprende el desempeño de los alumnos.

La Tabla 21 presenta el resultado del cálculo del coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota del mapa conceptual* y *pregunta 4 de la prueba*.

Tabla 21 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota del mapa conceptual* y *pregunta 4 de la prueba*.

			Nota del mapa conceptual	Pregunta 4 de la prueba, CUALI
Spearman's rho	Nota del mapa conceptual	Correlation Coefficient	1,000	-,428(**)
		Sig. (2-tailed)	.	,006
		N	41	40
	Pregunta 4 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	-,428(**)	1,000
		Sig. (2-tailed)	,006	.
		N	40	41

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

La cuarta pregunta de la prueba también presentaba, en su primera parte, diversas situaciones, solicitando que los alumnos, a partir de las mismas, identificasen si se trataba de equilibrio estable, inestable o indiferente. En la segunda parte de esa pregunta, se les pidió a los alumnos que identificasen tres maneras de mejorar el equilibrio, balanceo y estabilidad de los cuerpos. Ese conocimiento es bastante relevante para los profesores de Educación Física, bajo varios aspectos. En primer lugar porque, de acuerdo con Gallahue y Ozmun (2001), la estabilidad es la más básica de las tres categorías de habilidades motoras rudimentarias, ya que todo movimiento voluntario implica un elemento de estabilidad, por tanto, también implicará equilibrio y balanceo. Las habilidades motoras rudimentarias son bloques constructores del desarrollo más extenso de las habilidades motoras fundamentales, en el inicio de la infancia, y de las habilidades motoras especializadas, de la infancia posterior y a lo largo de la vida (op. cit., p. 195). Además, el conocimiento de los conceptos de equilibrio, estabilidad y balanceo son cotidianamente utilizados en el estudio de padrones de movimiento, en la construcción y elección de equipamientos deportivos y en la prevención de lesiones, etc.

Todos los alumnos intentaron resolver esa pregunta y la media de puntuación fue de 0,683 punto. Diecinueve alumnos acertaron totalmente la pregunta, 18 acertaron parcialmente y 4 se equivocaron totalmente, aunque hayan intentado resolverla. Nuevamente, el porcentaje sumado de aciertos y de aciertos parciales (90,2%) superó bastante el porcentaje de error total (9,8%). Entonces, se podría pensar en una explicación para el desempeño de los alumnos en la pregunta 4 semejante a las dadas a las preguntas 1 y 3, si no fuese por el resultado sorprendente de la prueba de correlación de Spearman de -0,428, significativo al nivel 0,01.

Al realizar un análisis de contenido de esa pregunta con el objetivo de buscar una explicación para la correlación negativa encontrada, se tiende a pensar que tal vez los alumnos no tuviesen un modelo mental del patinaje, del lanzamiento de martillo o del salto en altura,

ya que son modalidades que no se ofrecen en el curso de Educación Física en la institución investigada, aunque sean modalidades que aparecen en los medios de comunicación debido a los Juegos Olímpicos o a competencias de otra naturaleza. La principal dificultad de los alumnos se situó principalmente en los ítems (a) a (e). Lo mismo no ocurrió cuando los alumnos tuvieron que señalar medios de mejorar el equilibrio, balanceo y estabilidad de los cuerpos.

Por otro lado, si se analizan los mapas conceptuales de la Figura 28 y que constaban en la pregunta 5, solamente el mapa de la Figura 28a contenía los conceptos de equilibrio, estabilidad y balanceo, así como algunas condiciones para la obtención de los mismos. En los mapas conceptuales contruidos colectivamente y mostrados en las Figuras 28b, c, d y e, esos conceptos no aparecen, y en el mapa de la Figura 28, aparece solamente el concepto de equilibrio. Entonces, hay que suponer que, si los alumnos utilizaron los mapas conceptuales de la pregunta 5 para resolver la pregunta 4, no encontraron informaciones suficientes. Además, analizando las versiones finales de los conjuntos de mapas conceptuales contruidos en pequeños grupos el 2008/2 y 2009/1 y presentados, se observa que los conceptos de equilibrio, estabilidad y balanceo, así como las condiciones para la mejora de los mismos estaban presentes en aproximadamente 64% de los trabajos. Un ejemplo de ese tipo de construcción se puede ver en el mapa conceptual presentado por alumnos del segundo semestre de 2008 (Figura 29).

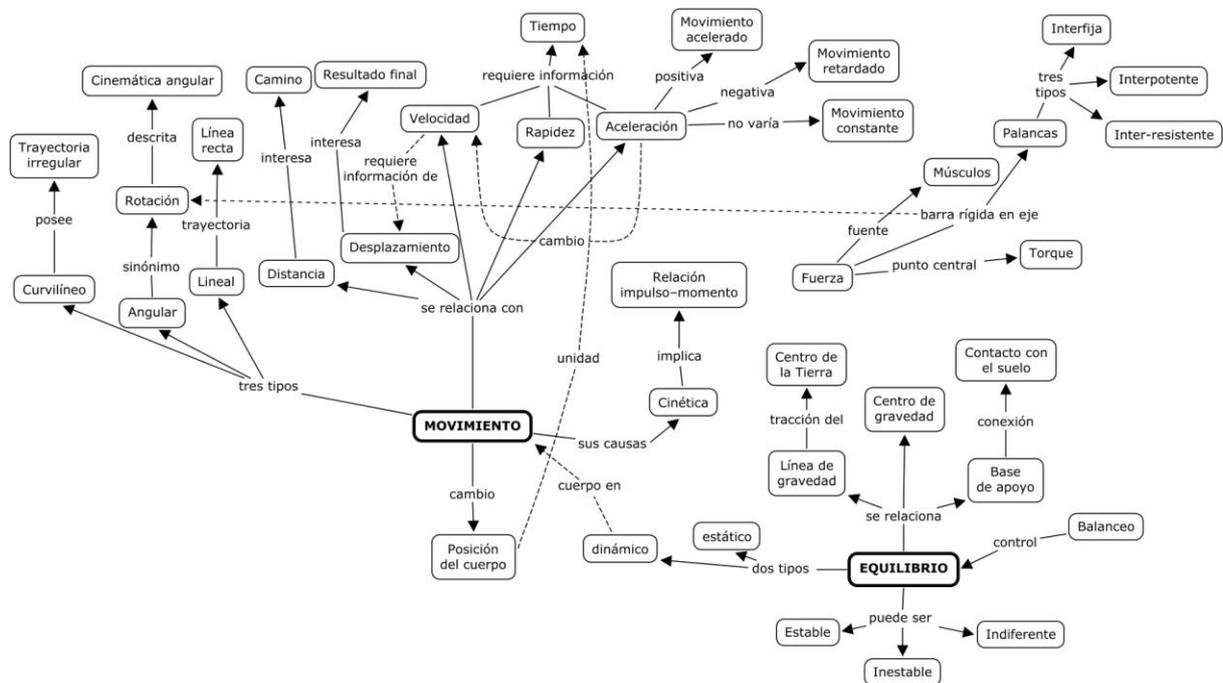


Figura 29 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2008/2 que contempló los conceptos de equilibrio, balanceo y estabilidad.

En 15% de los mapas se incluyeron los conceptos de equilibrio y balanceo solamente; en 21% de los mapas no se incluyeron ninguno de esos conceptos, como se observa en el ejemplo de la Figura 30. Además, también hay que destacar que ningún grupo incluyó explícitamente ejemplos de los tipos de equilibrio, y algunos grupos se limitaron a citarlos sólo oralmente.

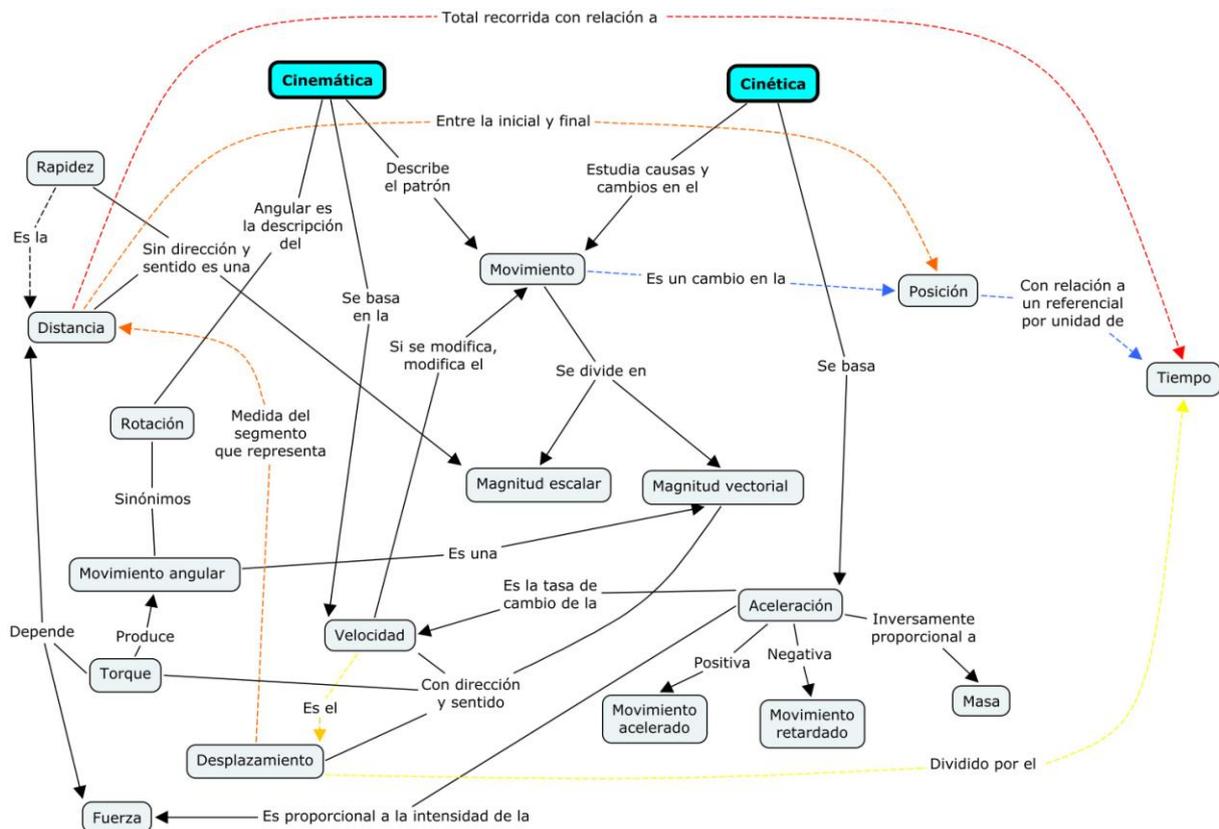


Figura 30 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2009/1, de la clase diurna, en la que no se contemplaron los conceptos de equilibrio, balanceo y estabilidad.

El análisis de los mapas conceptuales construidos en pequeños grupos puede suministrar algunas posibles explicaciones para la correlación negativa encontrada. En primer lugar, se verificó la presencia de los conceptos relativos al equilibrio, balanceo y estabilidad, así como sus condiciones en más de la mitad de los trabajos presentados. Por otro lado, la total ausencia de ejemplos sobre los tipos de equilibrio en los mapas conceptuales puede ser una posible explicación para que se haya encontrado una correlación negativa. Ya que esa parte del contenido no fue abordada en los mapas conceptuales, es probable que los alumnos no hayan captado su significado. De cualquier modo, no fue posible saber por qué los alumnos no abordaron ese tema.

La Tabla 22 presenta el resultado del cálculo del coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota del mapa conceptual* y *pregunta 5 de la prueba*.

Tabla 22 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota del mapa conceptual* y *pregunta 5 de la prueba*.

			Nota del mapa conceptual	Pregunta 5 de la prueba, MC
Spearman's rho	Nota del mapa conceptual	Correlation Coefficient	1,000	,187
		Sig. (2-tailed)	.	,248
		N	41	40
	Pregunta 5 de la prueba, MC	Correlation Coefficient	,187	1,000
		Sig. (2-tailed)	,248	.
		N	40	41

Todos los alumnos respondieron esa pregunta. 70,7% (29 alumnos) explicaron correctamente el mapa conceptual y 29,3% (12 alumnos) presentaron explicaciones parcialmente correctas para los mismos mapas. Era de esperar una correlación alta y positiva entre las variables *nota del mapa conceptual* y *pregunta 5* de la prueba, ya que ambas implicaban, en alguna medida, la interpretación de las relaciones entre los conceptos. Sin embargo, lo que se observó y se muestra en la Tabla 22, fue una correlación baja (0,187) y no significativa al nivel 0,05. Por otro lado, eso corrobora los resultados encontrados por Moreira y Sperling (2009, p. 99), quienes sostienen que, así como el alumno puede reproducir mecánicamente resoluciones de situaciones-problema semejantes, lo mismo se puede observar con relación a una supuesta conceptualización, es decir, el alumno hace uso de los conceptos y teoremas sin que tengan, necesariamente, significado para ellos.

A partir de los resultados hasta entonces interpretados, se procuró profundizar el análisis verificando si cada criterio de evaluación de los mapas conceptuales tendría correlación con la nota de la prueba, lo que se presentará a continuación.

6.5.3.3 Nota de la prueba x criterios de los mapas conceptuales

De la misma forma que en el ítem 6.5.3.2, se procedió a un test de normalidad de Kolmogorov-Sminov, conforme la Tabla 23.

Ninguna de las variables presentó distribución normal, luego, se aplicó el test no paramétrico Rho de Spearman para verificar la existencia de correlación entre la nota de la prueba y cada uno de los criterios de evaluación de los mapas conceptuales: *estructura* (Tabla

24); *proposiciones* (Tabla 26); *jerarquía* (Tabla 28); *enlaces cruzados* (Tabla 30); *ejemplos* (Tabla 32) y *presentación* (Tabla 34).

Tabla 23 – Resultado del test K-S para las variables *estructura del mapa conceptual*, *proposiciones del mapa conceptual*, *jerarquía del mapa conceptual*, *enlaces cruzados del mapa conceptual*, *ejemplos del mapa conceptual* y *presentación del mapa conceptual*.

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Estructura del mapa conceptual	,342	40	,000	,731	40	,000
Proposiciones del mapa conceptual	,313	40	,000	,665	40	,000
Jerarquía del mapa conceptual	,494	40	,000	,469	40	,000
Enlaces cruzados del mapa conceptual	,471	40	,000	,509	40	,000
Ejemplos del mapa conceptual	,535	40	,000	,226	40	,000
Presentación del mapa conceptual	,529	40	,000	,292	40	,000

a Lilliefors Significance Correction

Tabla 24 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota de la prueba* y *estructura del mapa conceptual construido en pequeños grupos*.

			Nota de la Prueba	Estructura del mapa conceptual
Spearman's rho	Nota de la Prueba	Correlation Coefficient	1,000	-,091
		Sig. (2-tailed)	.	,582
		N	40	39
	Estructura del mapa conceptual	Correlation Coefficient	-,091	1,000
		Sig. (2-tailed)	,582	.
		N	39	40

Conforme la Tabla 24, la correlación entre las variables *nota de la prueba* y *estructura del mapa conceptual* fue negativa, muy baja (-0,091) y no significativa al nivel 0,05.

Al evaluar el criterio *estructura* en los mapas conceptuales, se tuvo en cuenta si las cajas contenían solamente conceptos, si los conceptos estaban relacionados a otros conceptos, si las líneas poseían palabras de enlace y si los conceptos se repetían. La puntuación máxima obtenida en ese criterio sumaba 2 puntos. En las versiones finales de los mapas conceptuales presentados, se observó puntuación máxima en 57,5% de los casos (se puede ver un ejemplo en la Figura 31), puntuación entre 1,7 y 1,2 en 42,5% de los casos, puntuación de 1 punto en 20% de los casos y, finalmente, hubo solamente un caso en que la puntuación fue cero debido

a diversos problemas de estructura (caso ilustrado en la Figura 32, que se explicará a continuación).

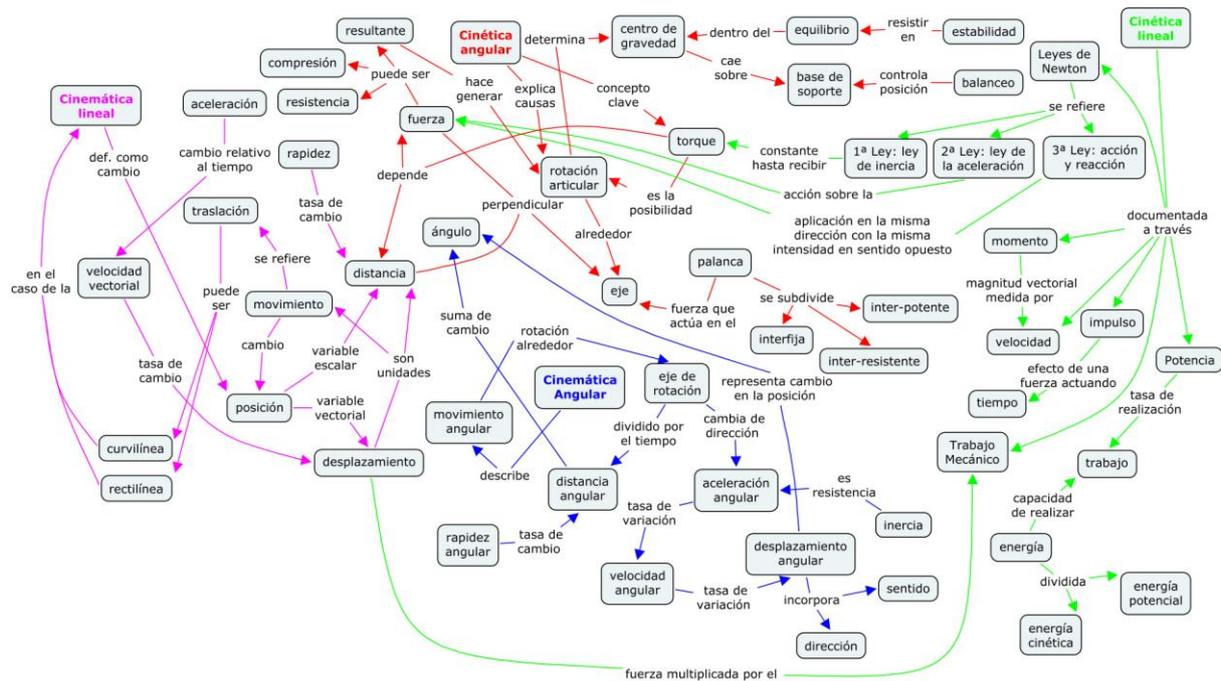


Figura 31 – Ejemplo de mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2009/1 con puntuación máxima en el criterio *estructura*.

Se notan claras diferencias entre las producciones de los alumnos presentadas en las Figuras 31 y 32. La Figura 31 es un ejemplo de mapa conceptual en el que aparecen los conceptos y leyes que son fundamentales para el entender el contenido en discusión. Todas las cajas contienen conceptos y están interrelacionadas y, en cada línea, hay una palabra o pequeña frase de enlace. Se percibe, también, un intento de organizar el contenido a través del cambio de colores en las líneas que conectan los conceptos. Sin embargo, en la Figura 32, ya antes de la presentación, era posible percibir algunos equívocos en la estructura: el esquema de colores no parece tener un significado claro (ni desde el punto de vista de la jerarquía, ni de la organización del contenido). Hay enlaces dobles entre pares de conceptos, es decir, en lugar de una línea, hay dos conectando un mismo par de conceptos, como se ve en el caso de las cajas *dirección* y *articulación*. Además, hay varios óvalos en los que el contenido no se configura como conceptos, como es el caso de las cajas que contienen medidas angulares (30° , 90° , 180°), unidades de medida (rad/s^2 , Newtons x metros), etc.

También se procuró verificar si había correlación entre la *estructura de los mapas conceptuales* construidos en pequeños grupos con cada pregunta de la prueba separadamente. Los resultados de los cálculos del Rho de Spearman para cada conjunto de variables constan en la Tabla 25.

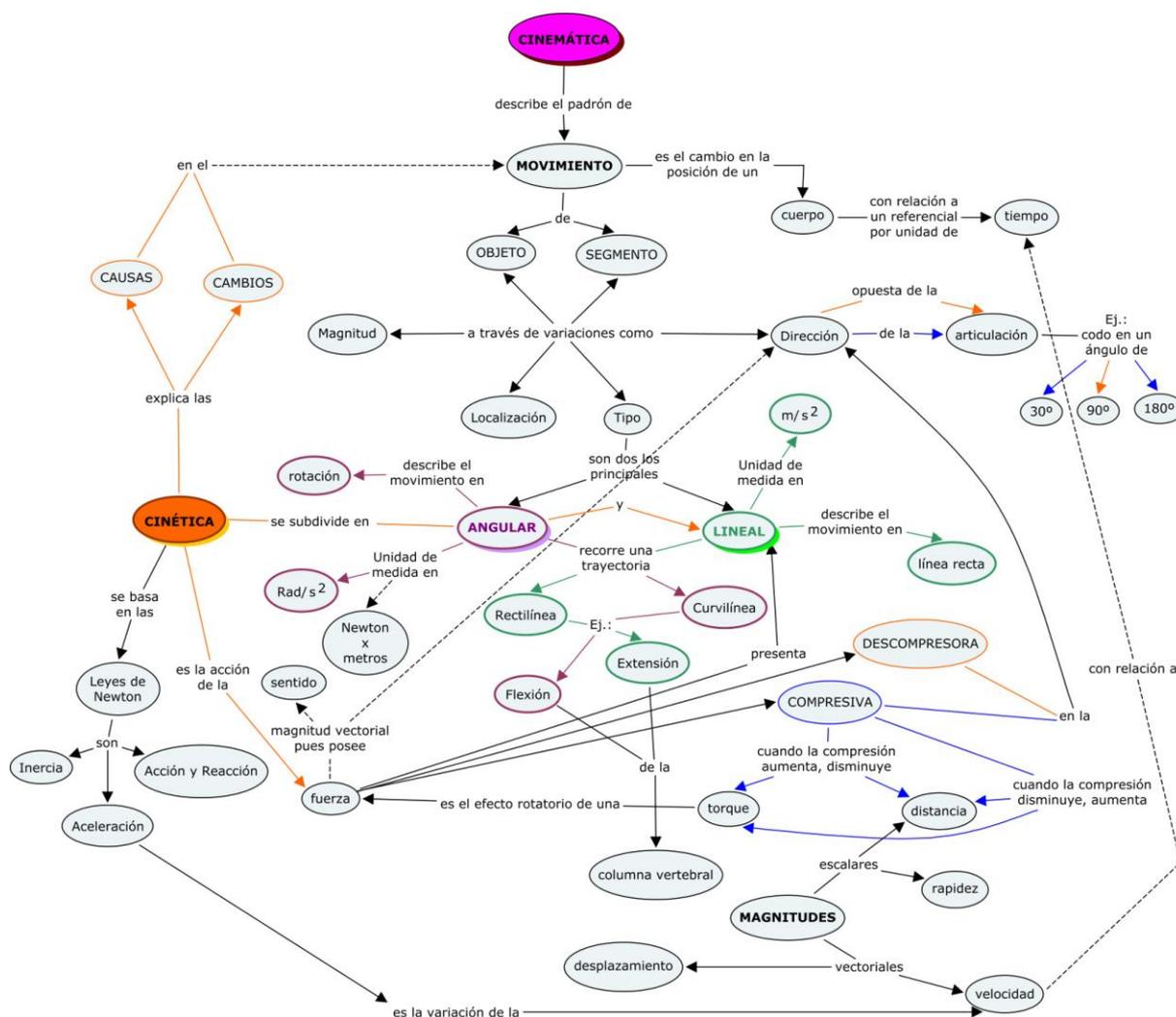


Figura 32 – Ejemplo de mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2009/1 con problemas en el criterio *estructura*.

Curiosamente, se encontraron correlaciones entre la *pregunta 1* y *4*, aunque bajas, con relación al criterio *estructura del mapa conceptual*, cuyos valores fueron 0,377 y -0,140, respectivamente, muy próximos a los valores encontrados para las correlaciones entre las mismas preguntas y la *nota del mapa conceptual*, incluso en los mismos niveles de significancia. Las demás preguntas no obtuvieron correlaciones significativas con el criterio *estructura del mapa conceptual construido en pequeños grupos*. Se estima que las razones que explican las correlaciones entre las *preguntas 1* y *4* y la ausencia de correlación entre las *preguntas 2, 3* y *5* sean las mismas que explican las correlaciones (o sus ausencias) entre las mismas preguntas y la variable *nota del mapa conceptual* como un todo.

Tabla 25 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *pregunta 1, 2, 3, 4 y 5 de la prueba y estructura del mapa conceptual*.

			Pregunta 1 de la prueba, CUALI	Estructura del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 1 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	,377(*)
		Sig. (2-tailed)	.	,017
		N	41	40
	Estructura del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,377(*)	1,000
		Sig. (2-tailed)	,017	.
		N	40	40
			Pregunta 2 de la prueba, CUANTI	Estructura del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 2 de la prueba, CUANTI	Correlation Coefficient	1,000	-,140
		Sig. (2-tailed)	.	,534
		N	23	22
	Estructura del mapa conceptual	Correlation Coefficient	-,140	1,000
		Sig. (2-tailed)	,534	.
		N	22	40
			Pregunta 3 del examen, CUALI	Estructura del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 3 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	,098
		Sig. (2-tailed)	.	,553
		N	40	39
	Estructura del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,098	1,000
		Sig. (2-tailed)	,553	.
		N	39	40
			Pregunta 4 de la prueba, CUALI	Estructura del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 4 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	-,444(**)
		Sig. (2-tailed)	.	,004
		N	41	40
	Estructura del mapa conceptual	Correlation Coefficient	-,444(**)	1,000
		Sig. (2-tailed)	,004	.
		N	40	40
			Pregunta 5 de la prueba, MC	Estructura del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 5 de la prueba, MC	Correlation Coefficient	1,000	-,008
		Sig. (2-tailed)	.	,960
		N	41	40
	Estructura del mapa conceptual	Correlation Coefficient	-,008	1,000
		Sig. (2-tailed)	,960	.
		N	40	40

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Después de un minucioso análisis de los conjuntos de mapas conceptuales, se percibió que habría sido interesante incluir en la variable *estructura* más un criterio de evaluación que consistiría en verificar si los principales conceptos de la unidad de enseñanza estaban presentes en el mapa conceptual. Al comparar las Figuras 31 y 32, se observa, por ejemplo, que los conceptos referentes al equilibrio, balanceo y estabilidad están ausentes en la Figura 32. La inobservancia de la presencia de algunos conceptos importantes puede explicar, por ejemplo, el desempeño de los alumnos en la *pregunta 5* de la prueba. Lo que se priorizó en este estudio fue lo que estaba presente en el mapa y lo que se sugiere es, además de evaluar lo que está expuesto, verificar atentamente si no quedaron lagunas de contenido en las producciones de los alumnos. No se está diciendo que nunca hubo sugerencias de conceptos, incluso porque, como los mapas conceptuales fueron evaluados en una perspectiva de recursividad, evidentemente, durante las discusiones, se sugirió la inclusión o retirada de algunos conceptos. Sin embargo, no todos los grupos se valieron de la recursividad y optaron por presentar una única versión del mapa conceptual construido por el grupo, el día de la evaluación previsto en el calendario académico, en ese caso, no hubo una discusión previa, y supuestamente se perdieron valiosas oportunidades de negociación de significados. Además, algunos alumnos, además de renunciar a la recursividad, salían de la clase cuando los colegas iban a hacer sus presentaciones, que también podrían contribuir con subsidios interesantes para reflexionar sobre sus propios mapas y para mejorar la conceptualización.

La literatura testifica la dificultad, manifestada por los alumnos, para escoger qué conceptos deben ser incluidos en los mapas conceptuales (Fonseca, Extremina y Fonseca, 2004; Ramírez, 2004; Daley, 2004b y Rábago, Aguirre y Álvarez, 2006), lo cual refuerza la necesidad de una mediación del profesor en el sentido de ayudar los alumnos en ese proceso, pudiendo desencadenar la pretendida mejora en la conceptualización y, por consiguiente, en el aprendizaje significativo de la unidad de enseñanza en cuestión. Por otro lado, eso sólo será posible cuando los alumnos tengan predisposición para aprender asumiendo su responsabilidad con relación al proceso de aprendizaje.

La Tabla 26 presenta el resultado del cálculo del coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota de la prueba* y *proposiciones del mapa conceptual*.

No se encontró correlación significativa entre las variables *nota de la prueba* y *proposiciones del mapa conceptual*. En el criterio *proposiciones del mapa conceptual* se verificaba si las proposiciones explicitaban correctamente las relaciones entre los conceptos o si eran sólo triviales. La puntuación máxima obtenida en ese criterio sumaba 2 puntos.

Tabla 26 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota de la prueba* y *proposiciones del mapa conceptual*.

			Nota de la Prueba	Proposiciones del mapa conceptual
Spearman's rho	Nota de la Prueba	Correlation Coefficient	1,000	,090
		Sig. (2-tailed)	.	,587
		N	40	39
	Proposiciones del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,090	1,000
		Sig. (2-tailed)	,587	.
		N	39	41

Se verificó que 56% de las versiones finales de los mapas conceptuales presentados obtuvieron puntuación máxima, y el 43,9% restante obtuvo puntuaciones entre 1,9 y 1,0. Ningún mapa conceptual obtuvo puntuación inferior a 1. La Figura 33 es representativa de un mapa conceptual con puntuación máxima en el criterio *proposiciones*, y la Figura 34, de un mapa conceptual con algunos problemas en el mismo criterio.

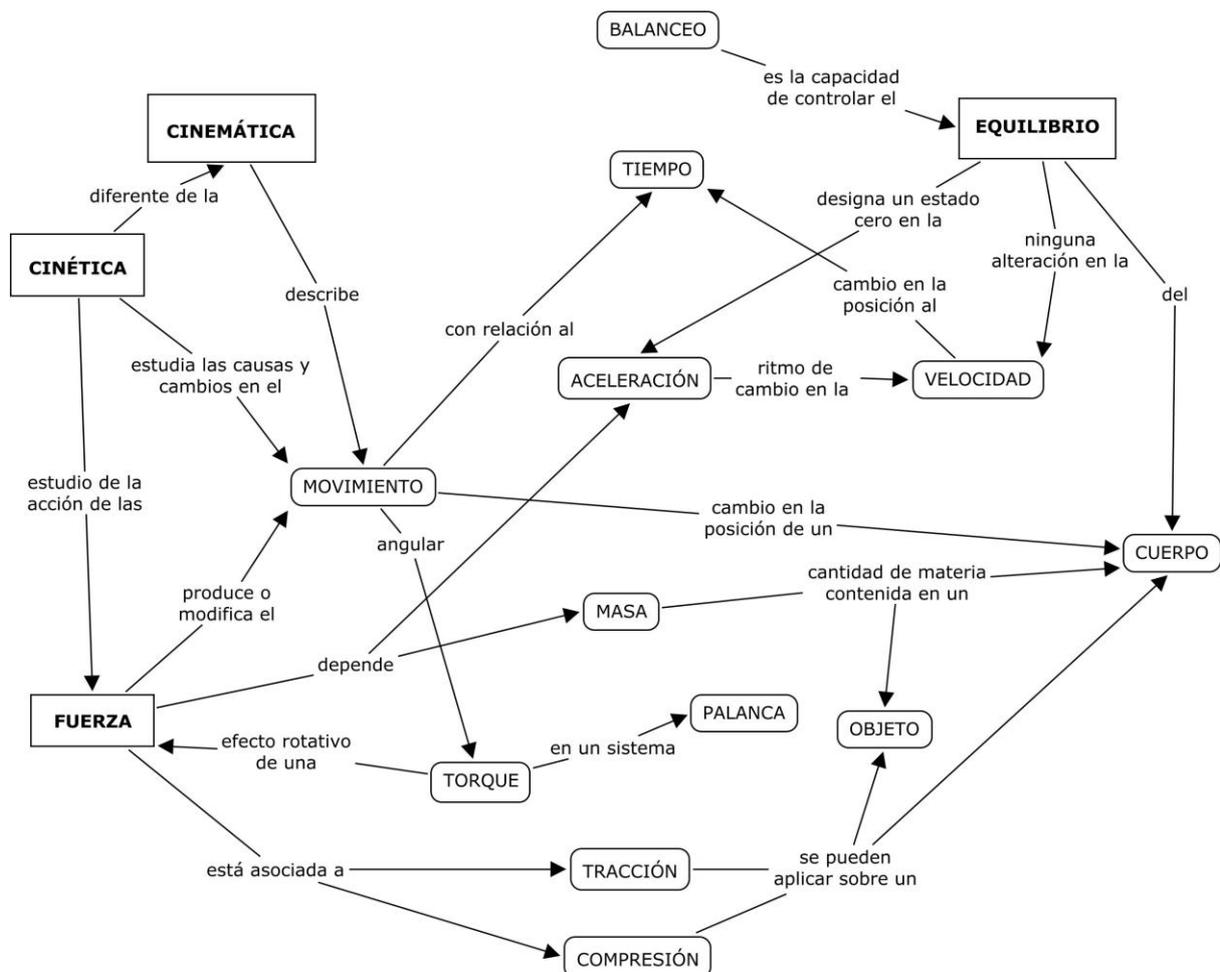


Figura 33 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2008/2 con puntuación máxima en el criterio *proposiciones*.

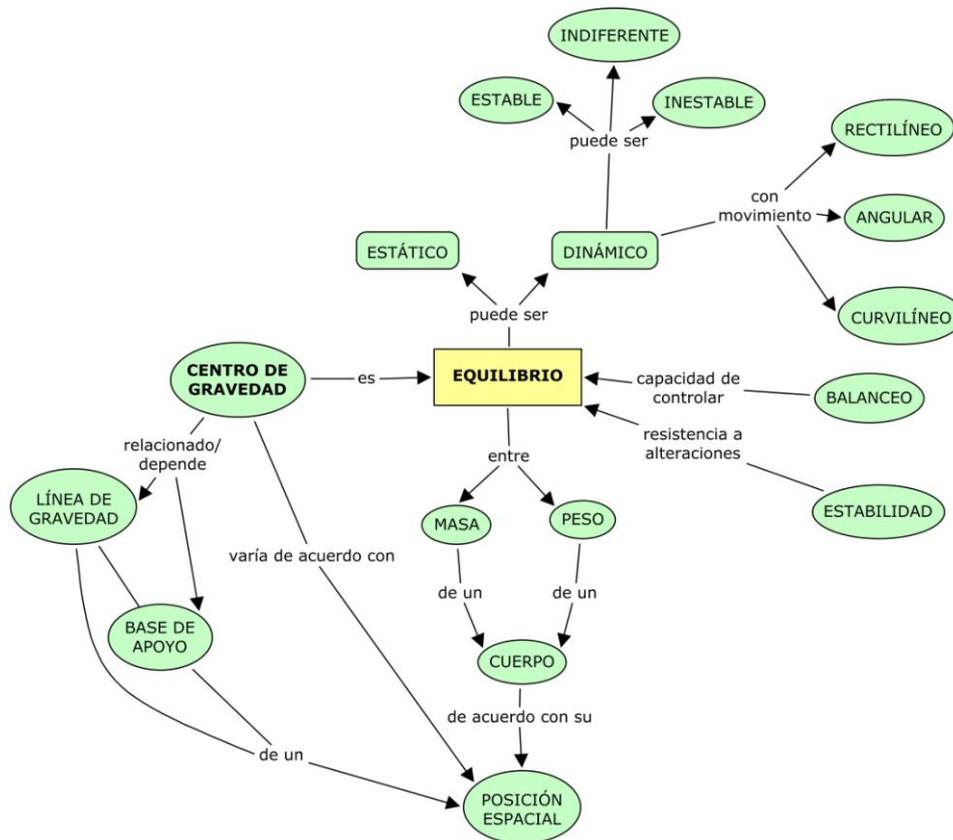


Figura 34 – Ejemplo de mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2008/2 con problemas en el criterio *proposiciones*.

Se observó en la Figura 33 que la gran mayoría de las palabras de enlace expresa correctamente la relación entre los conceptos, es decir, sin presentar el mapa conceptual ya se puede comprender, por lo menos de modo general, la estructura proposicional presentada. Por otro lado, en la Figura 34, las palabras de enlace son mucho más simples (por ejemplo: *puede ser; es; entre; de un*) y no siempre expresan claramente la relación entre los conceptos. Sin embargo, hay que recordar que la presentación de los mapas conceptuales es fundamental, sobre todo con relación a dos aspectos: primero, para intentar identificar cómo está organizada la estructura cognitiva de quien lo construyó; segundo, por la negociación de los significados. Aunque las palabras de enlace de la Figura 33 parezcan cualitativamente superiores a las de la Figura 34, eso no significa que no haya lagunas en la construcción de proposiciones por parte de quien construyó los mapas. Algunos alumnos incluso manifiestan que prefieren poner menos informaciones en el diagrama y explotar mejor las relaciones durante la presentación, lo que refuerza la necesidad y, quién sabe, incluso, la obligatoriedad de la presentación de los mapas conceptuales, so pena de no captar informaciones importantes o subestimar la comprensión de los alumnos. Esa postura es bastante compatible con la Teoría de la Mediación de Vygotsky, que señala que los procesos mentales superiores se basan

justamente en la mediación entre instrumentos y signos (de los cuales forman parte el lenguaje y el habla). Moreira (1999b) destaca que para Vygotsky, el habla es extremadamente importante para el desarrollo cognitivo en la medida en que permite compartir significados socialmente. Ese compartir significados, en el contexto de la interacción social, también, contribuirá con el aprendizaje, siempre que tenga lugar en la llamada zona de desarrollo proximal (que es definida como la distancia entre el desarrollo real y el desarrollo potencial del individuo).

Pozo (1994), sin embargo, pondera que aunque parezca fácil promover la mediación del desarrollo específico, la determinación del desarrollo potencial está sujeta a cierta circularidad. Explica que si el sujeto aprovecha los mediadores externamente proporcionados, se puede fijar su nivel potencial, pero si no los aprovecha, es difícil establecer si esto se debe al hecho de que el sujeto carece de potencialidades en ese aspecto o, simplemente, a que los mediadores utilizados no son adecuados.

De la misma forma que con el criterio anterior, se procuró verificar si el criterio *proposiciones* se correlacionó con alguna pregunta separada de la prueba, como muestra la Tabla 27.

Es posible verificar correlaciones significativas (aun siendo bajas) entre el criterio *proposiciones* y las *preguntas 1* (0,439, al nivel 0,01) y *5* (0,370 al nivel 0,05). Se esperaba que el criterio *proposiciones* presentase correlación con la *pregunta 5*, ya que esa pregunta consistía en explicar el mapa conceptual construido colectivamente en clase. Por tanto, se estima que, si las proposiciones son cualitativamente mejores, es más fácil la interpretación de un mapa conceptual. No se observaron correlaciones entre el criterio *proposiciones* y las *preguntas 2, 3 y 4*.

La construcción de buenas proposiciones es, sin sombra de duda, el criterio que suscita más queja de dificultad por parte de los alumnos, como ya destacaron Derbentseva y Safayeni (2008), Ramírez (2004), Rábago, Aguirre y Álvarez (2006), Soares y Valadares (2006) y Nunes y Del Pino (2008). Volviendo a la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud y a la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, se debe ponderar que el dominio de un campo conceptual es lento y progresivo, lleno de rupturas y continuidades y que parte de ese proceso depende de los materiales didácticos.

Un punto que quedó de manifiesto a través de la observación del cotidiano de la asignatura es que los alumnos se limitan predominantemente a las diapositivas presentadas en las clases teóricas y, lamentablemente, la mayoría de las veces, a las que contienen solamente estructuras de tópicos, dando menor importancia a los textos de apoyo.

Tabla 27 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *pregunta 1, 2, 3, 4 y 5 de la prueba y proposiciones del mapa conceptual*.

			Pregunta 1 de la prueba, CUALI	Proposiciones del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 1 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	,439(**)
		Sig. (2-tailed)	.	,005
		N	41	40
	Proposiciones del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,439(**)	1,000
		Sig. (2-tailed)	,005	.
		N	40	41
			Pregunta 2 de la prueba, CUANTI	Proposiciones del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 2 de la prueba, CUANTI	Correlation Coefficient	1,000	,060
		Sig. (2-tailed)	.	,790
		N	23	22
	Proposiciones del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,060	1,000
		Sig. (2-tailed)	,790	.
		N	22	41
			Pregunta 3 de la prueba, CUALI	Proposiciones del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 3 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	,095
		Sig. (2-tailed)	.	,565
		N	40	39
	Proposiciones del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,095	1,000
		Sig. (2-tailed)	,565	.
		N	39	41
			Pregunta 4 de la prueba, QUALI	Proposiciones del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 4 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	-,219
		Sig. (2-tailed)	.	,174
		N	41	40
	Proposiciones del mapa conceptual	Correlation Coefficient	-,219	1,000
		Sig. (2-tailed)	,174	.
		N	40	41
			Pregunta 5 de la prueba, MC	Proposiciones del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 5 de la prueba, MC	Correlation Coefficient	1,000	,370(*)
		Sig. (2-tailed)	.	,019
		N	41	40
	Proposiciones del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,370(*)	1,000
		Sig. (2-tailed)	,019	.
		N	40	41

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Las consultas a los libros de texto fueron raras. Ya que los alumnos demostraron que no profundizaron en términos de lectura de textos científicos, la suma de los factores apuntados puede justificar la razón de las dificultades presentadas con relación a encontrar buenas palabras de enlace que realmente expliquen las relaciones entre los conceptos.

El próximo criterio evaluado fue la *jerarquía del mapa conceptual*. La Tabla 28 presenta el resultado del cálculo del coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota de la prueba* y *jerarquía del mapa conceptual*.

Tabla 28 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota de la prueba* y *jerarquía del mapa conceptual*.

			Nota de la prueba	Jerarquía del mapa conceptual
Spearman's rho	Nota de la prueba	Correlation Coefficient	1,000	-,016
		Sig. (2-tailed)	.	,925
		N	40	39
	Jerarquía del mapa conceptual	Correlation Coefficient	-,016	1,000
		Sig. (2-tailed)	,925	.
		N	39	41

No se encontró correlación significativa entre las dos variables. En el criterio *jerarquía*, se observó básicamente si era posible percibir cuáles eran los conceptos más generales e inclusivos y cuáles eran más específicos. La puntuación máxima atribuida a ese criterio fue 1 punto, observada en 81% de los mapas, seguida de 0,5 punto en 4,8% de los mapas y ningún punto en 11,9% de los mapas. Las Figuras 35 y 36 ilustran, respectivamente, un mapa conceptual donde se observa claramente la jerarquía y otro donde no se diferencian los conceptos más generales de los más específicos.

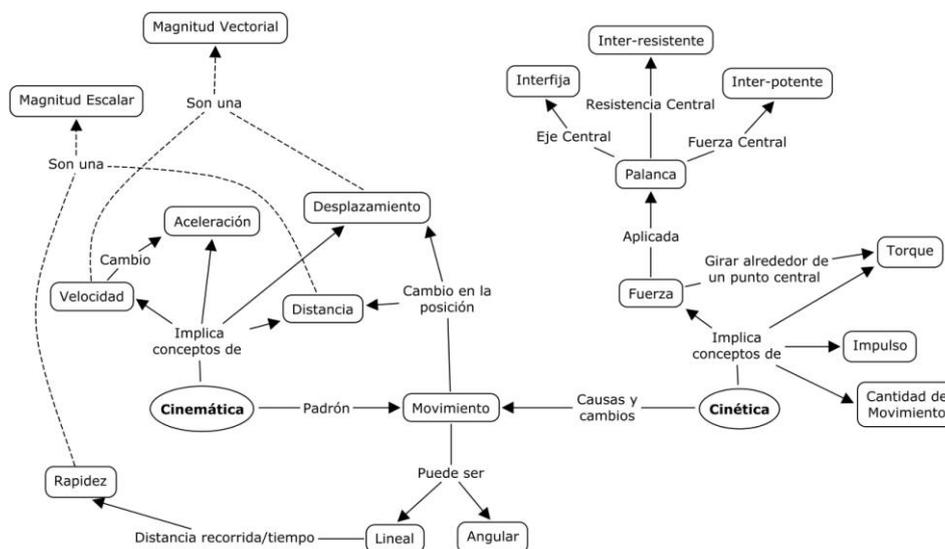


Figura 35 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2008/2 con puntuación máxima en el criterio *jerarquía*.

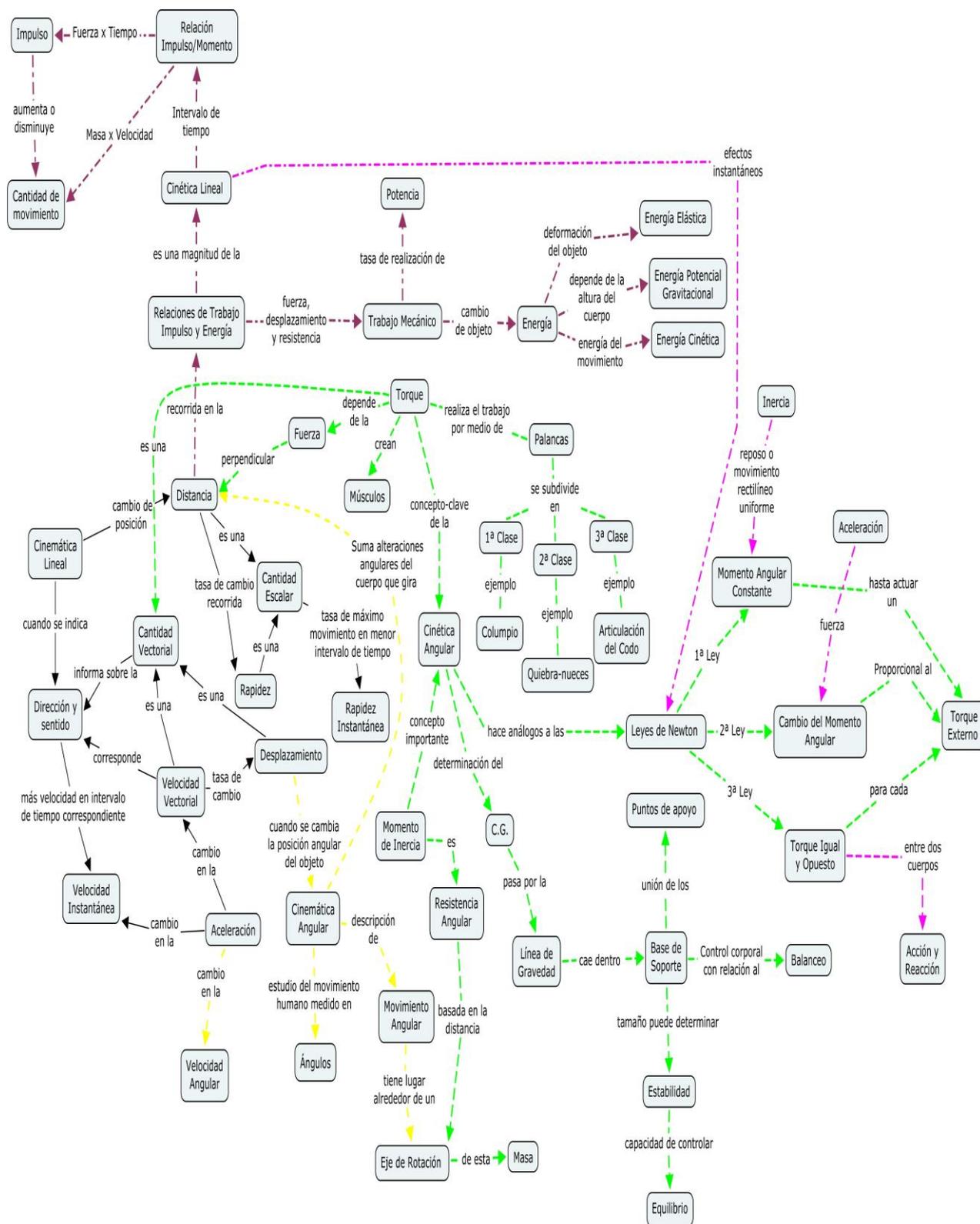


Figura 36 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2009/1 donde no se identifica jerarquía.

En la Figura 35 se observa que los conceptos más generales son *cinética* y *cinemática*, destacados en negrito y rodeados por una elipsis, mientras que los demás conceptos están escritos sin negrito y rodeados por rectángulos. Los autores del mapa conceptual optaron por no usar colores diferentes para demarcar la jerarquía, lo cual tampoco fue necesario. Por otro lado, los autores del mapa conceptual de la Figura 36 utilizaron los colores rosa, verde, naranja y negro en las líneas que conectan los conceptos, pero eso no fue suficiente para explicitar la jerarquía. Ninguna de las cajas que contienen conceptos tiene ningún tipo de realce que pueda indicar la diferenciación progresiva entre los conceptos, lo que fue corroborado en la presentación.

Hay que destacar que, además del tipo de jerarquía en forma de pirámide propuesta por Novak y Gowin (1984), se aceptaban otros tipos de jerarquía, como por ejemplo, la jerarquía cíclica propuesta por Derbentseva, Safayeni y Cañas (2004, 2007) y por Åhlberg (2004b), siempre que se pudiese percibir la diferenciación progresiva entre los conceptos.

Se intentó verificar la existencia de correlación entre el criterio *jerarquía* y cada pregunta de la prueba individualmente (Tabla 29).

Se observa una única correlación significativa entre el criterio *jerarquía* y la *pregunta 4 de la prueba*, siendo negativa y débil (-0,343). Nuevamente hay que recordar que los conceptos de equilibrio, balanceo y estabilidad, así como sus respectivos ejemplos fueron poco explotados, lo cual puede justificar el significado de la correlación negativa.

El criterio *jerarquía* tiene mucho que ver con la capacidad de realizar una diferenciación progresiva de los conceptos que componen el campo conceptual en estudio, sin embargo, no repercutió en correlación ni con la nota de la prueba como un todo, ni con las demás preguntas al ser evaluadas individualmente. Ruiz-Primo, Schultz y Shavelson (1997) mantienen que la imposición de una estructura jerárquica no actúa recíprocamente con la estructura del dominio del contenido mapeado. Para Engel y Ebron (2004), los mapas conceptuales producidos en clase no necesariamente tuvieron, en el caso de su investigación, una estructura jerárquica, pero fueron coherentes con la Teoría del Aprendizaje Significativo, en la que el aprendizaje tiene lugar por asimilación de nuevos conceptos y proposiciones en la estructura cognitiva existente, lo que, de cierto modo, parece haber ocurrido con el grupo de alumnos que construyó el mapa conceptual de la Figura 36.

Tabla 29 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *pregunta 1, 2, 3, 4 y 5 de la prueba y jerarquía del mapa conceptual*.

			Pregunta 1 de la prueba, CUALI	Jerarquía del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 1 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	,131
		Sig. (2-tailed)	.	,422
		N	41	40
	Jerarquía del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,131	1,000
		Sig. (2-tailed)	,422	.
		N	40	41
			Pregunta 2 de la prueba, CUANTI	Jerarquía del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 2 de la prueba, CUANTI	Correlation Coefficient	1,000	,189
		Sig. (2-tailed)	.	,400
		N	23	22
	Jerarquía del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,189	1,000
		Sig. (2-tailed)	,400	.
		N	22	41
			Pregunta 3 de la prueba, CUALI	Jerarquía del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 3 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	,105
		Sig. (2-tailed)	.	,525
		N	40	39
	Jerarquía del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,105	1,000
		Sig. (2-tailed)	,525	.
		N	39	41
			Pregunta 4 de la prueba, CUALI	Jerarquía del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 4 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	-,343(*)
		Sig. (2-tailed)	.	,030
		N	41	40
	Jerarquía del mapa conceptual	Correlation Coefficient	-,343(*)	1,000
		Sig. (2-tailed)	,030	.
		N	40	41
			Pregunta 5 de la prueba, MC	Jerarquía del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 5 de la prueba, MC	Correlation Coefficient	1,000	,026
		Sig. (2-tailed)	.	,875
		N	41	40
	Jerarquía del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,026	1,000
		Sig. (2-tailed)	,875	.
		N	40	41

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Aún, con relación al criterio *jerarquía*, Tamayo (2006a) defiende que un dibujo de mapa conceptual horizontal (que es una adaptación del mapa tradicional propuesto por Novak y Gowin, cuya jerarquía es representada verticalmente) puede dificultar el establecimiento de enlaces cruzados, sobre todo cuando se originan de diferentes niveles jerárquicos. Los enlaces cruzados integran el próximo criterio analizado (Tabla 30).

Tabla 30 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota de la prueba* y *enlaces cruzados del mapa conceptual*.

			Nota de la Prueba	Enlaces cruzados del mapa conceptual
Spearman's rho	Nota de la Prueba	Correlation Coefficient	1,000	-,048
		Sig. (2-tailed)	.	,771
		N	40	39
Enlaces cruzados del mapa conceptual	Enlaces cruzados del mapa conceptual	Correlation Coefficient	-,048	1,000
		Sig. (2-tailed)	,771	.
		N	39	41

No hubo correlación significativa entre los criterios *enlaces cruzados en el mapa conceptual* y *nota de la prueba*. En cuanto al criterio *enlaces cruzados*, al corregir los mapas conceptuales, se tuvo en cuenta si había enlaces entre diferentes niveles de jerarquía y si los mismos eran válidos. La puntuación máxima en ese criterio era de 1 punto, observada en 78,6% de los mapas. En 14,6% de los mapas, la puntuación obtenida se quedó entre 0,7 y 0,2 punto y, en 4,9% de los mapas, no se observó ningún enlace cruzado. La Figura 37 presenta un mapa conceptual en el que los enlaces cruzados fueron bastantes explotados y la Figura 38 presenta un mapa conceptual donde no se observó ningún enlace de ese tipo.

Para evaluar el criterio *enlaces cruzados*, en primer lugar se debe observar si el mapa conceptual presenta jerarquía bien definida, ya que la idea de hacer enlaces cruzados contempla el principio de la reconciliación integradora de la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. En una primera instancia, se observa, a través de la jerarquía, si el alumno es capaz de hacer la diferenciación progresiva de los conceptos y, entonces, a través del establecimiento de enlaces cruzados, hacer la reconciliación integradora de los conceptos del mapa. En el caso de las Figuras 37 y 38, ambas presentan jerarquía, sin embargo sólo se observan enlaces cruzados en la primera. El grupo de alumnos que construyó el mapa conceptual de la Figura 38 optó por una estructura en forma de pirámide, mientras que el grupo que construyó el mapa conceptual de la Figura 37 utilizó una estructura más cíclica.

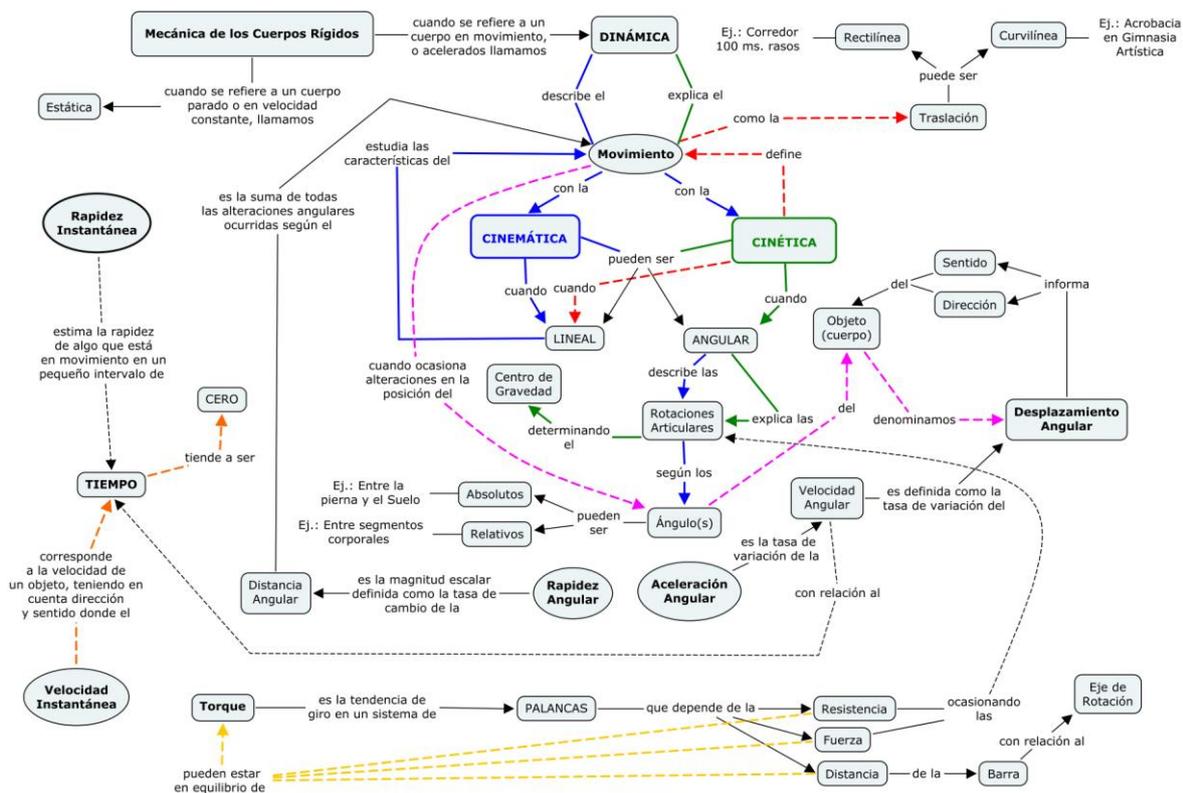


Figura 37 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2009/1 donde se observaron enlaces cruzados.

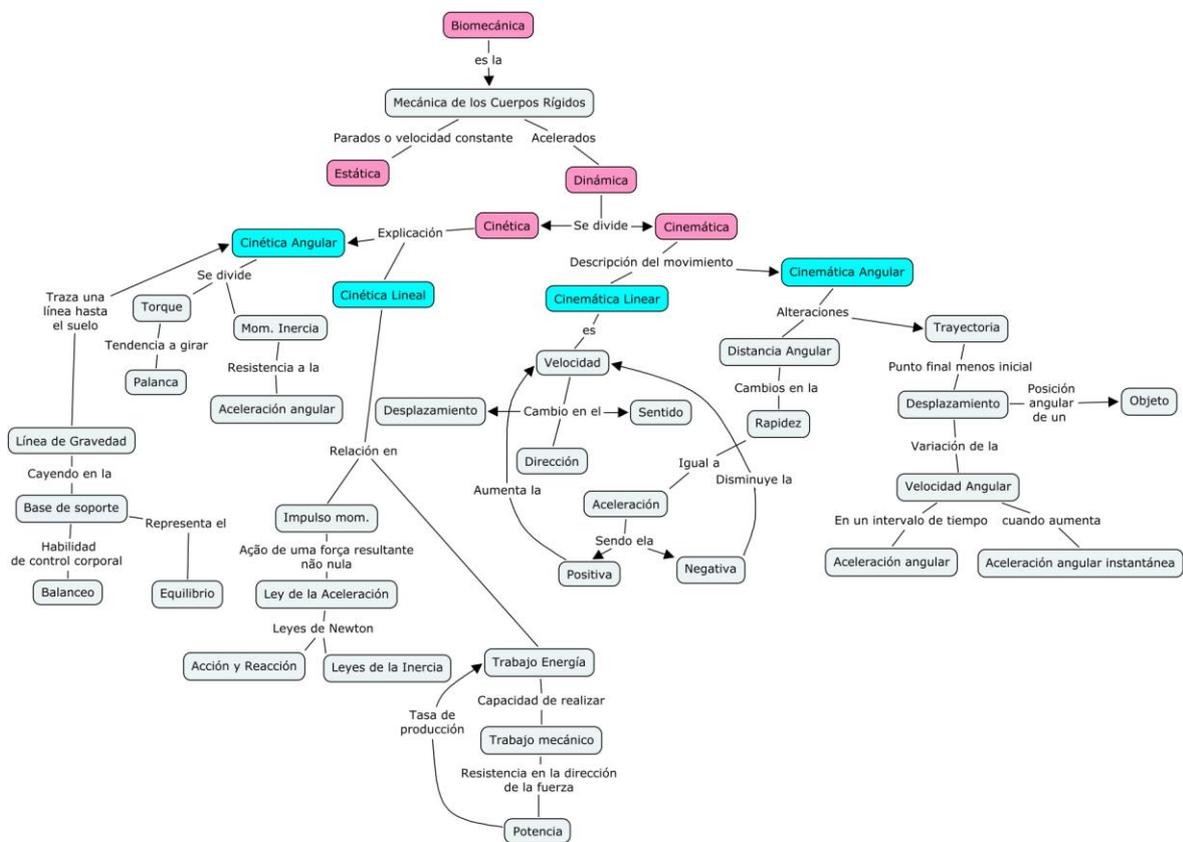


Figura 38 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por un grupo de alumnos de 2009/1 donde no se observaron enlaces cruzados.

Se tuvo la impresión de que, cuando los mapas conceptuales estaban contruidos con estructura de pirámide, había una tendencia por parte de los alumnos a explicar el diagrama de arriba abajo. Y, al contrario, los grupos que utilizaron mapas conceptuales con estructura cíclica, parecían no preocuparse tanto con “por donde” empezar a presentar el mapa conceptual, ya que la explicación podría tener cualquier punto de partida ya que un mapa conceptual, en principio, sirve para identificar relaciones entre conceptos, no para “contar una historia”, necesariamente con inicio, medio y fin. Curiosamente, hubo mayor número de enlaces cruzados en mapas conceptuales cuya estructura era cíclica, similares al ejemplo de la Figura 37, corroborando de nuevo el pensamiento de Tamayo (2006a; 2006b), ya mencionado y el de Silveira, Sousa y Santovito (2008) que también defienden la desmitificación de que la jerarquía tenga que ser siempre del tope para abajo, pues creen que esa estructura dificulta los enlaces cruzados.

Para Kharatmal y Nagarjuna (2006), parece apropiado atribuir una puntuación mayor por escoger un tipo correcto de relación mientras se construye un mapa, ya que el uso cuidadoso de un tipo de relación es un buen índice de dominio y reestructuración de conocimiento. La afirmación de esos autores parece tener fundamento si se tiene en cuenta que un mayor número de enlaces cruzados válidos puede manifestar la capacidad de reconciliación integradora por parte de quien elabora el mapa conceptual.

Nicoll, Fransisco y Nakhleh (2001) propusieron un sistema de puntuación para evaluar la complejidad de mapas conceptuales no jerárquicos, altamente complejos, cuyo foco está en la información contextual, es decir, en los enlaces, e implica un esquema de análisis de tres niveles para representar la utilidad, estabilidad y complejidad de los enlaces de los estudiantes. Los autores defienden que ese método, por llevar a un nuevo enfoque que prioriza el conocimiento proposicional contenido en los enlaces, en la estabilidad del conocimiento de los estudiantes y en el nivel de complejidad de los enlaces. Sin embargo, cabría una discusión más profunda sobre el significado de la construcción de mapas conceptuales sin jerarquía. Derbentseva, Safayeni y Cañas (2004; 2007) compararon mapas cuya estructura era cíclica y otros cuya estructura era jerárquica (es decir, en forma de pirámide) y verificaron que la estructura cíclica, debido a la interdependencia entre los conceptos, aumenta la posibilidad de pensamiento dinámico, mientras que las estructuras jerárquicas lo restringen. Además, los autores observaron una fuerte preferencia por parte de quien construyó los mapas conceptuales por el prototipo de estructura cíclica sobre los mapas de estructura jerárquica. Para Åhlberg (2004b), las dos estructuras pueden ser aceptadas y el autor entiende que el

número de enlaces da una buena estimativa de la centralidad del concepto en el pensamiento de la persona que está elaborando el mapa conceptual.

Lo que se percibió al analizar los mapas conceptuales de ese estudio es que no hubo preferencia por un tipo de estructura con relación al otro. Tampoco se obtuvo ninguna evidencia de que una de las dos estructuras interfiera de manera que desestime el establecimiento de enlaces cruzados. Lo que de hecho ocurrió fue, eventualmente, una preocupación por parte de los alumnos con la presentación *estética* del mapa conceptual.

Frecuentemente los alumnos comentaban con la profesora que preferían no incluir muchos enlaces cruzados para evitar un aumento de la polución visual en el mapa, a lo que la profesora rebatía que eso no debía ser una preocupación. Además, al contrario, la profesora siempre aclaraba que cuanto mayor el número de enlaces cruzados válidos, probablemente sería mejor la calidad del mapa conceptual. En vista de eso, una alternativa encontrada por los alumnos para incluir enlaces cruzados sin perjudicar el visual del diagrama fue cambiar el color o el estilo de la línea (continua o discontinua) para no perderse durante la explicación (como, por ejemplo, en la Figura 37). Además de esa alternativa encontrada por los alumnos, Åhlberg (2004b) sugiere que si un concepto posee muchos enlaces con otros conceptos, que ese concepto pueda ser repetido en el mapa conceptual siempre que ese procedimiento sea explícitamente bien explicado. Tal vez ésa sea una forma amigable de estimular un mayor establecimiento de enlaces. Una rigidez excesiva en los criterios de puntuación de los mapas conceptuales puede llevar a un equívoco de evaluación. Se entiende que el foco debe estar en la cognición del sujeto y no, exclusivamente, en el diagrama, el cual debe ser entendido como un medio para fomentar el desarrollo cognitivo, la conceptualización y el aprendizaje significativo, y no, como un fin en sí mismo.

La Tabla 31 muestra el resultado del cálculo de la correlación entre el criterio *enlaces cruzados en el mapa conceptual* y las *preguntas de la prueba* individualmente.

No se observó ninguna correlación significativa entre los *enlaces cruzados del mapa conceptual* y las *preguntas de la prueba* analizadas individualmente. En la pregunta 2, por ejemplo, se esperaba que la reconciliación integradora manifestada por los enlaces cruzados auxiliase en la comprensión de los conceptos de fuerza y torque y que, a partir de esa conceptualización, los alumnos fuesen capaces de identificar correctamente las variables del enunciado del problema y fuesen capaces de resolverlo. Lamentablemente, esa aparente reconciliación integradora manifestada por los enlaces cruzados parece no haber facilitado la resolución del problema-tipo.

Tabla 31 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *pregunta 1, 2, 3, 4 y 5 de la prueba y enlaces cruzados del mapa conceptual*.

			Pregunta 1 de la prueba, CUALI	Enlaces cruzados del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 1 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	,059
		Sig. (2-tailed)	.	,718
		N	41	40
	Enlaces cruzados del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,059	1,000
		Sig. (2-tailed)	,718	.
		N	40	41
			Pregunta 2 de la prueba, CUANTI	Enlaces cruzados del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 2 de la prueba, CUANTI	Correlation Coefficient	1,000	,023
		Sig. (2-tailed)	.	,919
		N	23	22
	Enlaces cruzados del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,023	1,000
		Sig. (2-tailed)	,919	.
		N	22	41
			Pregunta 3 de la prueba, CUALI	Enlaces cruzados del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 3 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	,103
		Sig. (2-tailed)	.	,533
		N	40	39
	Enlaces cruzados del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,103	1,000
		Sig. (2-tailed)	,533	.
		N	39	41
			Pregunta 4 de la prueba, CUALI	Enlaces cruzados del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 4 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	-,162
		Sig. (2-tailed)	.	,317
		N	41	40
	Enlaces cruzados del mapa conceptual	Correlation Coefficient	-,162	1,000
		Sig. (2-tailed)	,317	.
		N	40	41
			Pregunta 5 de la prueba, MC	Enlaces cruzados del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 5 de la prueba, MC	Correlation Coefficient	1,000	,132
		Sig. (2-tailed)	.	,417
		N	41	40
	Enlaces cruzados del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,132	1,000
		Sig. (2-tailed)	,417	.
		N	40	41

La Tabla 32 presenta el resultado del cálculo del coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota de la prueba y ejemplos del mapa conceptual*.

Tabla 32 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota de la prueba* y *ejemplos del mapa conceptual*.

			Nota de la Prueba	Ejemplos del mapa conceptual
Spearman's rho	Nota de la Prueba	Correlation Coefficient	1,000	-,142
		Sig. (2-tailed)	.	,389
		N	40	39
Ejemplos del mapa conceptual	Ejemplos del mapa conceptual	Correlation Coefficient	-,142	1,000
		Sig. (2-tailed)	,389	.
		N	39	41

No se observó correlación significativa entre los dos criterios. Al evaluar el criterio *ejemplos del mapa conceptual* se tuvo en cuenta si presentaban ejemplos (hay que destacar que se puntuaban ejemplos que eventualmente no apareciesen en el diagrama, pero que eran mencionados oralmente durante la presentación) y si los mismos eran iguales o diferentes de los que habían sido citados por la profesora en clase, de manera que fuese posible evaluar que los alumnos eran capaces de aplicar los conceptos en estudio a diferentes situaciones y/o contextos.

La inclusión de ejemplos en los mapas conceptuales, aunque no sea tan estimulada por Novak y Gowin (1984) – lo cual tampoco quiere decir que sea prohibida o considerada un error de técnica – puede ser interpretada como un parámetro para identificar si el alumno está comprendiendo el significado de los conceptos en un campo conceptual. Si para Vergnaud (1990; 2009) son las situaciones las que dan sentido a los conceptos, entonces la presencia de ejemplos sería deseable en la elaboración de mapas conceptuales – si no en el diagrama, por lo menos durante las presentaciones orales.

En ese estudio, se observó la presencia de ejemplos pertinentes a los conceptos presentes en los mapas conceptuales en 97,5% de los casos, como se puede ver en la Figura 39. Solamente en un caso hubo ausencia total de ejemplos, que fue el caso de la Figura 40.

Con ocasión de la presentación del mapa conceptual de la Figura 39, explicado por la ALUMNA 44, además de los ejemplos presentes en el diagrama, aún citó otros, lo que no fue el caso de la ALUMNA 33, cuyo mapa conceptual (Figura 40) no contenía ningún ejemplo y tampoco mencionó ejemplos durante la explicación. La Tabla 33 muestra el resultado del cálculo del coeficiente de correlación de Spearman para las variables *ejemplos del mapa conceptual* y las *preguntas 1, 2, 3, 4 y 5 de la prueba*, individualmente.

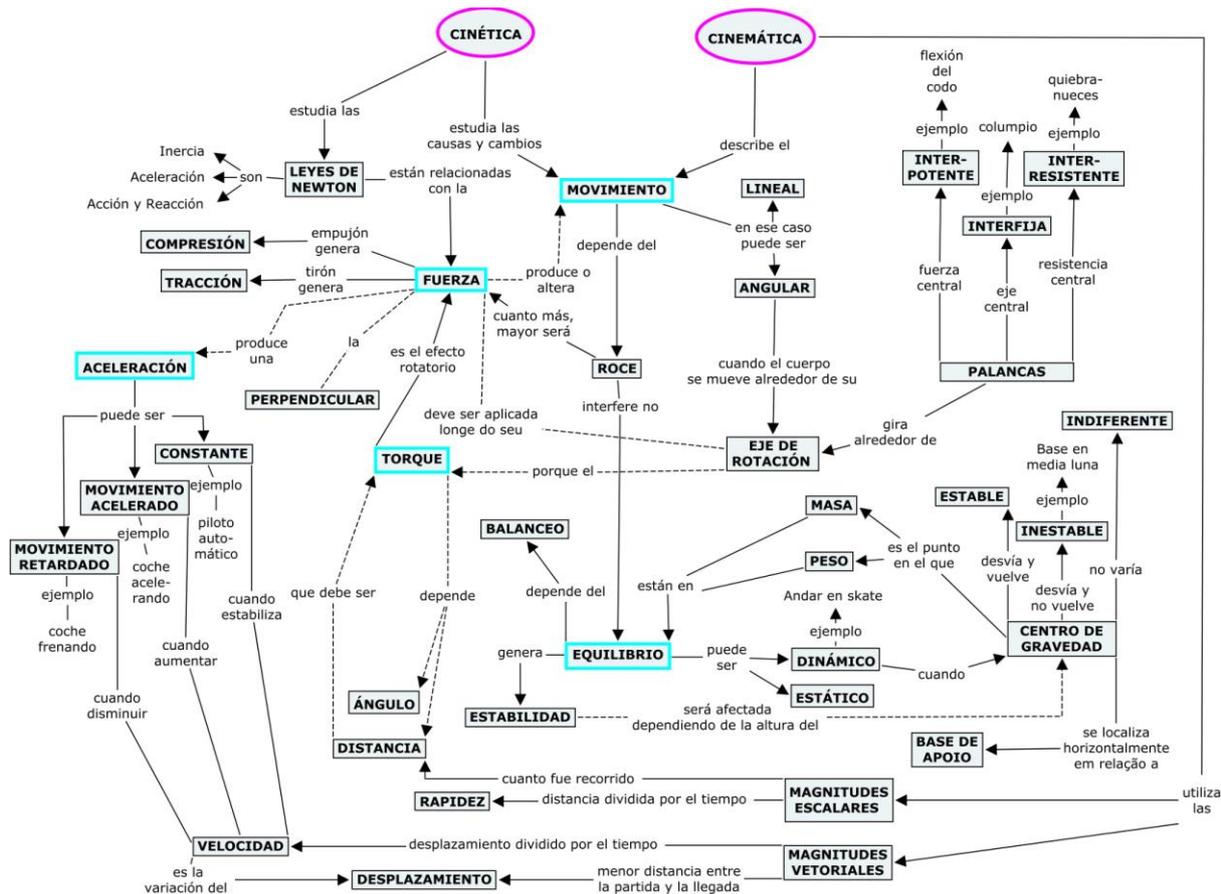


Figura 39 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por una alumna de 2009/1 donde se observaron ejemplos.

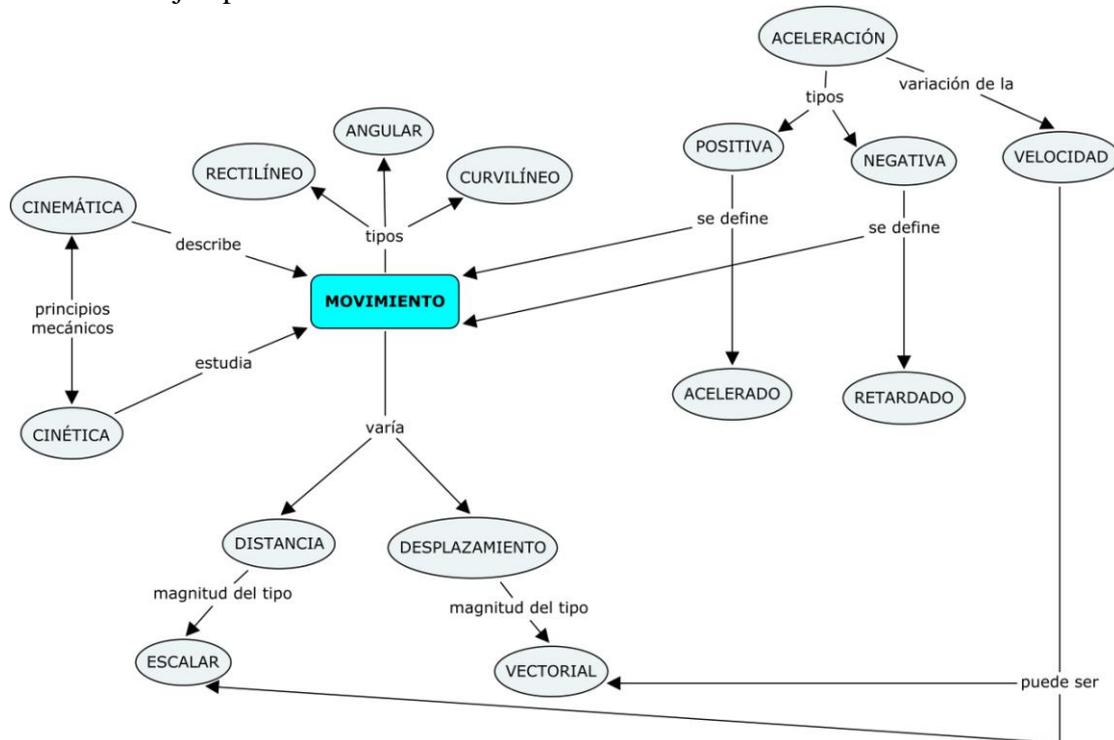


Figura 40 – Ejemplo de un mapa conceptual construido por una alumna de 2008/2 donde no se observaron ejemplos.

Tabla 33 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *pregunta 1, 2, 3, 4 y 5 de la prueba y ejemplos del mapa conceptual*.

			Pregunta 1 de la prueba, CUALI	Ejemplos del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 1 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	-,065
		Sig. (2-tailed)	.	,689
		N	41	40
	Ejemplos del mapa conceptual	Correlation Coefficient	-,065	1,000
		Sig. (2-tailed)	,689	.
		N	40	41
			Pregunta 2 de la prueba, CUANTI	Ejemplos del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 2 de la prueba, CUANTI	Correlation Coefficient	1,000	,013
		Sig. (2-tailed)	.	,955
		N	23	22
	Ejemplos del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,013	1,000
		Sig. (2-tailed)	,955	.
		N	22	41
			Pregunta 3 de la prueba, CUALI	Ejemplos del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 3 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	,013
		Sig. (2-tailed)	.	,938
		N	40	39
	Ejemplos del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,013	1,000
		Sig. (2-tailed)	,938	.
		N	39	41
			Pregunta 4 de la prueba, QUALI	Ejemplos del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 4 de la prueba, CUALI	Correlation Coefficient	1,000	-,231
		Sig. (2-tailed)	.	,152
		N	41	40
	Ejemplos del mapa conceptual	Correlation Coefficient	-,231	1,000
		Sig. (2-tailed)	,152	.
		N	40	41
			Pregunta 5 de la prueba, MC	Ejemplos del mapa conceptual
Spearman's rho	Pregunta 5 de la prueba, MC	Correlation Coefficient	1,000	-,141
		Sig. (2-tailed)	.	,385
		N	41	40
	Ejemplos del mapa conceptual	Correlation Coefficient	-,141	1,000
		Sig. (2-tailed)	,385	.
		N	40	41

No se observaron correlaciones significativas entre los *ejemplos del mapa conceptual* y las preguntas de la prueba analizadas individualmente, sin embargo, la interpretación de esa ausencia de correlación no parece que sea difícil. Como se puede ver en la Figura 39, hay ejemplos, pero su presencia no es maciza, es decir, de 42 conceptos presentes en el mapa, el grupo incluyó solamente 8 ejemplos. Hay que tener en cuenta que la mayor parte de los grupos puso un u otro ejemplo, como que si fuese sólo para ser puntuado en ese criterio. No pareció que los alumnos estuvieran muy interesados en profundizar la explicación del mapa a través de ejemplos. Tal vez ese criterio fuese más efectivo si, para cada concepto los alumnos presentasen algunas situaciones que ayudasen a dar sentido a la explicación. Sin embargo, se observó en los mapas conceptuales construidos durante esa investigación una pequeña cantidad de ejemplos y, además, esos ejemplos no siempre se referían a conceptos que fueron exigidos en la prueba. Se observó, a modo de ilustración, la presencia de ejemplos de diferentes tipos de palancas, pero ese asunto no se preguntó en la prueba. Si hubiese sido ése el caso, tal vez el resultado fuese diferente.

Por otro lado, en la pregunta 1 de la prueba, de cierto modo estaban presentes algunos ejemplos de palanca, que podrían haber sido identificados como tales, y, por tanto, como situaciones de torque. Sin embargo, observando la Tabla 33, si hubiese significancia en la correlación entre la *pregunta 1 de la prueba* y los *ejemplos del mapa conceptual*, ésta sería negativa, lo que no debe de sorprender, ya que, a pesar de haber sido citados varios ejemplos de palancas, en ningún mapa conceptual construido por los alumnos durante esa investigación, se incluyeron ejemplos referentes al concepto de fuerza.

El siguiente criterio analizado fue la *presentación del mapa conceptual*. El resultado del cálculo del coeficiente de correlación con la variable *nota de la prueba* se presenta en la Tabla 34.

Tabla 34 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota de la prueba* y *presentación del mapa conceptual*.

			Nota de la prueba	Presentación del mapa conceptual
Spearman's rho	Nota de la prueba	Correlation Coefficient	1,000	,295
		Sig. (2-tailed)	.	,068
		N	40	39
	Presentación del mapa conceptual	Correlation Coefficient	,295	1,000
		Sig. (2-tailed)	,068	.
		N	39	41

No se encontró correlación significativa entre las variables *nota de la prueba* y *presentación del mapa conceptual*. Hay que recordar que en el caso de la presentación (realizada una semana antes de la prueba), solamente un alumno era sorteado para explicar el mapa. El criterio de evaluación de la presentación del mapa conceptual tuvo en cuenta si el mapa era explicado o si era leído, es decir, si el responsable de la presentación profundizó algún conocimiento sobre el tema o se limitó a citar los conceptos que contenía el mapa conceptual.

Hay que tener un cuidado especial al interpretar ese resultado: si se considera que en cada grupo solamente un integrante era responsable de la presentación y todo el grupo obtenía la misma puntuación en ese criterio, entonces puede que no sea posible encontrar una correlación entre ese criterio y la *nota del mapa* ya que la presentación del componente sorteado puede no ser representativa de lo que sería la presentación de cada miembro del grupo individualmente.

Finalmente, *a posteriori*, se decidió verificar si la *nota del mapa conceptual* presentaba correlación con el *número de versiones presentadas*, cuyos resultados se muestran en la Tabla 35.

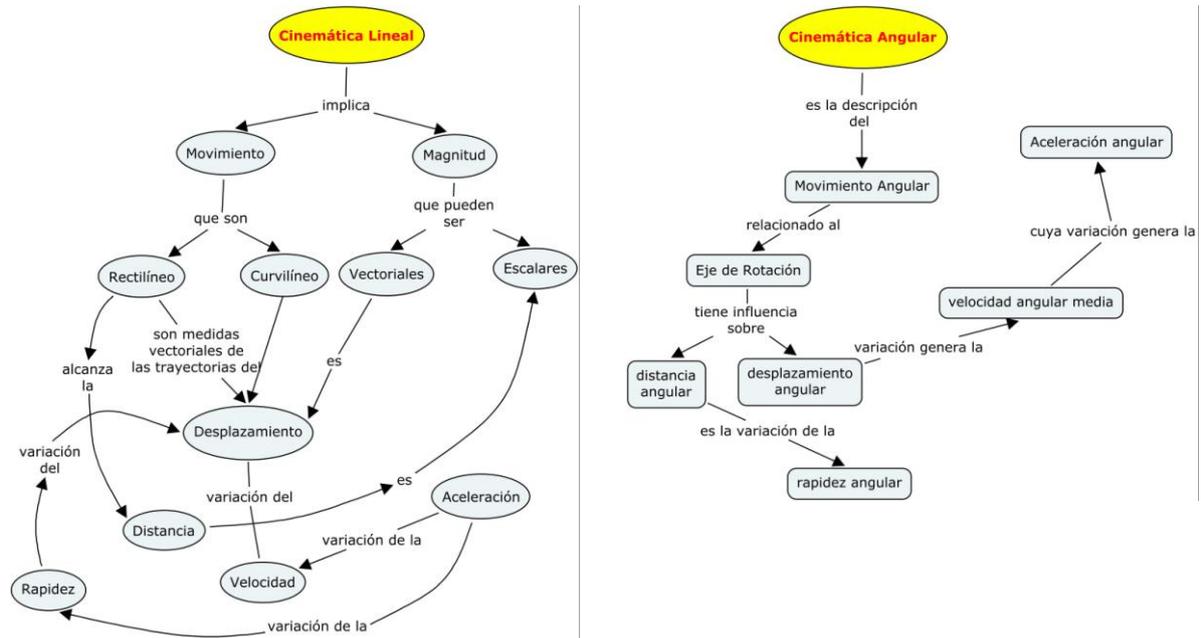
Tabla 35 – Coeficiente de correlación de Spearman para las variables *nota del mapa conceptual* y *número de versiones presentadas*.

			Número de versiones del mapa	Nota del mapa conceptual
Spearman's rho	Número de versiones del mapa	Correlation Coefficient	1,000	,689(**)
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	41	41
Nota del mapa conceptual		Correlation Coefficient	,689(**)	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	41	41

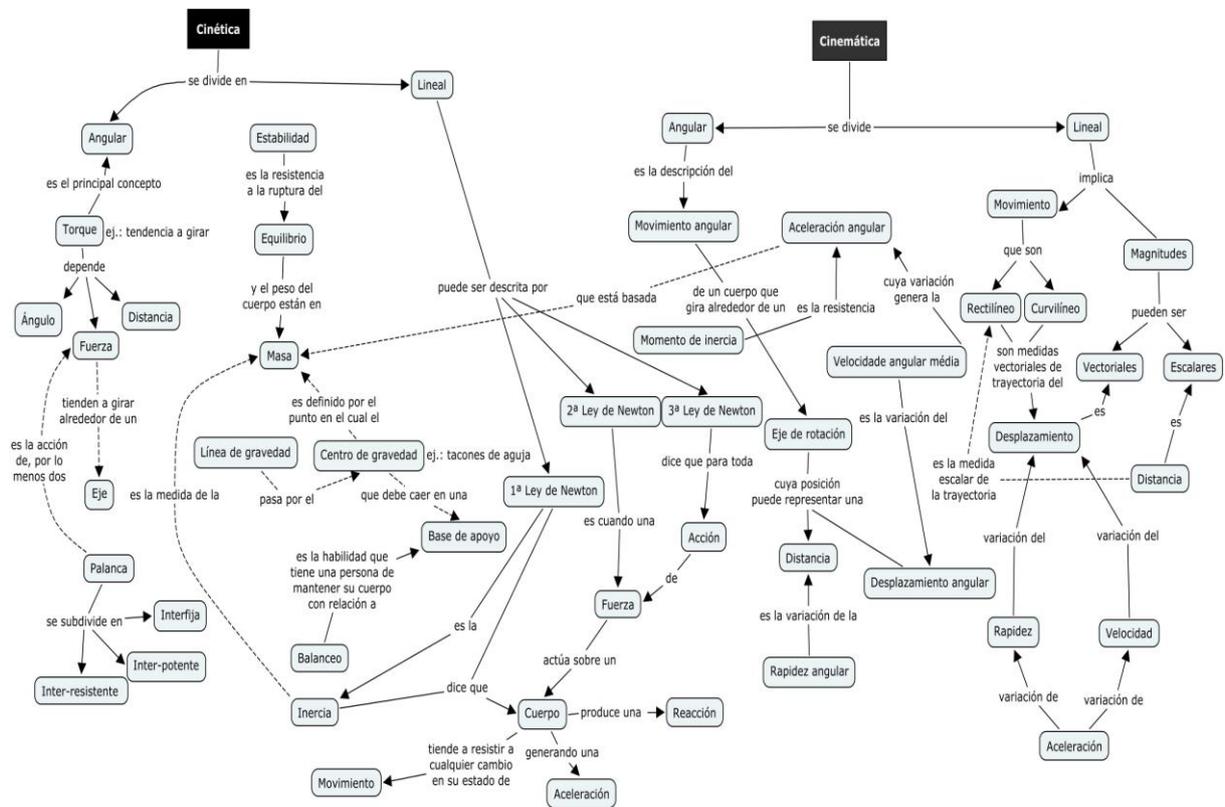
** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

El resultado confirmó una correlación significativa ($Rho = 0,689$ al nivel 0,01) entre las variables, o sea, cuanto mayor el número de veces que los grupos presentaron sus producciones, tanto mejores fueron sus notas. La media de número de versiones fue de 3,158 ($\pm 2,062$). El grupo formado por los ALUMNOS 61, 63, 67, 70, 72 y 74 presentaron 10 versiones de su mapa conceptual. Ese grupo obtuvo nota máxima en todos los criterios evaluados.

En la Figura 41 se muestra un ejemplo del uso de la recursividad por parte de los alumnos.



(a)



(b)

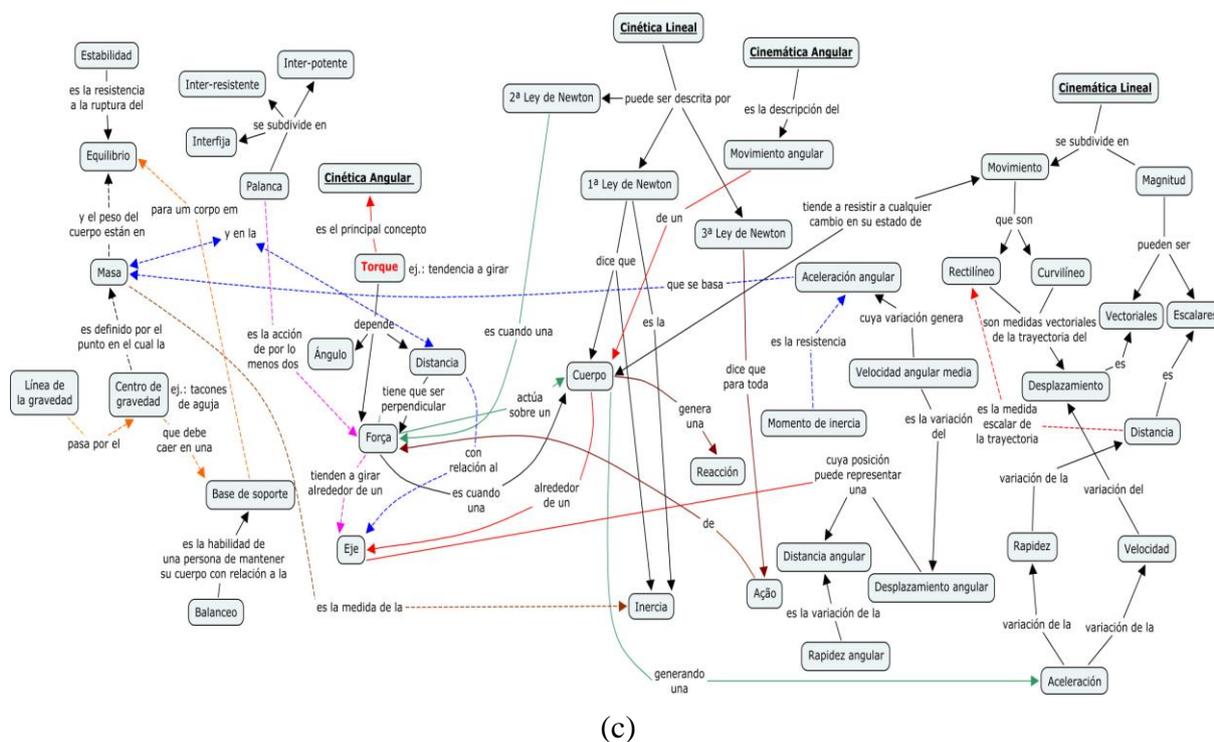


Figura 41 – Ejemplo del uso de la recursividad por un grupo de alumnos de 2009/1 en la (a) primera versión; (b) segunda versión y (c) versión final.

En el mapa conceptual (a) de la Figura 41 se observa que el conocimiento está fragmentado en dos mapas separados. En aquella ocasión, las ALUMNAS 48 y 49 comentaron que optaron por construir mapas separados por tener dificultad para juntar todos los conceptos en un único diagrama. Durante la presentación, tuvo lugar la mediación de la profesora, la cual dio algunas sugerencias para facilitar la unión de los mapas. Días después, los ALUMNOS 46 y 57 se juntaron a las ALUMNAS 48 y 49 y, en grupo, presentaron una segunda versión del mapa conceptual, esta vez uniendo los mapas de la primera versión y añadiendo los conceptos de cinética, que aún no habían sido incorporados. Una nueva presentación fue realizada (basada en el mapa conceptual (b) de la Figura 41) y hubo nueva intervención de la profesora y de los colegas, sugiriendo otras alteraciones. El grupo, entonces, reformuló el mapa conceptual y, en el día de la evaluación, presentó la versión final (mapa conceptual (c) de la Figura 41).

El número de versiones presentadas tiene que ver con la propuesta de evaluación recursiva y con la disposición del grupo en utilizarla. Los resultados de este estudio parece que corroboran el punto de vista de Moreira, Soares y Paulo (2008), los cuales defienden que el mayor potencial de los mapas conceptuales está en una evaluación cualitativa recursiva que ciertamente funcionará también como recurso de aprendizaje, es decir, al rehacer los mapas conceptuales el alumno está participando activamente de su aprendizaje. Sin embargo, hay

que decir que en esta investigación se observó que, dependiendo de la naturaleza de la intervención realizada por la profesora, puede ser que los alumnos simplemente hayan incorporado las sugerencias sin que, necesariamente, hayan reflexionado sobre las alteraciones. Como se presentaron muchas versiones, se apuntaron varias sugerencias, pero no hay garantía de que haya habido aprendizaje.

A modo de síntesis, se encontraron correlaciones significativas, aunque bajas, entre las variables *pregunta 1 con nota del mapa conceptual; estructura del mapa conceptual y proposiciones del mapa conceptual; pregunta 4 con nota del mapa conceptual, estructura del mapa conceptual y el número de versiones presentadas.*

Algunas consideraciones merecen destaque:

- el mapa conceptual construido en pequeños grupos puede no representar el mapa individual. Tal vez el resultado fuese diferente si hubiese la posibilidad de comparar los mapas conceptuales construidos en pequeños grupos con los mapas conceptuales construidos individualmente;
- la interacción social puede tener reflejo en la metacognición, pero es el sujeto quien decide si va a aprender o no de modo significativo;
- los mapas conceptuales consisten en una estrategia, pero no deben ser entendidos como *la única* estrategia, ya que, aunque auxilien en algunos aspectos, no eliminan todas las dificultades de los alumnos.

Además de los datos hasta ahora analizados y discutidos, también se procuró saber qué pensaron los alumnos de la propuesta. Los resultados de los tres grupos y sus análisis se presentan a continuación.

6.5.4 Análisis de las opiniones de los alumnos

Para recoger la opinión de los alumnos a respecto del uso de los mapas conceptuales en la asignatura de Biomecánica, se utilizó un cuestionario adaptado de Liu (2004), compuesto por doce preguntas, que fueron analizadas individualmente.

La aplicación del cuestionario tuvo lugar en el último día de clase, cuando los alumnos ya habían recibido los resultados de su evaluación en la asignatura. La profesora solicitó que respondieran el cuestionario de forma voluntaria. Todos los alumnos presentes, en las tres clases, se dispusieron a responder el cuestionario, sin embargo, como el último día de clase no había actividad didáctica (solamente entrega de pruebas, trabajos, así como divulgación de las notas), muchos alumnos no comparecieron.

Para fines de análisis, las respuestas dadas por los alumnos para cada pregunta fueron agrupadas en categorías, a partir de las cuales se hicieron los Gráficos 1 a 12, los cuales se presentan a continuación. Se destaca que, en algunos casos, los alumnos dejaron preguntas en blanco o dieron respuestas que se encajaban en más de una categoría.

Pregunta 1 – *¿Qué te parecen los mapas conceptuales de manera general?*

El Gráfico 1 presenta la frecuencia de respuestas en las categorías que emergieron del análisis de las respuestas dadas a esa pregunta.

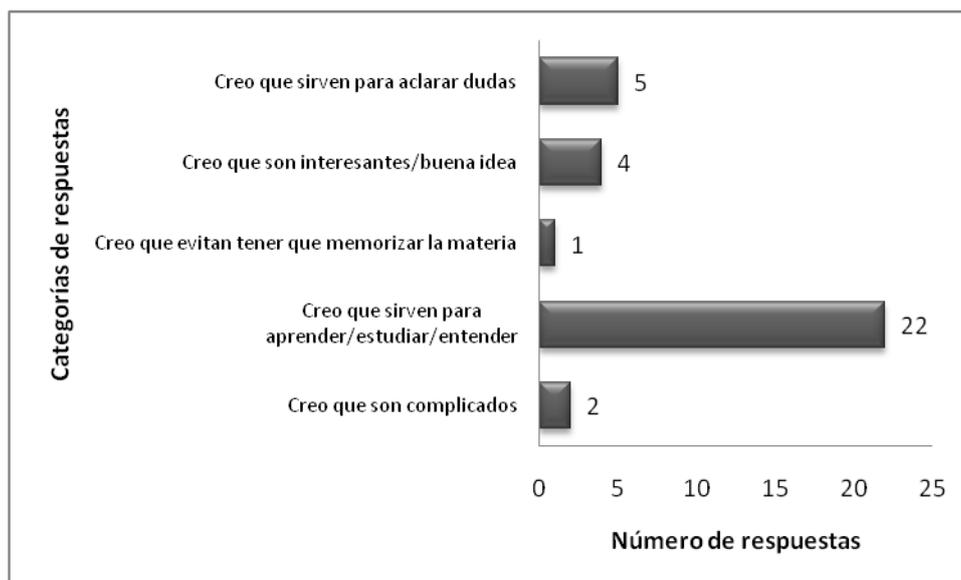


Gráfico 1 – Categorías × frecuencias de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 1 del cuestionario.

La mayoría de las respuestas de los alumnos fue positiva, destacando que les gustaron los mapas conceptuales como instrumento de metacognición, como lo reflejan, por ejemplo, los siguientes comentarios:

“- Cuando me presentaron el método, pasé a usar la elaboración de mapas conceptuales para estudiar también en las demás asignaturas. Es una manera mucho más dinámica de trabajar los conceptos que tienen que ser comprendidos por el alumno y es eficaz, pues no basta construir el material, es necesario presentar el conocimiento adquirido al gran grupo” (ALUMNO 37).

“- Considero la técnica muy importante, pues facilita el aprendizaje y la aplicación del contenido” (ALUMNA 48).

En estudios anteriores, Rendas, Fonseca y Pinto (2006) encontraron respuestas favorables al uso de los mapas conceptuales por parte de los alumnos en el sentido de que auxilian a identificar conceptos; a establecer un orden entre ellos; a establecer relaciones entre

conceptos individuales usando palabras clave y a evaluar la estructura del propio diagrama. En ese mismo estudio, el único aspecto que no obtuvo opiniones favorables por parte de los alumnos fue el establecimiento de relaciones cruzadas entre los conceptos.

Los alumnos también apuntaron los mapas conceptuales como buenos para aclarar dudas, como una buena idea y como una estrategia que evita tener que memorizar la materia, como declaró la ALUMNA 68:

“- Creo que ayudan a entender los contenidos, evitan memorizar los conceptos” (ALUMNA 68).

El comentario de la ALUMNA 68, aunque haya sido el único por escrito, parece expresar una preferencia por un estilo de aprendizaje con menor énfasis en la memorización. Además de ella, varios alumnos, en diversas oportunidades, comentaron verbalmente que les estaba gustando aprender sin tener que memorizar el contenido.

De un total de 27 alumnos que respondieron la primera pregunta, dos dijeron que creían que construir mapas conceptuales era complicado:

“- Creo complicado de hacer, pero después ayudan a estudiar” (ALUMNA 71).

“- Un poco complicado de hacer, pero de extrema importancia para estudiar” (ALUMNA 59).

Se puede observar en el Gráfico 1 que no hubo ningún comentario negativo en respuesta a esa pregunta. Se destaca, nuevamente, que cuando los alumnos respondieron el cuestionario ya sabían cuáles eran sus notas finales y la profesora los dejó libres para responderlo voluntariamente (es decir, sin obligatoriedad de devolución) y de forma anónima, sin embargo, cuando se aplicó el cuestionario, ningún alumno presente dejó de responderlo y todos devolvieron el cuestionario firmado. El procedimiento de recogida de esos datos fue realizado de esa forma para que los alumnos no se sintiesen presionados a responder las preguntas con la intención de agradar a la profesora y/o para no comprometer su nota final. Se sintieron libres para expresar sus sentimientos y/o opiniones.

Pregunta 2 – *¿Qué piensa usted a respecto de construir mapas conceptuales a través de un programa de ordenador en lugar de utilizar papel y bolígrafo?*

Se obtuvieron 31 repuestas favorables al uso de un programa de ordenador para auxiliar en la construcción de los mapas conceptuales (en el caso de esa investigación los alumnos fueron animados a usar el *CmapTools*, aunque algunos hayan utilizado el *Power Point*, *Paint*, *Word* o *Inspiration*) y 5 respuestas desfavorables, como se observa en el Gráfico 2.

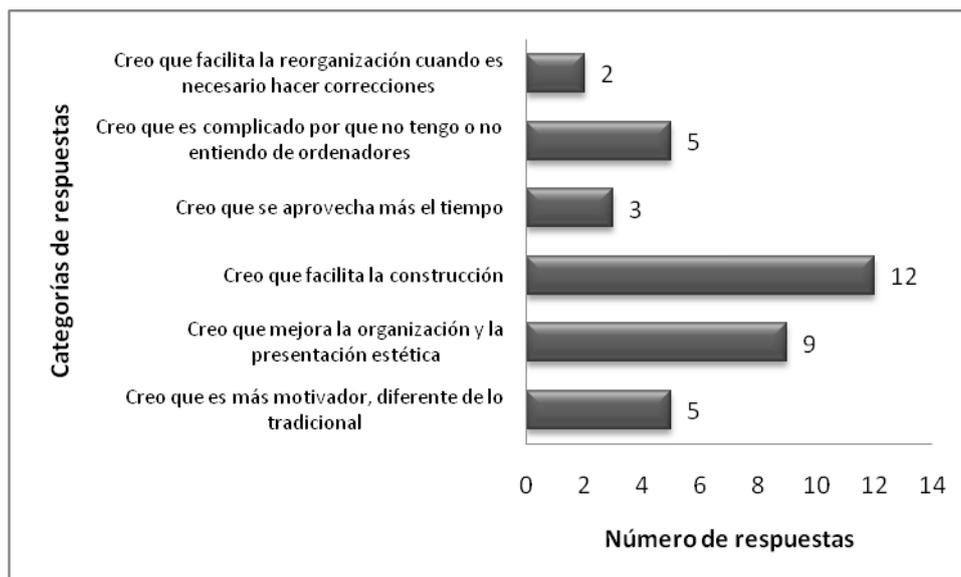


Gráfico 2 – Categorías × frecuencias de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 2 del cuestionario.

La respuesta más frecuentemente apuntada por los alumnos con relación al uso de un programa de ordenador para construir mapas conceptuales fue positiva, en el sentido de facilitar la construcción, como comentó, por ejemplo, el ALUMNO 53:

“- El programa facilita mucho la construcción a través de la utilización de herramientas muy prácticas. Es de fácil utilización. (ALUMNO 53, refiriéndose al CmapTools).

Arroyo (2004) entiende que al construir mapas conceptuales en un ambiente de aprendizaje informatizado, los alumnos aprenden a: a) representar esquemáticamente los conceptos relacionados con los temas de estudio; b) definir con mayor claridad los conceptos y relaciones respectivas, en forma independiente; c) jerarquizar conceptos y d) retomar sus mapas para resituar los conceptos y/o utilizar relaciones más concretas y definidas. Esa última observación fue mencionada por dos alumnos. El ALUMNO 46 comentó que cree que es

“- mucho mejor, pues es más fácil ir corrigiéndolo y pasarlo a los colegas (ALUMNO 46).

Nueve alumnos destacaron que consideran que el uso del programa de ordenador mejora la organización y la presentación estética del mapa conceptual, como fue el caso de la ALUMNA 48:

“- Creo que es más rápido y fácil, pues además de que el programa es más claro, nos proporciona más claridad a la hora de hacer los mapas y la visualización es mucho más fácil a la hora de la presentación” (ALUMNA 48).

Carvajal, Cañas, Carballeda y Hurtado (2006), al investigar en qué medida los expertos consideran en consenso que un mapa conceptual está bien construido o no, basándose solamente en su topografía y en cuestiones de estilo, verificaron que los mapas conceptuales realizados en el ordenador parece que fueron mejor evaluados que los mapas conceptuales hechos a mano. No se puede despreciar esa cuestión, pues como ya se dijo, en algunas situaciones los alumnos evitan construir enlaces cruzados por miedo de perjudicar la estética del mapa y acaban no realizando la reconciliación integradora de los conceptos.

Por otro lado, es tarea del profesor aclarar que lo que importa es el contenido del mapa conceptual, mucho más que el aspecto estético del mismo. Sea realizado en el ordenador o a mano, la preocupación del alumno debe ser con la metacognición.

Cinco alumnos manifestaron que les gustó utilizar el programa de ordenador porque creen que es motivador, diferente del medio tradicional:

“- Las facilidades que el programa Cmap posee son innumerables, estamos siempre descubriendo algo nuevo. Es diferente. ¿A quién no le gusta lo diferente? Bolígrafo y papel no tienen nada de nuevo” (ALUMNA 49).

Tres alumnos respondieron que el programa de ordenador les ayuda a optimizar el tiempo demandado para construir los mapas conceptuales y 5 respondieron que creen que es complicado porque no tienen o no entienden de ordenador, lo cual fue observado por Krummenauer y Costa (2009), que verificaron que la falta de hábito de construir mapas conceptuales fue el principal obstáculo a ser superado y que, al final de una unidad de enseñanza, se notó la superación del miedo del ordenador, hacienda de los mapas conceptuales una potente herramienta en la evaluación del aprendizaje del alumno y, al mismo tiempo, en la organización del pensamiento sobre un conocimiento específico.

Pregunta 3 – *¿Qué le ha parecido más difícil, hasta ahora, con relación al aprendizaje de la Biomecánica?*

Con relación a los contenidos de la asignatura, el Gráfico 3 muestra que la mayoría de los alumnos (n = 19) respondió que tuvo dificultad con cálculos y fórmulas. Solamente un alumno dijo que la Física de un modo general le pareció difícil. Otro dijo que había tenido dificultad con los conceptos de mecánica de los fluidos y otros cinco, con los de cinética y cinemática.

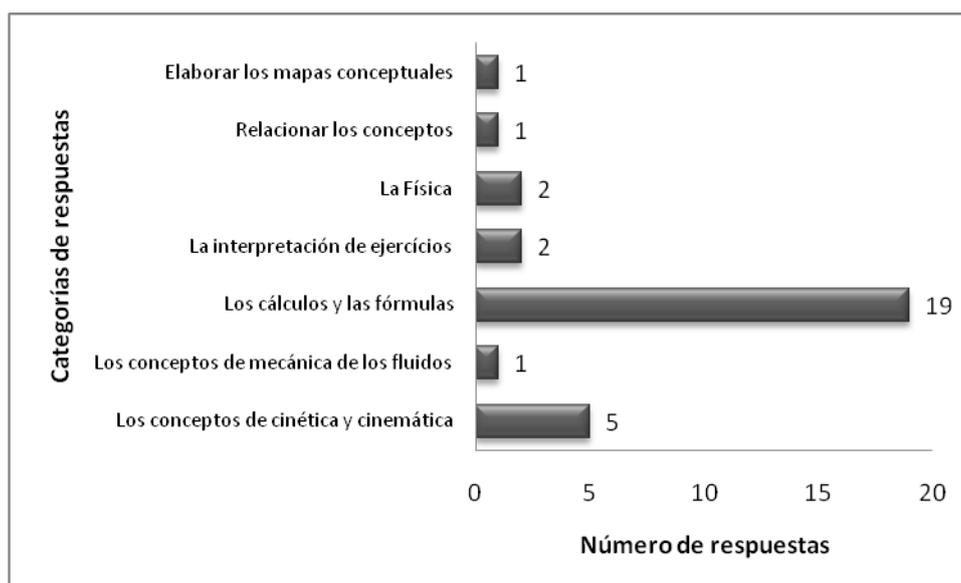


Gráfico 3 – Categorías × frecuencias de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 3 del cuestionario.

Con relación a la dificultad más frecuente apuntada por los alumnos (cálculos y formulas), ya se habían apuntado resultados semejantes en el primer estudio de esa investigación (en aquel caso, al resolver problemas tipo). Al proponer el uso de los mapas conceptuales como estrategia didáctica, había una expectativa inicial de que ayudarían los alumnos a minimizar sus dificultades relativas a los cálculos y uso de fórmulas en la medida en que reforzarían la parte conceptual.

De hecho, se observa menos indicación de dificultades de orden conceptual por parte de los alumnos, pero las dificultades con cálculos y fórmulas persistieron. En cuanto a la resolución de problemas-tipo, los resultados parecen corroborar los estudios conducidos por Gangoso (1997) y por Fechner y Sumfleth (2008), en los que no se encontraron relaciones entre los mapas conceptuales y la resolución de problemas-tipo.

Sin embargo, Soto (2004) obtuvo resultados diferentes al proponer la técnica de los mapas conceptuales como estrategia didáctica en una asignatura de Análisis de Algoritmos del curso de Ingeniería de Computación. En ese caso, los mapas conceptuales sirvieron como guía para resolver problemas-tipo de Matemáticas, dando soluciones utilizando formalismo matemático. En el caso específico del curso de Educación Física, la transposición tal vez sea más difícil; hay una resistencia inicial a la resolución de ese tipo de problemas, frecuentemente manifestada por los alumnos y por la falta de subsunores que auxilien en esa tarea - probablemente generada por la inexistencia de asignaturas de matemáticas. Una alternativa para resolver esa situación tal vez sea pensar en el uso de organizadores previos de

otra naturaleza (diferentes de los mapas conceptuales) para ayudar los alumnos de Educación Física a superar las barreras de la resolución de problemas-tipo de Biomecánica.

Volviendo a los resultados mostrados en el Gráfico 3, un alumno respondió que su principal dificultad era elaborar mapas conceptuales y otro, que era relacionar conceptos en un mapa conceptual.

Sin embargo, Valadares, Fonseca y Soares (2004) confirmaron resultados de investigaciones anteriores que apuntan los mapas conceptuales como estrategia eficiente para el aprendizaje significativo, por ayudarles a los estudiantes a organizar su conocimiento y a superar sus dificultades.

Nunes y Del Pino (2008) añaden que los mapas conceptuales facilitan el proceso de reestructuración del pensamiento, ya que proporcionan una interrelación de conceptos, hecha de manera consciente por el estudiante, y posibilitan que éste perciba cuáles son sus dudas, lo que lleva a una autonomía en el aprendizaje.

Pregunta 4 – *¿Cree usted que la construcción de mapas conceptuales le ayudó en el aprendizaje de los conceptos científicos y en las relaciones entre conceptos? ¿De qué manera?*

De acuerdo con el Gráfico 4, la mayoría de las respuestas dadas a esta pregunta fue positiva ($n = 26$) y solamente 4 respuestas fueron negativas, corroborando lo que se encuentra en la literatura. Un único alumno respondió simplemente que sí, sin apuntar motivos.

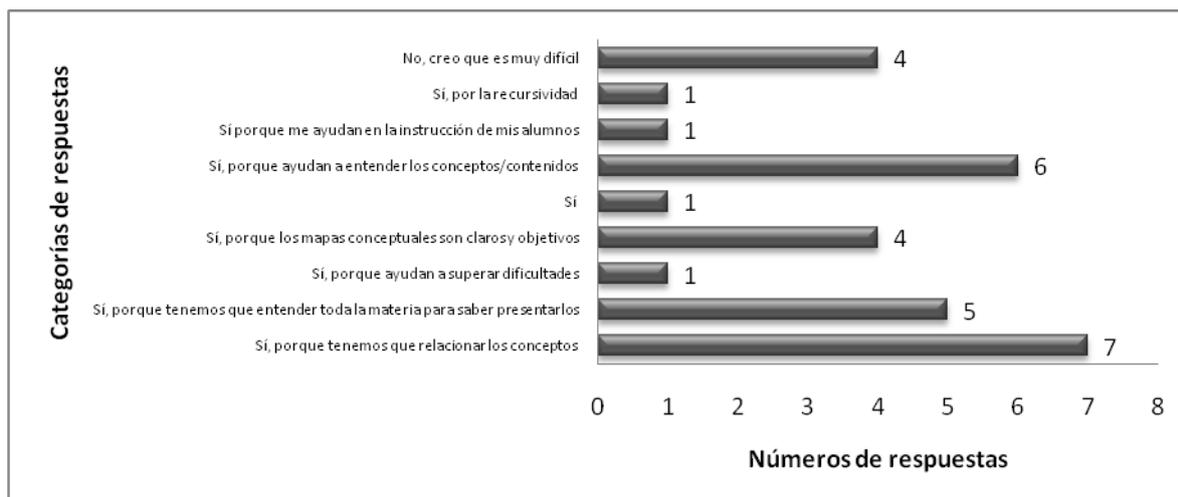


Gráfico 4 – Categorías × frecuencia de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 4 del cuestionario.

En el estudio realizado por Mostrom (2004), los alumnos percibieron que la construcción de mapas conceptuales sobre la literatura científica era más útil que las discusiones de clase, pero percibieron que la construcción de mapas conceptuales era igualmente útil (pero no superior) que la lectura de un libro de texto.

Fonseca, Extremina y Fonseca (2004) relataron que los estudiantes creen que la construcción de un mapa conceptual requiere un completo entendimiento del material y que son útiles para ayudar a aprender a entender los materiales del curso. En el presente estudio, 5 alumnos estaban de acuerdo con eso, como fue el caso de los ALUMNOS 37 y 38:

“- Con seguridad la construcción de los mapas es benéfica con relación al aprendizaje de los conceptos del área. El mapa es una forma de estudio que nos hace trabajar las relaciones de un determinado contenido con otro, en mi opinión, es imposible que un alumno hable sobre el tema en general sin haber comprendido las partes menores de ese todo. Y queda claro cuando eso acontece, pues el alumno explica hasta un determinado punto y después de eso hace sólo una lectura del contenido, o sea, no lo comprendió totalmente” (ALUMNO 37).

“- Sí lo creo. A través de los mapas, en los que se ve concepto por concepto, y a través del estudio del mapa construido para la presentación del mismo, simplemente todo se queda grabado en la cabeza, y basta observar el mapa construido para recordar lo que fue estudiado y elaborado” (ALUMNO 38).

El valor más destacado por los alumnos en el estudio de Afamasaga-Fuata'i (2004b) fue la auto-realización que la construcción de mapas y diagramas propicia por demandar un entendimiento más profundo de las interrelaciones, no basta simplemente saber cuáles son los principales conceptos y fórmulas. Ésa también fue la respuesta más frecuente ($n = 7$) a la pregunta 4, seguida de 6 respuestas que indican que los mapas conceptuales ayudan a entender los conceptos o el contenido como un todo, como respondió el ALUMNO 56:

“- Sí. Facilita mucho para aprender el contenido de manera general” (ALUMNO 56).

Calderón-Steck (2006) también pidió que sus alumnos respondieran un cuestionario sobre la utilidad de los mapas conceptuales desde su punto de vista y obtuvo que 63% de los entrevistados dijeron que creían que la técnica de elaborar mapas conceptuales fue útil en el proceso de aprendizaje. Vakilifard, Armand y Baron (2006) y Silva y Sousa (2007) encontraron resultados semejantes. Los alumnos también respondieron que creen que la construcción de mapas conceptuales ayudó en el aprendizaje de los conceptos científicos en función de la recursividad, por ayudar en la instrucción con sus alumnos, porque son claros y objetivos y por ayudar a superar algunas dificultades.

Desde el punto de vista de la respuesta negativa a esta pregunta, 4 alumnos respondieron que los mapas conceptuales no ayudaron en el aprendizaje de los conceptos científicos por creer que la técnica era muy difícil, como por ejemplo, en las respuestas de las ALUMNAS 63 y 68:

“- No, fue mucho más difícil” (ALUMNA 63).

“- No mucho, pues nunca había estudiado con esa metodología. Creo que después de crear el hábito de los mapas, será más fácil” (ALUMNA 68).

Carnot y Stewart (2006) observaron que los alumnos inicialmente estaban preocupados con la elaboración de los mapas conceptuales. Krummenauer y Costa (2009) y Nunes y Del Pino (2008), como se mencionó, interpretan la falta de hábito de construir mapas conceptuales como un obstáculo. En el cotidiano de esa investigación, y a lo largo de la experiencia didáctica de la profesora, fue relativamente común oír, en el inicio de los semestres lectivos manifestaciones de miedo y preocupación de los alumnos respecto al uso de los mapas conceptuales, principalmente como estrategia de evaluación, por tratarse de una estrategia no tradicional. La tendencia observada fue de una remisión de esas preocupaciones a lo largo y al final del semestre, transformándose en actitud positiva con relación a la técnica, como se mostrará a continuación al analizar las respuestas dadas a las preguntas 11 y 12.

Pregunta 5 – *¿Qué le parece la posibilidad de revisar los mapas conceptuales a lo largo de una unidad de enseñanza?*

Como se puede ver en el Gráfico 5, hubo una maciza aceptación de la recursividad.

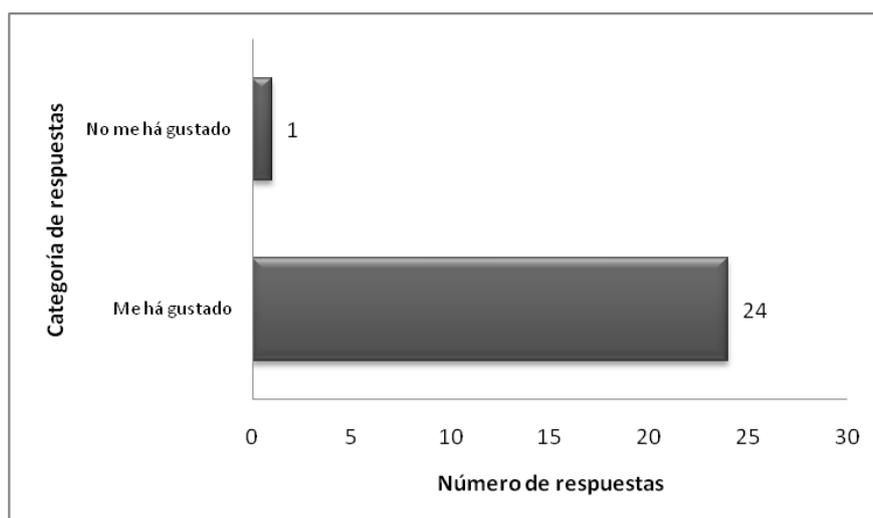


Gráfico 5 – Respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 5 del cuestionario.

Algunas respuestas de los alumnos a la pregunta 5 fueron:

“- Una experiencia diferente e increíble que no olvidaré” (ALUMNO 38).

“- Muy bueno, así podemos aclarar las dudas de una forma más objetiva” (ALUMNA 44).

“- Me gusta porque tuve muchas dificultades y tuve más posibilidades de aprender” (ALUMNO 72).

El ALUMNO 72, al hacer su comentario, quiso decir que le gustó construir mapas conceptuales en una perspectiva recursiva por haber tenido la oportunidad de aclarar varias dificultades de carácter conceptual que tuvo durante el semestre.

Desde el punto de vista de la enseñanza, Huerta (2006) declara que análisis puntuales y comparados de mapas conceptuales permiten explotar en los estudiantes la multidimensionalidad de las representaciones y obtener conclusiones sobre el aprendizaje de una determinada estructura conceptual.

Ramírez, Sanabria y Aspée (2006) notaron que la mayoría de los alumnos manifestó una mejora en la aproximación a una claridad y extensión de las sucesivas representaciones de mapas conceptuales y que, por lo tanto, la estrategia parece ser un buen camino para asegurar el ejercicio de la metacognición en cada alumno, además, según Nunes y Del Pino (2008) llevan a una mejor organización y jerarquización de conceptos, lo que posibilita alcanzar un aprendizaje significativo.

Carnot y Stewart (2006) estudiando el uso de mapas conceptuales en el nivel universitario, en clases de Psicología y Servicio Social, percibieron que fue benéfico pedirles a los alumnos que construyesen mapas que fuesen posteriormente editados y evaluados, o utilizados como base para nuevos mapas conceptuales, sugiriendo que, en lugar de pedirles a los estudiantes que elaborasen semanalmente mapas conceptuales sobre capítulos individuales, se les podría pedir que empezasen a construir un mapa conceptual general del dominio, con actualizaciones semanales.

Hay que destacar que en esta investigación la recursividad fue la variable que presentó mayor correlación con la nota de la prueba.

Pregunta 6 – *¿Cuáles son las dificultades que usted encontró con relación a la construcción de mapas conceptuales?*

Según el Gráfico 6, la respuesta más frecuente de los alumnos (n = 15) apuntó dificultades en encontrar palabras de enlace, como muestran los relatos:

“- Tengo pocas dificultades en la realización de mapas conceptuales. Me ha gustado mucho la técnica y no renuncio a ella. Lo que a veces es complicado es encontrar las proposiciones más adecuadas” (ALUMNO 53).

“- Al principio, encontrar la relación entre un concepto y otro” (ALUMNO 44).

Ésta parece ser una dificultad común, pues es bastante mencionada en la literatura, como por ejemplo, en las investigaciones conducidas por Derbentseva y Safayeni (2008); Ramírez (2004); Rábago, Aguirre y Álvarez (2006); Soares y Valadares (2006) y Nunes y Del Pino (2008).

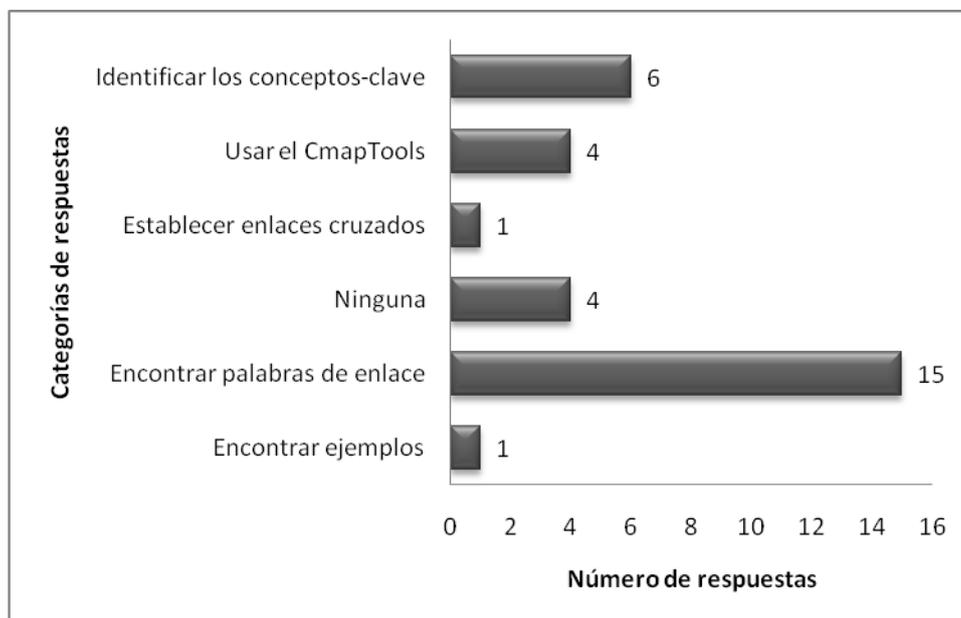


Gráfico 6 – Categorías × frecuencia de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 6 del cuestionario.

La identificación de los conceptos-clave fue apuntada como dificultad por 6 alumnos como:

“- En primer lugar el programa de ordenador, inicialmente. En segundo lugar, los conceptos realmente importantes (qué poner, qué es lo que no se debe de poner)” (ALUMNA 51).

“- Dificultad para poner sólo los conceptos principales, normalmente pongo muchas cosas” (ALUMNA 54).

“- Es encontrar los conceptos-clave” (ALUMNA 65).

Fonseca, Extremina y Fonseca (2004) ya habían detectado ese tipo de dificultad al utilizar mapas conceptuales como estrategia didáctica con alumnos del curso de Medicina, de la misma forma que Rábago, Aguirre y Álvarez (2006) encontraron con alumnos de licenciatura, máster y doctorado de las modalidades presencial, semi-presencial y a distancia. En el estudio de Ramírez (2004), los estudiantes universitarios de Educación Preescolar, después de identificar los conceptos-clave, tuvieron dificultad en diferenciar los conceptos generales de los específicos, o sea, en organizarlos jerárquicamente. Sin embargo, los

alumnos de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas que participaron de la investigación realizada por Daley (2004) tuvieron dificultad para definir hasta qué punto el mapa debería incluir detalles.

Aún en el presente estudio, un alumno mencionó que tenía dificultad para establecer enlaces cruzados y otro, para encontrar ejemplos.

Solamente 4 alumnos respondieron que no enfrentaron ninguna dificultad para construir mapas conceptuales (Gráfico 6), como fue el caso de la respuesta dada por la ALUMNA 64:

“- Ninguna, pues me ha gustado mucho, me identifiqué; las asignaturas en las que usé mapas fueron en las que más aprendí” (ALUMNA 64).

Esa alumna quiso decir que no tuvo dificultad con relación a la construcción de mapas conceptuales y también que considera que tuvo un rendimiento mucho mejor en las asignaturas en las que se utilizó la herramienta.

Freeman (2004) investigó de qué forma estudiantes avanzados de un curso de graduación en Administración de Empresas percibieron los mapas conceptuales y verificó que los alumnos los consideraron benéficos, útiles y fáciles de usar, lo que lleva a creer que probablemente tampoco encontraron dificultades con la técnica en sí.

Cuatro alumnos respondieron que la principal dificultad fue usar el programa de ordenador *CmapTools*, pero, por tratarse de una dificultad relacionada a la informática, se consideró que no llegó a afectar a la construcción de los mapas conceptuales desde el punto de vista del aprendizaje, además fue considerada como una dificultad de fácil resolución, siempre que los alumnos pidiesen ayuda para la profesora.

Pregunta 7 – *Usted ha elaborado mapas conceptuales en parejas/grupos. ¿Usted cree que trabajar con otros colegas ha sido benéfico? ¿De qué forma?*

En el Gráfico 7 se observa que la mayoría de los alumnos que respondieron el cuestionario dijeron que era benéfico trabajar en parejas, mientras que 7 afirmaron que prefieren trabajar solos.

Los alumnos que prefieren trabajar solos alegan que no tienen tiempo para encontrarse con los colegas fuera del horario de clase o que los colegas no asumen responsabilidades, como expresan los siguientes comentarios:

“- No creo que es benéfico, hoy en día son pocos los universitarios que tienen tiempo para la construcción de los mapas. Aunque se nos daba tiempo en clase, acabábamos usando ese tiempo para leer y intercambiar ideas sobre el contenido del mapa, y no

para la construcción del mismo. Y no todos los compañeros tienen el programa de ordenador para la construcción de los mapas, o sea, 80% de las veces, el mismo colega se quedaba responsable de la parte final. En resumen, el trabajo en grupo es rico para el intercambio de ideas y aprendizaje del contenido, pero no para la construcción del mapa” (ALUMNO 37).

“- No, pues en el mercado de trabajo cada uno se las tiene que apañar solo, además muchos no muestran interés y otros lo tienen que hacer todo” (ALUMNO 52).

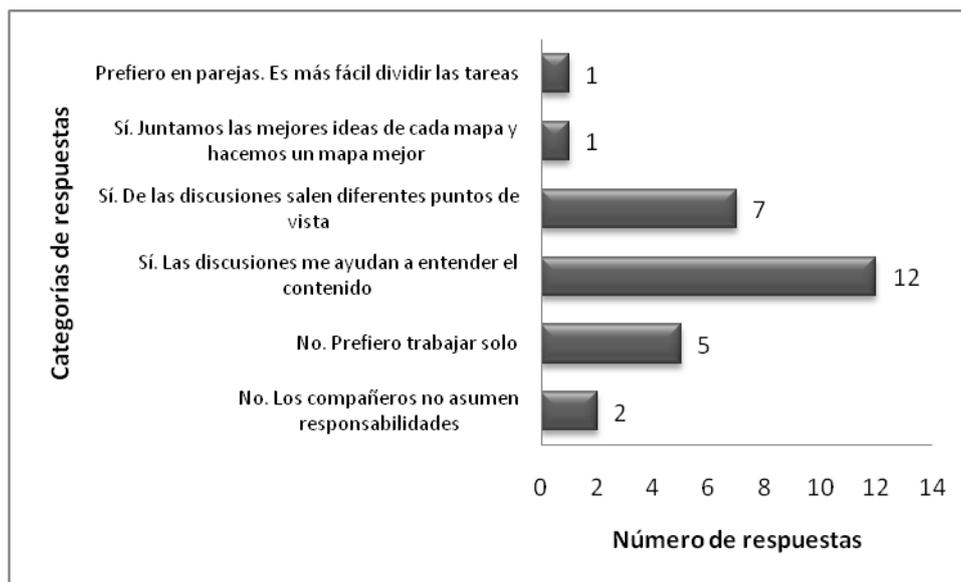


Gráfico 7 – Categorías × frecuencia de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 7 del cuestionario.

En la literatura se encontró un relato de experiencia de uso de los mapas conceptuales con niños de 4 a 6 años en el que se observó que los niños no estaban inclinados a dividir sus ideas con los colegas o seguir el grupo (Mancinelli, 2006). Prefieren trabajar solos porque el mapa conceptual es percibido cómo una secuencia individual de situaciones, que expresa la peculiaridad del proceso de aprendizaje. Ese tipo de actitud parece ser pertinente para la edad de los alumnos investigados.

Pero la mayoría de los alumnos de la presente investigación respondió que creía que es benéfico trabajar en parejas o grupo, básicamente porque entran en contacto con diferentes puntos de vista, porque las discusiones ayudan a entender mejor el contenido y porque juntando varias ideas es posible construir un mapa final mejor:

“- Sí. Porque nos ayudamos, de forma que a lo largo de la construcción del mapa nosotros explicamos el contenido uno para el otro de varias formas, haciendo que el entendimiento del mapa sea más fácil” (ALUMNA 48).

“- Con seguridad. Solo es muy difícil, los colegas exponen sus ideas, cada uno conversando con el otro, leyendo juntos. Es mucho mejor en grupo, sin duda ninguna, ese encuentro para hacer los mapas ya es un estudio para la prueba” (ALUMNA 55).

“- Sí, pues cada uno tiene una forma diferente de ver la materia y varias cabezas pensando juntas hace la materia más fácil” (ALUMNA 64).

Para San Martín, Echeverría, Albisu García, González García (2008), la experiencia de trabajo en equipo les permitió a los estudiantes la adquisición de una serie de habilidades básicas que serían de gran utilidad en sus futuras carreras (habilidad para trabajar en grupo, generar sinergias y empatía entre miembros del grupo, comunicación oral y escrita). En el estudio de Scott, Pelley y Taylor (2006) se verificó que parece que los estudiantes de Máster en Entrenamiento Atlético y Terapia Ocupacional preferían construir mapas conceptuales en grupo en lugar de realizar la actividad individualmente. Los autores también complementan que las actividades de elaboración de mapas conceptuales en grupo ayudan los estudiantes a enseñar sus colegas y a aprender nuevas formas de relacionar conceptos. Además, las actividades cooperativas también permiten que los estudiantes tengan *insights* y entiendan preferencias de aprendizajes diferentes y alientan a respetar esas diferencias.

Pregunta 8 – *Si usted pudiese escoger entre trabajar solo o en grupos para construir mapas conceptuales, ¿qué preferiría? ¿Por qué?*

En esta pregunta, 11 alumnos respondieron que prefieren trabajar en grupo, 10 en parejas, 9 solos y 1 dijo que depende de los colegas que formen el grupo. Las categorías se encuentran en el Gráfico 8.

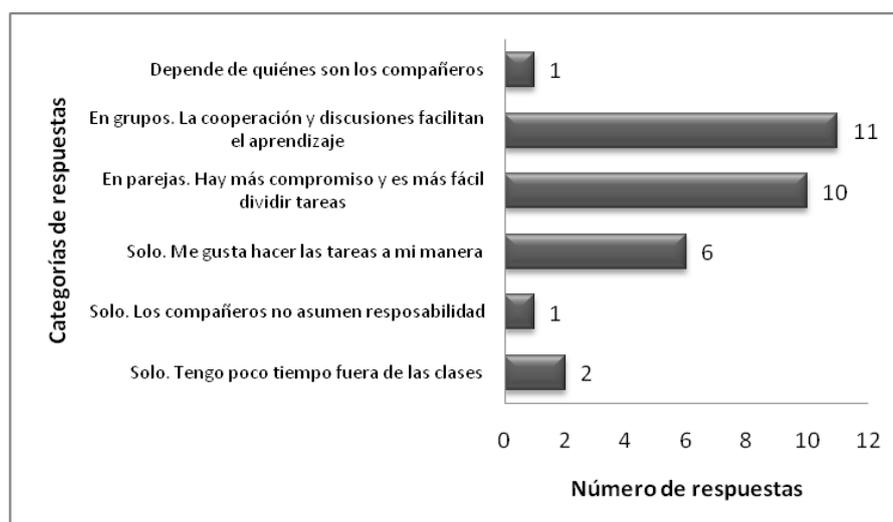


Gráfico 8 – Categorías × frecuencia de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 8 del cuestionario.

Las repuestas más frecuentes apuntaron que los alumnos prefieren trabajar en grupos por el hecho de que de las discusiones emergen diferentes puntos de vista y porque esas discusiones ayudan a entender el contenido. Gouveia y Valadares (2004) argumentan que las opiniones diferentes de los alumnos, mientras construyen mapas conceptuales, les ayudan a percibir la importancia del intercambio de ideas, de la conquista del crecimiento personal y de equipo y de las actitudes positivas con relación al respeto a los diferentes puntos de vista, tolerancia y comprensión sobre la importancia del diálogo.

Scott, Pelley y Taylor (2006) están de acuerdo con esas conclusiones y complementan que las actividades de construcción de mapas conceptuales en grupo ayudan los estudiantes a enseñar a sus colegas, a aprender nuevas formas de relacionar conceptos y a tener *insights*.

Además, se puede pensar que en esos diversos puntos de vista, citados por los entrevistados, esté también incluido el hecho de compartir diferentes situaciones, lo cual, según la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, ayuda a dar sentido a los conceptos.

Por otro lado, no se le puede quitar la razón a los alumnos que prefieren trabajar solos cuando alegan que sus colegas no asumen responsabilidades. El trabajo en grupo requiere madurez y compromiso y, aun tratándose de alumnos de enseñanza superior, no todos tienen los mismos intereses, además, esa postura de no asumir la responsabilidad en las tareas en grupo por parte de los alumnos trasciende el contexto de este estudio. Más aún, durante el período de investigación, a veces algunos alumnos manifestaban que querían que algún colega saliera del grupo en función de su escasa participación, o incluso, por la falta de contribución. O vemos actitudes como la de la ALUMNA 44, que prefirió retirarse del grupo por no concordar con la postura de los colegas que no les prestaban atención a los otros:

“- Sola, porque la mayoría de las veces uno del grupo se ahorra porque el colega entendió la materia, entonces cada uno debía hacer su propio mapa” (ALUMNA 44).

De cualquier forma, la profesora entendió como legítimas las razones presentadas por los alumnos que prefirieron trabajar solos, destacando que fueron solamente algunos casos aislados.

En esa investigación varios alumnos mencionaron la *falta de tiempo* como un factor que interfiere en la construcción de los mapas conceptuales, como fue el caso del ALUMNO 37 al responder la pregunta 8:

“- (...) Mis horarios son completamente 'absurdos' y depender de la memoria y de la responsabilidad de los otros me llevaba a trabajar hasta altas horas de la madrugada” (ALUMNO 37).

No obstante, a lo largo de los semestres lectivos en los que éste estudio fue conducido, la profesora cedía tiempo de la clase para que los alumnos pudiesen reunirse en grupos y construir sus mapas. Algunos alumnos simplemente se iban, diciendo que quedarían con los colegas en un horario en común fuera del horario de clase, o que cada uno haría su mapa conceptual individualmente y después los compartirían por e-mail entre los colegas de grupo. La mayoría de los alumnos permanecía en clase trabajando en grupos en la construcción del mapa conceptual. Aun así, la profesora observaba que el tiempo disponible no era suficiente, principalmente cuando se trataba de alumnos que estaban entrando en contacto con la técnica por primera vez. Moni y Moni (2008) destacaron la importancia de darles a los estudiantes amplio tiempo para emprender la tarea y asignar peso a la tarea de evaluación. Sin embargo, se cree que esa mayor disponibilidad de tiempo solo contribuirá con la calidad de los trabajos si los alumnos se disponen a aprovecharla para esta finalidad. Una mayor disponibilidad de tiempo durante las clases no debe ser interpretada como un deseo del profesor de no dar clases o como si fuese período libre, sino como un espacio abierto al debate, discusión de ideas y de mediación entre profesor y alumnos.

Rendas, Fonseca y Pinto (2004) presentaron un relato de experiencia con uso de mapas conceptuales con los alumnos de Medicina, en el cual les pidieron a los alumnos que rellenasen un cuestionario sobre los mapas conceptuales. En aquella ocasión, los alumnos también se quejaron de la cantidad de tiempo que demandaba la tarea.

Heinze-Fry (2004) encontró resultados semejantes y Daley (2004) aún añadió a la queja de alta demanda de tiempo de los alumnos, la necesidad de superar una eventual falta de deseo de cambiar la estrategia de aprendizaje.

Así como en la presente investigación, Silva y Sousa (2007) también esperaban un desempeño mejor de los alumnos con relación a los conceptos enseñados, pero les quedó claro que el corto período de tiempo para desarrollar el estudio puede haber contribuido decisivamente para ese cuadro.

Pregunta 9 – *¿Usted suele cambiar impresiones con su profesor durante la confección de los mapas conceptuales? ¿En qué aspectos necesita la ayuda del profesor durante la construcción de los mapas conceptuales?*

Conforme el Gráfico 9, la mayoría de los alumnos afirmó que cambia impresiones con la profesora por los diversos motivos expuestos.

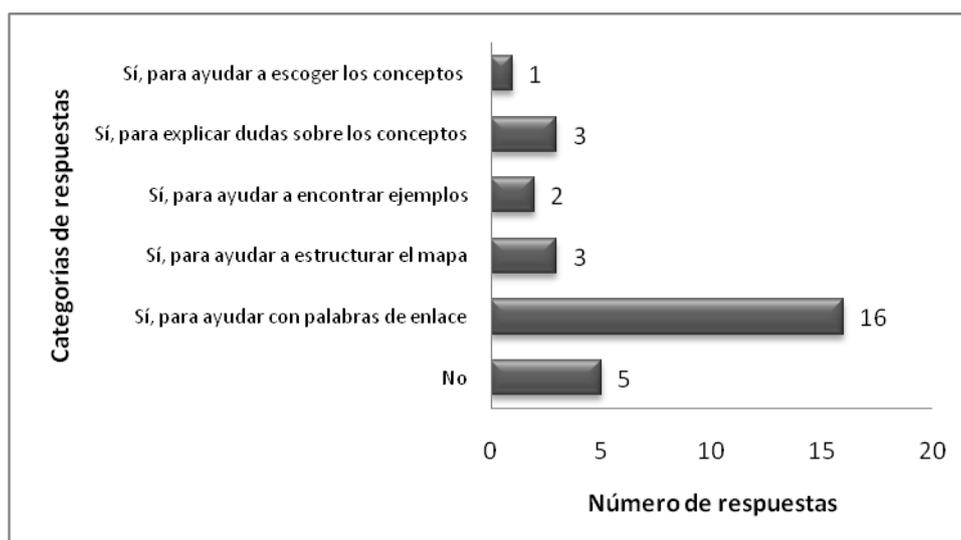


Gráfico 9 – Categorías × frecuencia de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 9 del cuestionario.

Entre las respuestas de los alumnos que afirmaron interactuar con la profesora, la más frecuente fue en el sentido de pedir auxilio con las palabras de enlace ($n = 16$), lo que es coherente con las respuestas más frecuentes a la pregunta 6 del cuestionario, es decir, los alumnos identificaron que su principal dificultad en la construcción de los mapas conceptuales fue encontrar buenas palabras de enlace entre los conceptos, como se puede observar en las siguientes respuestas:

“- *Sí, para saber si las relaciones están correctas y qué puede mejorar*” (ALUMNA 62).

“- *Sí, para encontrar palabras de enlace*” (ALUMNA 67).

“- *Sí, pido ayuda en enlaces entre conceptos*” (ALUMNO 70).

La profesora también era solicitada en otras situaciones:

“- *Para saber si algunos conceptos pueden tener más enlaces, o para entender mejor algún concepto*” (ALUMNO 64).

“- *Sí, la profesora siempre da ideas, de las cuales surgen más ideas, y el mapa se transforma y se va quedando más completo*” (ALUMNA 38).

“- *Con seguridad. A cada clase aclaro mis dudas, sea en el aspecto de no entender alguna relación, o incluso en algún ejemplo que puedo añadir*” (ALUMNA 49).

Los demás alumnos, que respondieron que solían cambiar impresiones con la profesora, lo hacían para que ella les auxiliase en la elección o para aclarar dudas sobre los conceptos, para ayudar a encontrar ejemplos o a mejorar la estructura del mapa conceptual.

Algunos alumnos prefirieron no pedir auxilio o interactuar con la profesora y justificaron sus respuestas:

“- *En este semestre no cambié muchas impresiones, pero realmente creo necesario tener ese contacto con la profesora para una absorción del conocimiento*” (ALUMNA 51).

“- *Yo no suelo hablar con la profesora, pues soy muy tímida, pero con los colegas sí*” (ALUMNA 55).

“- *Durante la construcción, no. Prefiero terminar el mapa y después pedir la opinión de la profesora y si es necesaria una corrección, será realizada sólo al final del mismo. Si lo hiciera durante, creo que estorbaría mi raciocinio*” (ALUMNO 57).

En estudios anteriores, ya se había destacado la importancia de la mediación del profesor en la construcción de mapas conceptuales. Aunque el estudio de Iraizoz Sanzol y González García (2008) no haya sido conducido con estudiantes universitarios, sino con alumnos de 5° de la Escuela Primaria, quedó evidente que la intervención del profesor en el proceso de aprendizaje de los niños de esa edad se mostró esencial en la negociación de significados.

Figueiredo, Lopes, Firmino y Souza (2004) trabajaron con niños aún menores y observaron que el poco tiempo disponible para construir mapas conceptuales tuvo impacto en los resultados, aún más porque los niños frecuentemente faltaban a las clases, luego sin ningún tipo de auxilio, los alumnos no conseguían establecer relaciones jerárquicas entre los conceptos.

Hugo y Chrobak (2004) presentaron una propuesta fundamentada en la utilización de mapas conceptuales para promover en estudiantes universitarios de Física el aprendizaje de la cinemática por autorregulación. La mayoría de los alumnos consideró ese tipo de estrategia útil para el aprendizaje de la cinemática, además de haber tenido la oportunidad de que negociar discrepancias entre sus mapas conceptuales con el profesor para mejorarlos, reforzando el papel de la mediación del profesor en la autorregulación de los alumnos.

Pregunta 10 – *Además de lo que usted ha hecho con sus mapas conceptuales construidos (revisión constante de esos mapas conceptuales) en la Biomecánica, ¿qué otras cosas cree que podría hacer con mapas conceptuales en ésta y en otras asignaturas?*

En esta pregunta no se observó superioridad de una respuesta sobre las otras, como se ve en el Gráfico 10. La mayoría de las repuestas destacó uso de los mapas conceptuales para estudiar para las pruebas (n = 8), para presentar trabajos (n = 7) y para facilitar la comprensión de los contenidos (n = 7). Algunos alumnos también dijeron que utilizarían los mapas conceptuales en la preparación de las clases (n = 1), como material de consulta (n = 1)

y como forma de evaluación ($n = 3$). Solamente 4 alumnos respondieron que no sabían cómo usar los mapas conceptuales en otras asignaturas.

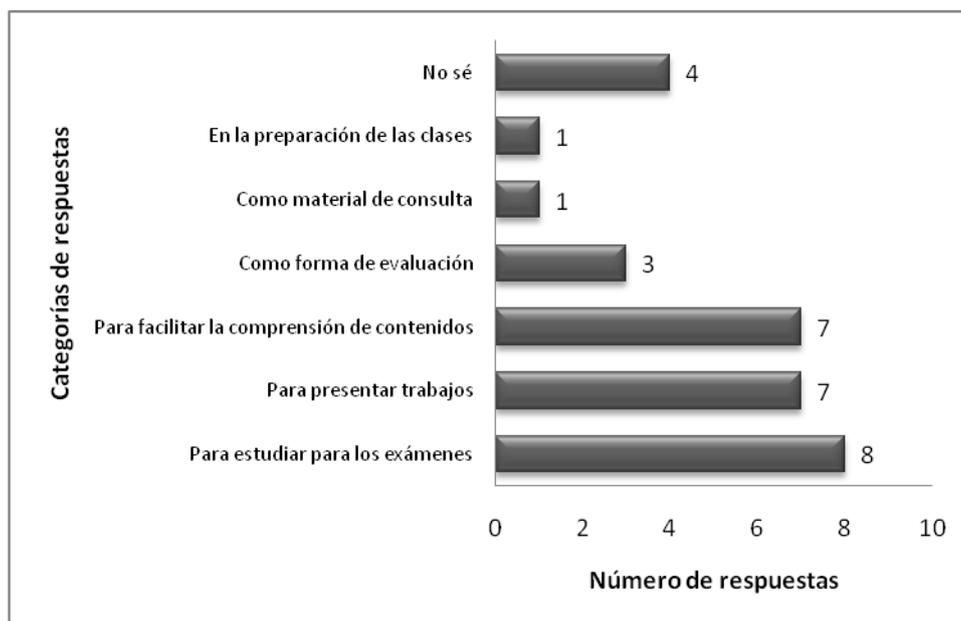


Gráfico 10 – Categorías × frecuencia de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 10 del cuestionario.

En varios estudios anteriores se pudo observar que los alumnos reconocen el potencial de los mapas conceptuales para estudiar/aprender, es decir, como una herramienta de metacognición (Rendas, Fonseca y Pinto, 2006; Walker, King y Cordray, 2003; Tifi y Lombardi, 2008; Derbentseva y Safayeni, 2008; Iuli y Helldén, 2004; Bolte, 2006; Toigo y Moreira, 2008; Melero-Alcíbar y Carpena, 2006 y Taber, 1994), así como también hay una diversidad de estudios que destacan que los alumnos creen que los mapas conceptuales son útiles para la adquisición de conocimiento (Mostrom, 2008; Alonso, 2008; Hugo y Chrobak, 2004; Daley, 2004; Afamagasa-Fuata'i, 2004b; Calderón-Steck, 2006; Duarte y Henao-Cálad, 2006; Vakilifard, Armand y Baron, 2006 y Silva y Sousa, 2007), dando soporte a los descubrimientos de esa investigación.

Hay que destacar algunas respuestas y comentarios:

“- Cuando empezaron esos mapas, tenía miedo, hoy... me veo haciendo mapas para cualquier explicación, y no sólo en Biomecánica, los usé hasta en Psicomotricidad. Cojo el concepto y voy relacionando” (ALUMNA 49).

“- Podría estar utilizando los mapas en otras asignaturas, para estudio de pruebas y presentación de trabajos, pueden sustituir los clásicos trabajos de diapositivas” (ALUMNO 38).

“- Ya los hice en otras asignaturas y tuve un buen desempeño, creo que más profesores deberían realizar ese tipo de evaluación” (ALUMNA 59).

“- Uso mapas para hacer mis trabajos en otra asignatura, es un recurso diferente de los otros grupos que presentan y acabo explicando mucho mejor” (ALUMNO 64).

Pregunta 11 – ¿Le gustaría que su profesor continuase utilizando mapas conceptuales en las clases de Biomecánica?

El Gráfico 11 muestra que todas las respuestas fueron favorables al uso de los mapas conceptuales en la asignatura de Biomecánica.

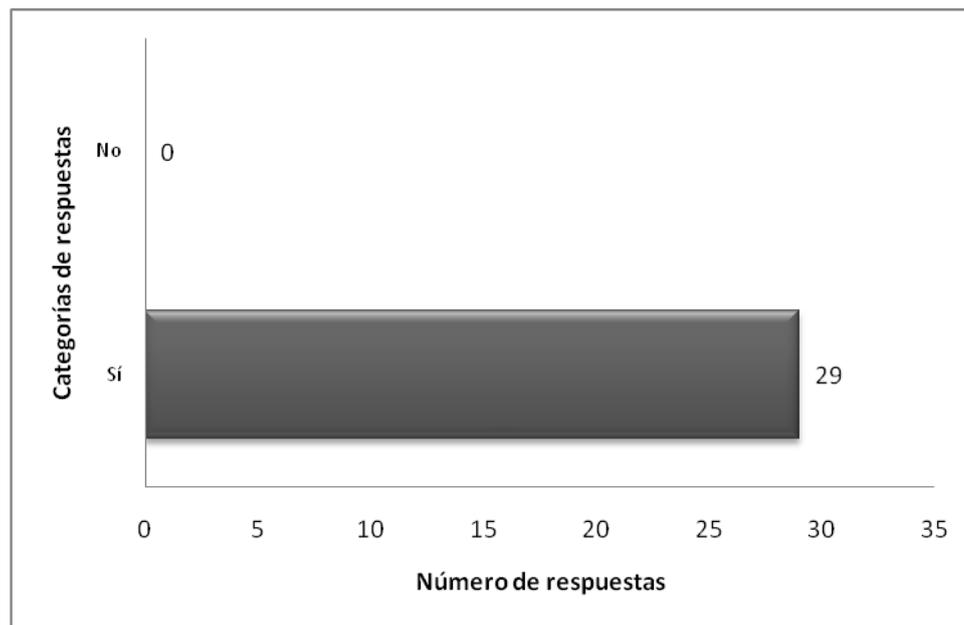


Gráfico 11 – Respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 11 del cuestionario.

La mayor parte de las respuestas fue simplemente “sí”. Algunos alumnos justificaron sus respuestas:

“- Es una buena forma de estudiar, pero tiene que tener más ejemplos” (ALUMNA 50).

“- Sí, pues fue la única manera de entender los conceptos que están super-relacionados en esa materia” (ALUMNO 52).

“- Sí, vuelvo a decir que el método es válido, pero no estoy de acuerdo en que la construcción del mapa sea en grupos” (ALUMNO 37).

“- Me gustaría, pero no me gustaría presentarlo. Creo que sólo para entender mejor” (ALUMNO 72).

“- Primero tendría que entenderlo mejor, después podría usarlos. Sin los mapas creo que sería más difícil, sólo leer no es muy eficaz” (ALUMNA 63).

En un primer momento se podría pensar que los alumnos dieron respuestas favorables a esa pregunta para agradar a la profesora, lo que, de hecho, puede haber ocurrido en algunos casos, pero se cree que no sea el caso con todos, ya que los cuestionarios fueron realizados cuando los alumnos ya sabían sus notas y hay que recordar también que podían entregarlo anónimamente.

Además, a lo largo de los semestres subsiguientes a esa investigación, varios alumnos se encontraban con la profesora, en la facultad, y elogiaban el uso de los mapas conceptuales en Biomecánica, diciendo que los estaban utilizando para estudiar para otras asignaturas, cuestionando por qué otros profesores no los utilizaban. También querían saber si era posible que, cuando fuesen a presentar sus trabajos de conclusión de curso, lo hiciesen a través de mapas conceptuales en lugar de las tradicionales presentaciones en diapositivas realizadas en *Power Point*.

Mostrom (2008) comparó la eficacia de un curso basado en mapas conceptuales y dio un curso impartido a través de clases tradicionales utilizando tres evaluaciones (una de conocimiento y dos actitudinales con alumnos de la facultad de Biología y verificó que los alumnos construían mapas conceptuales progresivamente más complejos a lo largo del semestre y percibieron la experiencia en el curso con mapas conceptuales como centrada en el alumno, engrandeciendo experiencias que promueven interacciones así como adquisición del conocimiento. En aquel contexto, los alumnos prefirieron el formato de curso con mapas conceptuales a las clases tradicionales. Toigo y Moreira (2008) también observaron una buena aceptación de la herramienta por parte de los alumnos en diferentes asignaturas de Educación Física, dando a entender que el uso de los mapas conceptuales parece haber incrementado la predisposición para aprender por parte de los alumnos.

Sin embargo, la literatura no es unánime en cuanto a la preferencia de los alumnos por un formato donde predomine el uso de mapas conceptuales como estrategia didáctica y de evaluación en lugar de una enseñanza más tradicional. Impresiones diferentes fueron encontradas por Alonso (2008) y Bolte (2006) los cuales verificaron que, aunque sus alumnos admitiesen que se acordaban mucho más de lo que habían aprendido por medio de los mapas conceptuales, los mismos preferían métodos más tradicionales por demandar menos esfuerzos.

Los alumnos que participaron en la presente investigación, algunas veces se quejaban de que la construcción de mapas conceptuales es realmente una actividad trabajosa, principalmente cuando no dominan la técnica y/o el programa de ordenador sugerida para facilitar la organización, pero no se mostraron, en ningún momento, resistentes a la propuesta.

Aunque la profesora haya observado en algunas oportunidades una cierta falta de interés de los alumnos en las presentaciones de los compañeros, hay que tener claro que un cambio repentino de un método tradicional de enseñanza y evaluación, consolidado hace tanto tiempo, por un método no tradicional de elaboración de mapas conceptuales puede, inicialmente, haber despertado una diversidad de sentimientos en los alumnos: miedo a lo desconocido, ansiedad por no saber si conseguirían realizar la tarea de acuerdo con las expectativas de la profesora, mala gana por tener que asumir una pro-actividad frente al criterio de sorteo de la presentación impuesto por la profesora, y, por otro lado, ganas de encarar el desafío e, incluso, disposición para aprender entre tantas otras posibilidades. Se destaca que la mayoría de los alumnos fue bastante receptiva, encarando la propuesta con cierta tranquilidad. Tal vez las expectativas de la profesora fuesen demasiado altas y los resultados hayan sido bastante positivos, con una tendencia a mejorar a lo largo del tiempo en la medida en que la nueva dinámica se consolide en el cotidiano de esa y de otras asignaturas. Una vez que los alumnos hayan incorporado la técnica, es probable que saquen mucho más provecho de la herramienta.

Pregunta 12 – *Si usted fuese a dar clases de un determinado contenido, ¿usaría mapas conceptuales en la preparación de las clases? ¿Con los alumnos?*

Nuevamente, como muestra el Gráfico 12, los alumnos fueron ampliamente favorables a usar los mapas conceptuales, esta vez, en su práctica profesional.

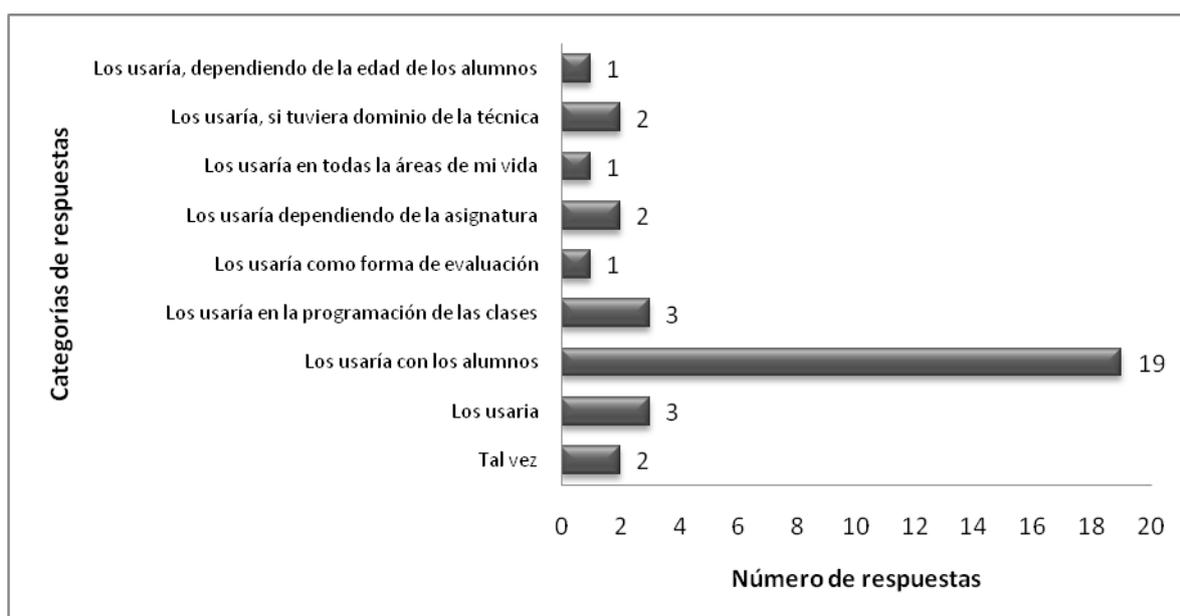


Gráfico 12 – Categorías × frecuencia de respuestas dadas por los alumnos a la pregunta 12 del cuestionario.

Aunque dos alumnos hayan respondido, tan sólo que *tal vez* utilizasen mapas conceptuales, los demás respondieron que los utilizarían en diferentes contextos, siendo que la mayoría (n = 19) afirmó que los usaría con los alumnos.

El ALUMNO 56 contestó:

“- Dependiendo de la edad de los alumnos, sí los usaría” (ALUMNO 56).

Aunque pueda parecer para algunas personas que los mapas conceptuales son complicados de construir, o que serían necesarias competencias específicas para dominar la técnica, ya hay relatos de experiencias de uso de esa herramienta desde la más tierna edad.

Aquilino y Venditti (2006) describieron una experiencia con mapas conceptuales en una escuela del jardín de infancia (niños con edades entre 3 y 6 años) situada en una región de Italia con privaciones económicas y culturales. Los principales objetivos fueron: desarrollar habilidades científicas básicas en los niños para que organicen el pensamiento, reconstruyan y retomen sus conocimientos y aumenten el lenguaje y habilidades científicas. Además, en aquel contexto, los mapas conceptuales también ayudaron profesores y alumnos a descubrir errores y concepciones alternativas precozmente, de manera que posibiliten la organización de planes didácticos individualizados para corregirlos. Por tanto, la edad no debe constituir una barrera para el uso de los mapas conceptuales como instrumento didáctico, siempre que sean aplicados de acuerdo con el nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos.

Dos alumnos dijeron que usarían los mapas conceptuales si dominasen la técnica, como fue el caso del ALUMNO 72:

“- Si yo supiese aplicarla, sí. Y se podría usar en cualquier materia” (ALUMNO 72).

La reflexión de esos dos alumnos, representada por el comentario del ALUMNO 72, da a entender que hay una preocupación con “cómo hacer”, es decir, que la estrategia de elaboración de mapas conceptuales sigue criterios y que, por lo tanto, no puede ser utilizada de cualquier forma. Veloz, Rodríguez y Veloz (2008) observaron ignorancia y confusión sobre reglas, representación e implementación de los mapas conceptuales, lo que los llevó a reflexionar sobre la necesidad urgente de un entrenamiento en ésta y en otras técnicas tan pronto como sea posible para que sean incorporadas a la experiencia de los profesores así como a la continuidad de la mejora de su desempeño profesional.

Además, Miller, Cañas y Novak (2006) apuntan que la fuente primaria de informaciones de los profesores sobre mapas conceptuales son los profesores universitarios, por eso, es urgente que se revise lo que se está enseñando sobre mapas conceptuales a nivel universitario.

Varios alumnos que participaron de ese estudio afirmaron que estaban teniendo contacto con la estrategia de mapas conceptuales por primera vez. Por tanto, si pretenden utilizarla en sus prácticas profesionales, es deseable que refuercen sus conocimientos a respecto.

Algunos alumnos respondieron que usarían mapas conceptuales como forma de evaluación (1), en la planificación de las clases (3), en todas las áreas de la vida (1), o los usarían dependiendo de la asignatura (2). Los mapas conceptuales, aunque sean originarios del área de enseñanza de ciencias, ya se están utilizando en una diversidad de áreas, como se mostró en la Tabla 13. Como para varios de esos alumnos, ése fue el primer contacto con mapas conceptuales, es posible que no supiesen que la construcción de mapas conceptuales puede ser aplicada en diferentes áreas del conocimiento.

A modo de síntesis, en la perspectiva de los alumnos:

- los cálculos y fórmulas fueron los puntos más difíciles en el aprendizaje de la Biomecánica;
- los mapas conceptuales fueron identificados como útiles para aprender, estudiar y comprender los contenidos, para aclarar dudas y para evitar tener que memorizar la materia;
- la construcción de mapas conceptuales ayudó en el aprendizaje de conceptos científicos principalmente en función del establecimiento de relaciones entre conceptos, por ayudar a entender los contenidos; porque para presentarlos hay que dominar todo el asunto y porque son claros y objetivos;
- la utilización de un programa de ordenador facilita la construcción; mejora la organización y la presentación estética de los mapas conceptuales;
- las principales dificultades en la construcción de los mapas conceptuales fueron encontrar palabras de enlace entre los conceptos; identificar los conceptos-clave y usar el programa de ordenador;
- la posibilidad de construir mapas conceptuales en grupo fue considerada benéfica en función de las discusiones, que ayudaron a entender el contenido y por los diferentes puntos de vista que surgieron de esas discusiones;
- es preferible construir mapas conceptuales en grupo, porque la cooperación y las discusiones facilitan el aprendizaje, o en parejas, por la facilidad de dividir tareas. Pero, si no hay responsabilidad por parte de los colegas o si hay

problema de tiempo fuera del horario de clase, es preferible trabajar individualmente;

- la posibilidad de revisar los mapas (recursividad) a lo largo de una unidad de enseñanza fue considerada una buena idea;
- la interacción con la profesora es útil para ayudar a encontrar palabras de enlace; para aclarar dudas sobre conceptos; para auxiliar en la elección de los conceptos; para auxiliar en la estructura del mapa o ayudar a encontrar ejemplos;
- además de las clases de Biomecánica, los mapas conceptuales podrían ser utilizados para estudiar para pruebas, presentar trabajos, facilitar la comprensión del contenido, en la preparación de las clases, como material de consulta y como forma de evaluación;
- sería bueno si la profesora continuase utilizando mapas conceptuales en Biomecánica y
- si fuesen profesores, utilizarían los mapas conceptuales principalmente con sus alumnos, pero también en la programación de las clases y como forma de evaluación.

6.6 Síntesis de las observaciones y consideraciones finales sobre el segundo estudio

El objetivo de ese estudio emergió de los resultados del primer estudio, que apuntaron la necesidad de buscar otras estrategias de enseñanza que facilitasen la conceptualización, de manera que fuese posible superar las dificultades de los alumnos en la resolución de problemas-tipo, favoreciendo el aprendizaje significativo de la Biomecánica. La alternativa pensada fue el uso de los mapas conceptuales como instrumento didáctico y de evaluación, lo que fue concretado durante dos semestres lectivos. Los dos enfoques, el primero como estrategia didáctica facilitadora del aprendizaje significativo de los conceptos de cinética y cinemática del campo conceptual de la Biomecánica, en una perspectiva de trabajo colaborativo mediado por una profesora y el segundo como estrategia de evaluación del aprendizaje de los respectivos temas. Además, también se verificó la opinión de los alumnos sobre el uso de los mapas conceptuales en esa misma asignatura.

Los alumnos, al ingresar en la asignatura, recibieron instrucciones sobre la construcción de mapas conceptuales en una perspectiva de trabajo colaborativo mediado por

la profesora y recibieron información a respecto de todos los procedimientos de evaluación. El cotidiano de las clases incluyó clases expositivas, clases prácticas, clases de resolución de problemas-tipo y de problemas cualitativos, clases para la construcción y presentación de mapas conceptuales y clases de evaluación (pruebas escritas y presentaciones orales de mapas conceptuales).

El acompañamiento y mediación de la profesora en la construcción, presentación y evaluación de los mapas conceptuales fue constante a lo largo de los dos semestres y los registros se obtuvieron a partir de las anotaciones en un diario, de las respuestas de la prueba escrita, de los mapas conceptuales entregados y presentados y de las respuestas del cuestionario de opiniones de los alumnos sobre la propuesta de enseñanza y de evaluación.

Aunque no se haya tenido ninguna pretensión de generalizar los resultados de esa investigación, ya que fue conducida en el paradigma cualitativo, se calcularon los coeficientes de correlación de Spearman para medir la intensidad de la relación entre las variables de interés de ese estudio. Solamente se observaron correlaciones significativas entre las variables *nota del mapa conceptual* con las *preguntas 1 y 4* y con el *número de versiones del mapa; estructura* con las *preguntas 1 y 4* y *proposiciones* con las *preguntas 1 y 4*. La *pregunta 1* era la que les pedía a los alumnos que, a partir de situaciones dadas, identificasen si se trataba de ejemplo de torque o fuerza y la *pregunta 4*, también a partir de situaciones dadas, pedía que indicasen si se trataba de ejemplo de equilibrio estable, inestable o indiferente.

Sin embargo, la ausencia de significancia estadística en las demás correlaciones calculadas no significa un fracaso en la propuesta del uso de los mapas conceptuales, como estrategia didáctica y como estrategia de evaluación, por varios motivos. En primer lugar, hay que destacar que el uso de mapas conceptuales era inédito para los alumnos de Educación Física en la institución investigada, y probablemente, en Brasil. Como ya se pudo observar a través de la revisión de la literatura, no se encontraron estudios anteriores a ese respecto en esa área. Por lo tanto, no era posible saber, *a priori* cuáles serían los resultados de la implementación de esa estrategia en ese contexto. Además, los resultados de investigaciones anteriores realizadas en otras áreas de conocimiento eran altamente favorables y animadores, sugiriendo que los mapas conceptuales podrían ser la solución para las dificultades presentadas por los alumnos en el primer estudio, lo que acabó generando una gran expectativa por parte de la investigadora. Analizando los intentos de resolución de problemas tanto en las clases como en las pruebas, se observó una mayor facilidad por parte de los alumnos para resolver problemas cualitativos, pero lo mismo no ocurrió con relación a los problemas-tipo, como ya había sido constatado por Gangoso (1997) en el área de la Física y

por Fechner y Sumfleth (2008) en el área de la Química. Para fines de análisis, en el segundo estudio, se propusieron los mismos problemas-tipo del primer estudio (algunos enunciados fueron reformulados para suprimir problemas con mala-formulación o ambigüedades apuntadas en el primer estudio) y también se propusieron problemas de solución más cualitativa por creer que ese tipo de problema es de aplicación práctica y más directa en el cotidiano del educador físico, al contrario de los problemas-tipo, que tienen más aplicabilidad en estudios de laboratorio destinados a una minoría de profesionales del área). Entonces, ¿por qué insistir en los problemas-tipo si los problemas cualitativos parecen más útiles en el cotidiano del educador físico? Simplemente porque en los libros de texto de Biomecánica consagrados, los problemas de final de capítulo son predominantemente problemas-tipo. Los alumnos que recurren a esos libros como material de estudio, no consiguen entenderlos. Queda claro, entonces que parece haber una urgencia en la reformulación de los problemas propuestos en los libros de Biomecánica, o más que eso, hay urgencia de reformular el enfoque de la asignatura, como se discutió en el primer estudio.

El uso de los mapas conceptuales, con el fin de minimizar las dificultades de los alumnos en la resolución de los problemas-tipo, tuvo lugar debido a la creencia de que un incremento en la conceptualización ayudaría a disminuir las dificultades de carácter conceptual y, con el tiempo, acabarían teniendo alguna repercusión en las dificultades de carácter procedimental. Se observó que, de hecho, hubo una mejora en la resolución de problemas cualitativos (es decir, los que requieren más conocimiento declarativo), pero no en los problemas-tipo, lo que inicialmente causó extrañeza. Primero, porque, analizando las opiniones de los alumnos a lo largo de las clases sobre la propuesta, se observó una postura bastante favorable a la estrategia y, analizando las producciones de los alumnos en términos de mapas conceptuales, los resultados fueron muy positivos, es decir, la media de las notas de los mapas conceptuales fue de 8,8 puntos y la media de aprobados en la asignatura es de 6 puntos. Además, si la evaluación de la asignatura fuese pautada solamente en la construcción y presentación de mapas conceptuales, los resultados habrían sido muy buenos. Sin embargo, al verificar si los alumnos eran capaces de aplicar los conocimientos adquiridos a través de los mapas conceptuales en la resolución de problemas-tipo, los resultados fueron peor de lo que se esperaba, no solamente en función del resultado de la prueba, sino también por el desempeño a lo largo de las clases. Cuando se les pedía resolver problemas fuera del horario de clase, pocos eran los alumnos que conseguían encontrar solución para los problemas-tipo sin ninguna intervención de la profesora, al contrario de lo que ocurría con relación a los problemas cualitativos.

Entonces, ¿qué pensar sobre eso? Los alumnos consiguieron buenos resultados al construir mapas conceptuales y en las presentaciones de los mismos, pero no consiguieron transferir esos conocimientos para auxiliarlos en la resolución de problemas-tipo. En ese sentido, se pueden citar las ideas de Vergnaud (1990; 2009) cuando destaca que el dominio de un campo conceptual por parte del alumno tiene lugar de manera lenta y progresiva y está lleno de rupturas y continuidades. Por tanto, el profesor debe tener cautela al establecer sus expectativas sobre el desempeño de los alumnos a la hora de introducir una estrategia no tradicional con la pretensión de fomentar el aprendizaje significativo, principalmente si esa estrategia es innovadora en el área de conocimiento. Según Greca y Moreira (2003), cada individuo, de acuerdo con sus condiciones individuales y con su capacidad cognitiva, tiene su propio tiempo para que su conocimiento implícito evolucione para explícito, científicamente aceptado. De esa forma, si los mapas conceptuales auxiliaron los alumnos a estructurar mejor su conocimiento declarativo en ese estudio, es posible asumir que puede haber contribuido parcialmente con el aprendizaje significativo de los alumnos. Para auxiliar los alumnos en la resolución de problemas-tipo de Biomecánica, es necesario tomar también otras medidas.

En ese sentido, hay que tener en cuenta que, aunque a veces pueda parecerlo en la literatura especializada, los mapas conceptuales no son una panacea, o sea, pueden ayudar en algunos aspectos (por ejemplo, en la explicitación de la organización de la estructura cognitiva de los alumnos); en otros, no (por ejemplo, en el conocimiento procedimental que es prerequisite para resolver problemas-tipo). Por lo tanto, el profesor debe tener cautela y no debe utilizar solamente mapas conceptuales, esperando que ambas, la evolución conceptual y procedimental, sean alcanzadas. La enseñanza no debe estar basada en una única estrategia principalmente porque los individuos son diferentes.

La misma cautela debe ser observada con relación al uso de los mapas conceptuales como estrategia de evaluación, ya que a través de ellos se pueden enmascarar algunos tipos de dificultades de los alumnos. Además, Moreira y Sperling (2009) verificaron que en las evaluaciones (pruebas, tests), muchos alumnos acaban reproduciendo de forma mecánica lo que supuestamente aprendieron con receta, un esquema automatizado, pero que es ineficaz cuando se propone una nueva situación donde solamente aquéllos que aprendieron significativamente serán capaces de resolver, relacionando el conocimiento adquirido, acomodando, descombinando y recombinando sus esquemas. Esos autores apuntan que los mapas conceptuales tienen un gran potencial para facilitar el aprendizaje significativo, pero es una ilusión pensar que hay una correlación necesaria entre mapas conceptuales y aprendizaje significativo. En el caso del presente estudio, tal vez se pueda añadir que también puede ser

una ilusión pensar que hay una correlación necesaria entre mapas conceptuales y la resolución de problemas-tipo.

Rescatando otra vez la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, hay que recordar que conceptualización (el núcleo del desarrollo cognitivo) es mucho más que jerarquizar, relacionar, diferenciar conceptos. Resolver un problema-tipo con comprensión, con significado, implica dominio de los conceptos en una perspectiva que va más allá de los mapas conceptuales, pues implica aspectos procedimentales y actitudinales que normalmente no son contemplados en los mapas conceptuales.

Otras consideraciones importantes que emergieron de ese estudio:

- *habría sido interesante incluir en la variable estructura un criterio más de evaluación que consistiría en verificar si los principales conceptos de la unidad de enseñanza estaban presentes en el mapa conceptual;*
- *en ese estudio, la propuesta fue de trabajo cooperativo, sin embargo, el mapa conceptual construido en pequeños grupos puede no representar el conocimiento de todos los miembros, si se consideran individualmente;*
- *la interacción social puede tener reflejo en la metacognición, pero el alumno es quien decide si va aprender o no de manera significativa;*
- *la negociación de significados puede no surtir el efecto que se espera si los alumnos no hacen una reflexión sobre las recomendaciones que emergen de las discusiones, en lugar de simplemente incorporarlas, en el sentido de rellenar mejor las lagunas en sus mapas conceptuales;*
- *los mapas conceptuales reflejan fuertemente el material didáctico utilizado como fuente de consulta, lo que refuerza la recomendación de Ausubel de que esos materiales también sean potencialmente significativos.*

Aunque los mapas conceptuales hayan tenido gran aceptación por parte de los alumnos, son necesarios algunos ajustes para potenciar su uso con el objetivo de alcanzar la conceptualización y el aprendizaje significativo.

Desde el punto de vista del uso de los mapas conceptuales como estrategia didáctica en la asignatura de Biomecánica, inspirada en las evaluaciones de los alumnos investigados, se sugiere también:

- *darles más tiempo para la construcción en clase, de forma que el profesor pueda acompañar presencialmente los alumnos para poder auxiliarlos cuando*

presenten dificultades con la técnica, con el contenido o con el programa de ordenador para confeccionar los mapas;

- *promover un cambio de la cultura didáctica tradicional de los cursos de Educación Física para estrategias no tradicionales de enseñanza que desvinculen cada vez más los alumnos del aprendizaje mecánico y los impulsen a asumir la responsabilidad de un aprendizaje más significativo. Los mapas conceptuales pueden ayudarlos en ese sentido;*
- *construir mapas conceptuales colectivamente (es decir, toda la clase, juntamente con el profesor) de forma que permita que el profesor capte cuáles son las dificultades de los alumnos en el transcurso de la unidad de enseñanza y busque estrategias para minimizarlas además de dirimir dudas;*
- *estimular que los alumnos a que también construyan mapas conceptuales individualmente y los expliquen, para verificar si están captando los significados en una perspectiva científica y si coinciden con la visión de su grupo de trabajo;*
- *estimular la inclusión de un gran número de ejemplos que den sentido a los conceptos y que, preferencialmente se diferencien de los que fueron presentados en clase, de modo que se perciba que los alumnos realmente consiguen utilizar los conceptos aprendidos en una amplia gama de situaciones;*
- *estimular los alumnos a, antes de empezar a resolver un problema, construir un mapa conceptual del enunciado con el fin de verificar si hay alguna laguna de conocimiento que represente una barrera para la resolución del problema;*
- *dada su aplicabilidad y de acuerdo con el perfil de los alumnos de Educación Física, priorizar la resolución de problemas más cualitativos, ya que, con excepción de los alumnos que seguirán una carrera académica, los educadores físicos difícilmente necesitarán resolver problemas-tipo en su cotidiano profesional.*

Desde el punto de vista del uso de los mapas conceptuales como estrategia de evaluación, se sugiere:

- *utilizarlos en conjunto con otras estrategias de evaluación, ya que a través de ellos los alumnos se pueden enmascarar algunos tipos de dificultades y, de esa*

forma, el profesor no consigue retomar algunos puntos que puedan merecer más atención;

- *verificar si los conceptos importantes de la unidad de enseñanza están presentes en el mapa conceptual en lugar de atenerse solamente a los que constan en el diagrama. Algunas omisiones que pueden pasar desapercibidas pueden comprometer la comprensión de aspectos importantes del contenido;*
- *adoptar el criterio de sorteo del miembro del grupo que presentará el mapa conceptual cuando no se tiene seguridad de si los alumnos tuvieron suficiente compromiso con la tarea;*
- *además de las producciones en grupo, evaluar mapas conceptuales contruidos individualmente para ver si hay diferencias en esas construcciones;*
- *verificar lo que los alumnos comprendieron del mapa conceptual construido colectivamente y pedir que alteren ese mapa si consideran que hubo omisiones o que pueden ser mejorados desde una perspectiva personal que esté de acuerdo con las concepciones científicas;*
- *considerar diferentes tipos de jerarquía, siempre que manifiesten una diferenciación progresiva de conceptos;*
- *estimular el trazado de enlaces cruzados enfatizando la reconciliación integradora, dejando claro a los alumnos que un aspecto de espagueti en los mapas conceptuales, que, a primera vista, podría parecer que compromete la presentación estética del mapa conceptual, no interfiere negativamente en la evaluación;*
- *interpelar constantemente los alumnos durante las presentaciones, solicitando que presenten diversificadas situaciones o pidiendo que identifiquen conceptos en situaciones dadas para verificar si consiguen aplicar el conocimiento en diferentes contextos. La simple lectura del mapa conceptual sin negociación de significados no es (ni mínimamente) suficiente para que el profesor capte la estructura cognitiva de quien construyó el mapa conceptual.*

Se destaca, a modo de conclusión, que el uso de los mapas conceptuales en la asignatura de Biomecánica en el curso de Educación Física, fue una estrategia innovadora, muy aceptada por los alumnos, que llevó a una mejora en la comprensión de los conceptos de

cinética y de cinemática y que fue una buena estrategia de evaluación. Sin embargo, la estrategia no llevó a la mejora pretendida en la resolución de los problemas-tipo.

De esa forma, si es absolutamente indispensable trabajar como este tipo de problemas, se aconseja que la utilización de los mapas conceptuales sea realizada con parsimonia y que se piense en el uso de otras alternativas didácticas para minimizar las dificultades de los alumnos.

La alternativa que por ahora parece más apropiada consiste en un cambio de paradigma en la asignatura de Biomecánica al proponer un currículo más centrado en problemas más cualitativos, o también problemas abiertos, de manera que se transforme en una asignatura más aplicada y que contemple asuntos y temas más pertinentes al cotidiano del educador físico.

CAPÍTULO VII

CONSIDERACIONES FINALES

7 CONSIDERACIONES FINALES

La Biomecánica empezó a ser introducida en los currículos de Educación Física en Brasil a partir de 1965, cuando se estableció un acuerdo cultural entre Brasil y Alemania (Amadio y Serrão, 2004). Por tanto, se puede considerar que aún es una área bastante reciente. El primer libro en portugués que aborda conceptos de Biomecánica en el análisis del movimiento humano fue escrito por Maria Lenck (1942), mayor nadadora brasileña de todos los tiempos, y está agotado, solamente se puede encontrar en algunas librerías de libros usados. Desde 1980, hasta los días actuales, la Biomecánica como asignatura en el contexto científico-académico está pasando por un expresivo crecimiento y expansión principalmente del campo de aplicación (Zernike apud Amadio y Serrão, 2004). Sin embargo, aunque ya esté consolidada como área de investigación aplicada en el ámbito de la Educación Física, Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Ingeniería, entre otras, aún no se percibe interés en la investigación de cuestiones relacionadas a su enseñanza.

La presente investigación puede ser considerada como uno de los estudios pioneros en enseñanza de Biomecánica, ya que sus objetivos contemplaron la verificación de las dificultades de los alumnos de un curso de Diplomatura en Educación Física en la resolución de problemas en esa área, así como, la implementación de una estrategia potencialmente facilitadora del aprendizaje de los conceptos a ella concernientes, como tentativa de minimizar las dificultades observadas en los alumnos de graduación. Para tanto, se realizaron dos estudios.

El primero tuvo como objetivo identificar, durante el primer semestre del año lectivo de 2007, cuáles eran las dificultades de los alumnos de dos clases de la asignatura Biomecánica del Movimiento en Deportes del curso de Diplomatura en Educación Física de un Centro Universitario localizado en una ciudad de la gran Porto Alegre, Brasil, en la resolución de problemas-tipo de Biomecánica. La investigación fue realizada en el paradigma cualitativo y estaba compuesta por dos etapas. La primera consistió en la observación participante con anotaciones de experiencias vividas en las clases impartiendo contenidos, auxiliando en la resolución de problemas, formulando y aplicando instrumentos de evaluación, registrando acciones e interactuando activamente con los alumnos. La segunda etapa consistió en el proceso de análisis e interpretación de los datos con la finalidad de mejorar el entendimiento de los mismos y buscar indicadores que posibilitasen inferencias de conocimiento posibilitando la presentación de los resultados a los lectores. A partir del análisis de los datos recogidos en las clases y de los obtenidos de las respuestas dadas a las

preguntas de dos exámenes, fue posible categorizar las dificultades en dos grupos: el de las dificultades de carácter conceptual y el de las dificultades de carácter procedimental, siendo que los alumnos investigados presentaron, mayoritariamente, dificultades de carácter conceptual, acompañadas de algunas dificultades de carácter procedimental. Con relación a las dificultades de carácter conceptual, dos merecen ser destacadas. Gran parte de los alumnos, en los dos exámenes, *no supieron qué fórmula escoger o no entendieron el significado de las variables del enunciado*. Además, muchos alumnos *no comprendieron (o no consiguieron interpretar) los enunciados, es decir, no supieron de qué trataban algunas preguntas*, incluso las respondieron bajo otras perspectivas diferentes de la Biomecánica.

De acuerdo con la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, el núcleo del desarrollo cognitivo es la conceptualización. Ya que los alumnos investigados dieron fuertes indicativos de no dominar ese proceso, es difícil imaginar que pueda haber éxito en la comprensión y dominio del campo conceptual de la Biomecánica, que es una de las condiciones necesarias para el éxito en la tarea de resolver problemas. Otro punto que hay que destacar es que, habiendo fórmulas para todo, varios alumnos prefirieron usarlas mecánicamente, lo que refleja un comportamiento típico de novatos. Los novatos presentan conocimientos más fragmentados, desvinculados entre sí, y consideran características superficiales en la resolución de los problemas. Las dificultades presentadas, tanto de carácter conceptual como de carácter procedimental destacadas por los alumnos pueden ser reflejo de la falta de subsunsores, lo que representa un obstáculo para la resolución de problemas, considerando la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel. Otra dificultad se refiere a los enunciados de los problemas-tipo retirados de los libros de texto utilizados, que muchas veces son ambiguos o están mal formulados, lo que interferiría directamente en la interpretación de los mismos por parte de los alumnos. En ese sentido, varios de los problemas-tipo propuestos no se mostraron muy útiles ni como auxiliares en el proceso de conceptualización, fundamental en la visión de Vergnaud, ni como material potencialmente significativo, de acuerdo con Ausubel. Durante el semestre investigado, algunos alumnos también mencionaron que tuvieron dificultad en buscar informaciones en libros de texto por no dominar el lenguaje técnico. El proceso de conceptualización, según Vergnaud, tiene lugar a través del creciente dominio del campo conceptual, que es un proceso lento y gradual, con rupturas y continuidades. La detección de dificultades, tanto de carácter conceptual como procedimental, presentadas por los alumnos que integraron esa investigación posibilitó una reflexión a respecto de los problemas-tipo sugeridos en los libros de texto (los cuales carecen de reformulación, caso continúen integrando el currículo de la asignatura). A partir de los

resultados del primer estudio, se verificó la necesidad de buscar otras estrategias de enseñanza que faciliten la conceptualización, para minimizar las dificultades de los alumnos, favoreciendo el aprendizaje significativo de la Biomecánica.

El objetivo del segundo estudio surgió de los resultados del primero, que apuntaron la necesidad de buscar otras estrategias de enseñanza que facilitasen la conceptualización, de manera que fuese posible sanar las dificultades de los alumnos, favoreciendo el aprendizaje significativo de la Biomecánica. La alternativa pensada fue el uso de los mapas conceptuales durante dos semestres lectivos: como estrategia didáctica facilitadora del aprendizaje significativo de los conceptos de cinética y cinemática del campo conceptual de la Biomecánica, en una perspectiva de trabajo colaborativo mediado por una profesora, y como estrategia de evaluación del aprendizaje de los respectivos temas. Además, también se verificó la opinión de los alumnos sobre el uso de los mapas conceptuales en esa misma asignatura. La investigación también fue realizada en el paradigma cualitativo y tuvo dos etapas. La primera constó de la observación participante en todas las clases de la asignatura *Biomecánica*, impartida por la propia investigadora, en el segundo semestre de 2008 y en el primer semestre de 2009, en un curso de Diplomatura en Educación Física (diurno y nocturno), en el Centro Universitario donde se realizó el primer estudio. En esa etapa, se realizaron observaciones con anotaciones en un diario (sobre experiencias vividas en clases, impartiendo contenidos, citas, comentarios, dudas, respuestas y relatos), ayudando en la construcción de los mapas conceptuales, mediando presentaciones de los mapas, auxiliando en la resolución de problemas, formulando y aplicando instrumentos de evaluación, apuntando acciones e interactuando activamente con los alumnos.

En la segunda etapa, se analizaron los datos con la finalidad de mejorar la comprensión de los mismos y buscar indicadores que hicieran posible realizar inferencias de conocimiento, posibilitando la presentación de los resultados a profesores e investigadores. La introducción al uso de los mapas conceptuales, con el fin de minimizar las dificultades de los alumnos en la resolución de los problemas-tipo, tuvo lugar en función de la creencia de que un incremento en la conceptualización ayudaría a disminuir las dificultades de carácter conceptual y, con el tiempo, acabarían teniendo alguna repercusión en las dificultades de carácter procedimental. Se observó que, de hecho, hubo una mejora en la resolución de problemas cualitativos (es decir, los que demandan más conocimiento declarativo), pero no en los problemas-tipo, lo que inicialmente causó extrañeza. Primero, porque, analizando las opiniones de los alumnos sobre la propuesta, se observó una postura bastante favorable a la estrategia y, analizando las producciones de los alumnos en términos de mapas conceptuales,

los resultados fueron cualitativamente bastante animadores. Sin embargo, al verificar si los alumnos eran capaces de aplicar los conocimientos adquiridos a través de los mapas conceptuales en la resolución de problemas-tipo, los resultados no fueron satisfactorios, tanto en el cotidiano de las clases como en el resultado del examen. Cuando se les pidió a los alumnos que resolvieran problemas, pocos fueron los alumnos que consiguieron encontrar solución para los problemas-tipo sin ninguna intervención de la profesora, al contrario de lo que ocurría con relación a los problemas cualitativos. En ese sentido, hay que rescatar las ideas de Vergnaud (1990; 2009) cuando destaca que el dominio de un campo conceptual por parte del alumno tiene lugar de manera lenta y progresiva y, también, con rupturas y continuidades. Por tanto, el profesor debe tener cautela al establecer sus expectativas sobre el desempeño de los alumnos cuando vaya a introducir una estrategia no tradicional con la pretensión de fomentar el aprendizaje significativo, principalmente si esa estrategia es innovadora en el área de conocimiento. Según Greca y Moreira (2003), cada individuo, de acuerdo con sus condiciones individuales y con su capacidad cognitiva, tiene su propio tiempo para que su conocimiento implícito evolucione para explícito, científicamente aceptado. De esa forma, si los mapas conceptuales auxiliaron los alumnos a estructurar mejor su conocimiento declarativo en ese estudio, es posible asumir que pueden haber contribuido parcialmente con el aprendizaje significativo de los alumnos. Para auxiliar los alumnos en la resolución de problemas-tipo de Biomecánica, es necesario adoptar otras medidas. En ese sentido, hay que ponderar que, aunque muchas veces pueda parecer en la literatura especializada, los mapas conceptuales no son una panacea. Pueden ayudar en algunos aspectos (por ejemplo, en la explicitación de la organización de la estructura cognitiva conceptual de los alumnos); en otros, no (por ejemplo, en el conocimiento procedimental que es pre-requisito para resolver problemas-tipo).

Si la conceptualización es el núcleo del desarrollo cognitivo, como propone Vergnaud, es lógico suponer que es fundamental para la resolución de problemas o, de manera general, para enfrentar situaciones nuevas. Pero hay que tener en cuenta que, según ese autor, los conceptos son definidos por tres conjuntos: uno de situaciones que dan sentido al concepto y que constituyen su *referente*, otro de propiedades e invariantes operatorios que caracterizan su operacionalidad y le dan *significado* y un tercero formado por representaciones que definen su *significante*. Es muy posible que los mapas conceptuales tal como son usados, como estrategia didáctica o de evaluación, no sean válidos para esos tres conjuntos, principalmente para el segundo, el de la operacionalidad. Así, no cabría esperar que tuviesen gran impacto en la resolución de problemas. Los mapas conceptuales pueden ayudar mucho en el aprendizaje

de conceptos, pero la conceptualización, tal como es definida por Vergnaud, requiere también una capacidad de operar con los conceptos, lo cual generalmente no está presente en los mapas conceptuales.

Así, el profesor tiene que tener cautela al utilizar solamente mapas conceptuales esperando que la evolución conceptual sea una consecuencia directa. La enseñanza no debe estar basada en una única estrategia. La misma cautela es necesaria con relación al uso de los mapas conceptuales como estrategia de evaluación, ya que a través de ellos puede que no sea posible identificar algunos tipos de dificultades de los alumnos. Se destaca, sin embargo, a modo de conclusión, que el uso de los mapas conceptuales en la asignatura de Biomecánica en el curso de Educación Física, fue una estrategia innovadora, bien aceptada por los alumnos, que llevó a una mejora de la comprensión de los conceptos de cinética y de cinemática y que fue una buena estrategia de evaluación. Sin embargo, la estrategia no tuvo una significativa mejora en la resolución de los problemas-tipo. De esa forma, si es absolutamente indispensable trabajar con este tipo de problema, se considera que la utilización de los mapas conceptuales debe ser realizada con moderación y que se piense en el uso de otras alternativas didácticas para minimizar las dificultades de los alumnos. La alternativa que parece más apropiada consiste en un cambio de paradigma en la asignatura de Biomecánica, proponiendo un currículo más centrado en problemas más cualitativos, o problemas abiertos, de modo que la asignatura sea más aplicada y contemple cuestiones y temas más pertinentes al cotidiano del profesional de Educación Física.

REFERENCIAS

- ABRAMS, R.; WHITEHORNE, R.; ROSEN, A.; BISH, C.; LEIBOWITZ, J. KUNZ, J. (2006). Teaching concept mapping as assessment to teacher candidates. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 217-220.
- AFAMASAGA-FUATA'I, K. (2004a). An undergraduate student's understanding of differential equations through concept maps and vee diagrams. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- AFAMASAGA-FUATA'I, K. (2004b). Concept maps & vee diagrams for learning new mathematics topics. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- ÅHLBERG, M. (2004a). Concept mapping for sustainable development. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- ÅHLBERG, M. (2004b). Varieties of concept mapping. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- ÅHLBERG, M.; AHORANTA, V. (2008). Concept maps and short-answer tests: probing pupils' learning cognitive structure. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pöhtsamaa: OÜ Vali Press. pp. 260-267.
- ÅHLBERG, M.; VUOKKO, A. (2004). Six year design experiments using concept mapping – at the beginning and at the end of each of 23 learning projects. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- ALI, M.; ISMAIL, Z. (2004). Assessing student teachers' understanding of the biology syllabus through concept mapping. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- ALIAS, M.; SURADI, Z. (2008). Concept mapping: a tool for creating a literature review. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pöhtsamaa: OÜ Vali Press. pp. 96-99.
- ALMEIDA, V.O.; MOREIRA, M.A. (2008). Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da óptica física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 30(4): 4403.
- ALONSO, M.E. (2008). Patagonia Argentina: an educational experience applying CmapTools, developing didactic resource and its use as a tool for meaningful and collaborative learning. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pöhtsamaa: OÜ Vali Press. pp. 214-217.
- AMADIO, A.C.; SERRÃO, J.C. (2004). Biomecânica: trajetória e consolidação de uma disciplina acadêmica. *Revista Paulista de Educação Física*, 18(n. especial): 45-54.

- AMORETTI, M.S.M. (2004). Categorization process and conceptual maps. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- AÑEZ, O.; FERRER, K.; VELAZCO, W. (2006). Una propuesta didáctica basada en la aplicación de mapas conceptuales y trabajo cooperativo en aulas con elevada matrícula estudiantil. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 258-261.
- AQUILINO, C.; VENDITTI, P. (2006). Children discover the fantastic world of the paper. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 40-43.
- ARBEA, J.; CAMPO, F. (2004). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo de las ciencias naturales: análisis de los mapas conceptuales realizados antes y después de la implementación de un módulo instruccional sobre la energía. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- ARROYO, A.P.; TAMAYO, M.F.A.; ALMAZÓN, I.C. (2006). El mapa conceptual y la narrativa histórica. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 208-214.
- ARROYO, E.A. (2004). Desarrollo de mapas conceptuales con niños de kinder y primer grado. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- AUSUBEL, D.P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós, 325p.
- ÁVILA, A.O.; AMADIO, A.C.; GUIMARÃES, A.C.S.; DAVID, A.C.; MOTA, C.B.; BORGES, D.M.; GUIMARÃES, J.S.P.; MENZEL, H.J.; CARMO, J.; LOSS, J.F.; SERRÃO, J.C.; SÁ, M.R.; BARROS, R.M.L. (2002). Métodos de medição em Biomecânica do esporte: descrição de protocolos para aplicação nos Centros de Excelência Esportiva (Rede CENESP-MET). *Revista Brasileira de Biomecânica*, 3(4): 57-67.
- AZEVEDO, A.M.P.; LANDO, V.R.; FAGUNDES, L.; ZARO, M.A.; TIMM, M.I. (2006). Concept maps as a strategy to assess learning in biochemistry using virtual dynamic metabolic diagrams (DMDV). In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 120-127.
- BATISTA, L.A. (2001). A Biomecânica em Educação Física escolar. *Perspectivas em Educação Física Escolar*, 2(1): 36-49.
- BEE, H. (1996). *A criança em desenvolvimento*. Porto Alegre: Artmed. 550p.
- BEIRUTE, L. (2006). Reflexiones teóricas para la implementación de estrategias metodológicas que faciliten la construcción de mapas conceptuales “profundos”. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 503-510.
- BEIRUTE, L.; CORTÉS, G.; GARCÍA, S.; MEZA, A. (2006). La construcción de mapas conceptuales en edad preescolar. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 143-146.
- BERIONNI, A.; BALDONI, M.O. (2004). The words of science: the construction of science knowledge using concept maps in Italian primary school. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.;

- GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- BOLTE, L.A. (2006). Reflections on using concept maps in teaching mathematics. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 213-216.
- BONASTRE, O.M.; PINA, M.J.M. (2006). Uso de mapas conceptuales como técnica de apoyo durante el proceso cognitivo de enseñanza-aprendizaje: experiencia de uso colaborativo con alumnos de la Universidad Miguel Hernandez (UMH). In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 311-314.
- BOUFAOUDE, S.; SALLOUM, S.; ABD-EL-KHALICK, F. (2004). Relationships between selective cognitive variables and students' ability to solve chemistry problems. *International Journal of Science Education*, 26(1): 63-84.
- BRAGA I, L. (1987). Os melhores alunos que saem do ensino médio estão preparados para prosseguir estudos universitários na área de ciências físicas e matemáticas? *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 4(1): 25-31.
- BRENES, J.; COTO, A.S.; HURTADO, G.; RIVERA, I.; RODRÍGUEZ, W.; VÁSQUEZ, C. (2006). La utilización de mapas conceptuales como estrategia didáctica para la construcción y organización del pensamiento en edad preescolar. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 335-324.
- BRÜCHNER, K.; SHANZE, S. (2004). Using concept maps for individual knowledge externalization in medical education. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- BUTELER, L.; GANGOSO, Z. (2001). Diferentes enunciados del mismo problema: ¿problemas diferentes? *Investigações em Ensino de Ciências*, 6(3): 269-283.
- BUTELER, L.; GANGOSO, Z.; BRINCONES CALVO, I.; GONZÁLEZ MARTÍNEZ, M. (2001). La resolución de problemas en Física y su representación: un estudio en la escuela media. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2): 285-295.
- CABALLERO, C.; MOREIRA, M.A.; RODRÍGUEZ, B.L. (2008). Concept mapping as a strategy to explore teachers' mental representations about the universe. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pöitsamaa: OÜ Vali Press, v.1, p. 205-212
- CADORIN, J.L. (1987). Uma proposta de critério para correção de problemas de Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 4(3): 123-126.
- CÁLAD, M.H. (2004). Experiencia con el uso de mapas conceptuales como estrategia de enseñanza en un curso de ingeniería del conocimiento. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- CALDERÓN-STECK, F. (2006). Concept mapping as a teaching/learning tool about race relations. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 62-65.
- CALDWELL, W.H.; AL-RUBAEE, F.; LIPKIN, L.L.; CALDWELL, D.F.; CAMPESE, M. (2006). Developing a concept mapping approach to mathematics achievement in middle

- school. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 170-176.
- CAÑAS, A.J.; CARVALHO, M.; ARGUEDAS, M.; LEAKE, D.B.; MAGUITMAN, A.; REICHHERTZER, T. (2004). Mining the web to suggest concepts during concept map construction. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- CAÑAS, A.J.; HILL, G.; CARFF, R.; SURU, N.; LOTT, J.; GÓMEZ, G.; ESKRIDGE, T.C.; ARROYO, M.; CARVAJAL, R. (2004). CmapTools: a knowledge modeling and sharing environment. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Re-examining the foundations for effective use of concept maps. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 494-502.
- CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; MILLER, N.L.; RODRÍGUEZ, M.; CONCEPCIÓN, M.; SANTANA, C.; PEÑA, L. (2006). Confiabilidad de una taxonomía topológica para mapas conceptuales. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 153-161.
- CAPON, N.; KUHN, D. (2004). What's so good about problem-based learning? *Cognition and Instruction*, 22(1): 61-79.
- CARCAVILLA CASTRO, A.; ESCUDERO ESCORZA, T. (2004). Los conceptos en la resolución de problemas de Física "bien estructurados": aspectos identificativos y aspectos formales. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2): 213-228.
- CARNOT, M.J.; STEWART, D. (2006). Using concept maps in college level psychology and social work classes. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 292-295.
- CARVAJAL, R.; CAÑAS, A.J.; CARBALLEDA, M.; HURTADO, J. (2006). Assessing concept maps: first impressions count. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 28-31.
- CASSATA, A.E.; FRENCH, L. (2006). Using concept mapping to facilitate metacognitive control in preschool children. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 598-605.
- CASSATA, A.E.; HIMANGSHU, S.; IULI, R.J. (2004). "What do you know"? Assessing change in student conceptual understanding in science. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- CESARINA, M. (2008). Motivation and learning – kindergarten children experiences with C-Maps in an Italian school. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pölttsamaa: OÜ Vali Press. pp. 189-193.
- CHACÓN, L. (2006). Influencia del estilo de pensamiento en la construcción de mapas conceptuales. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 134-138.
- CHIN, C.; CHIA, L.-G. (2004). Problem-based learning: using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88: 707-727.

- CHROBAK, R.; BENEGAS, M.L. (2006). Mapas conceptuales y modelos didácticos de profesores de Química. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 415-422.
- COFFEY, J.W.; ESKRIDGE, T.C.; SANCHEZ, D.P. (2004). A case study in knowledge elicitation for institutional memory preservation using concept maps. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- COLEONI, E.A.; GANGOSO, Z.A.; HAMITY, V.H. (2007). Novatos exitosos: un análisis de resoluciones de un problema de olimpiada de Física. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2): 457-470.
- COLEONI, E.A.; OTERO, J.C.; GANGOSO, Z.E.; HAMITY, V.H. (2001). La construcción de la representación en la resolución de un problema de Física. *Investigações em Ensino de Ciências*, 6(3): 285-298.
- COLLI, A.; ROSSI, P.; MONTAGNA, C. (2004). Conceptual maps and preservice teachers learning. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- CONLON, T. (2004). 'But is our concept map any good?': classroom experiences with the reasonable fallible analyzer. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- CONRADTY, C.; BOGNER, F.X. (2008). Faults in concept mapping: a matter of technique or subject? In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press.
- CONTRERAS, L.C. (1987). La resolución de problemas, ¿una panacea metodológica? *Enseñanza de las Ciencias*, 5(1): 49-52.
- CORRÊA, S.C. (2007). Biomecânica na graduação: resultados da aplicação prática dos princípios mínimos. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, 6(2): 171-177.
- CORRÊA, S.C.; FREIRE, E.S. (2004). Biomecânica e Educação Física escolar: possibilidades de aproximação. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, 3(3): 107-123.
- CORREIA, P.R.M.; MALACHIAS, M.E.I.; GODOY, C.E.C. (2008). From theory to practice: The foundations for training students to make collaborative concept maps. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press.
- COSTA, P.H.L.; SANTIAGO, P.R.P. (2007). Fundamentos de Biomecânica: uma experiência de ensino na licenciatura em Educação Física. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, 6(2):121-131.
- COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (1996). Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(2): 176-192.
- COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (1997a). Resolução de problemas II: propostas de metodologias didáticas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2(1): 5-26.
- COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (1997b). Resolução de problemas III: fatores que influenciam na resolução de problemas em sala de aula. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2(2): 65-104.

- COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (1997c). Resolução de problemas IV: estratégias para a resolução de problemas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2(3): 153-184.
- COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (2001). A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 18(3): 278-297.
- COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (2002). O papel da modelagem mental dos enunciados na resolução de problemas em Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 24(1): 61-74.
- COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (2005). Revisão de literatura na área de investigação em resolução de problemas de Ciências e Matemática: uma atualização. *Actas del PIDEDEC*, 7: 57-209.
- COSTA JR., J.V.; ROCHA, F.E.L.; FAVERO, E.L. (2004). Linking phrases in concept maps: a study on the nature of inclusivity. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- DAHNCHE, H.; REISKA, P. (2008). Testing achievement with concept mapping in school physics. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pölttsamaa: OÜ Vali Press.
- DALEY, B.J. (2004a). Using concept maps in qualitative research. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- DALEY, B.J. (2004b). Using concept maps with adult students in higher education. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- DALEY, B.J.; CONCEIÇÃO, S.; MINA, L.; ALTMAN, B.A.; BALDOR, M.; BROWN, J. (2008). Advancing concept map research: a review of 2004 and 2006 CMC research. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pölttsamaa: OÜ Vali Press. pp. 84-91.
- DALEY, B.; TORRE, D.; STARK-SCHWEITZER, T.; SIDDARTHA, S.; PETKOVA, J. (2006). Advanced teaching and learning in medical education through the use of concept maps. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 24-31.
- DEEK, F.P.; HILT, S.R.; KIMMEL, H.; ROTTER, N. (1999). Cognitive assessment of students' problem solving and program development skills. *Journal of Engineering Education*, 88(3): 2-8.
- DELGADO, J.A.; AGÜERO, O.S. (2004). Los mapas conceptuales en Costa Rica: ideas nuevas, odres nuevos. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- DELGADO, J.A.; RIVERA, C.A. (2008). Concept mapping as an assessment tool in higher education activities. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pölttsamaa: OÜ Vali Press. pp. 75-79.
- DELGADO, M.L.R.S. (2006). Las estrategias de aprendizaje, un recurso cognitivo. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 147-150.

- DEMIRDOVER, C.; YILMAZ, M.; VAYVADA, H.; ATABEY, A.; EYLUL, D. (2008). Comparison of learning with concept maps and classical method among medical students. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pöłtsamaa: OÜ Vali Press. pp. 58-61.
- DERBENTSEVA, N.; SAFAYENI, F. (2008). Cmap construction: challenges for the first time users and perceptions of Cmap's values, a qualitative study. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pöłtsamaa: OÜ Vali Press. pp. 138-145.
- DERBENTSEVA, N.; SAFAYENI, F.; CAÑAS, A.J. (2004). Experiments on the effect of map structure and concept quantification during concept map construction. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- DERBENTSEVA, N.; SAFAYENI, F.; CAÑAS, A.J. (2006). Two strategies for encouraging functional relationships in concept maps. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 582-589.
- DERBENTSEVA, N.; SAFAYENI, F.; CAÑAS, A.J. (2007). Concept maps: experiments on dynamic thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(3): 448-465.
- DOCHY, F.; SEGERS, M.; VAN DEN BOSSCHE, P.; GIJBELS, D. (2003). Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13: 533-568.
- DONNER JR., J.W.A.; INFANTE-MALACHIAS, M.E.; CORREIA, P.R.M. (2006). Concept maps as tools for assessing the merge of disciplinary knowledge during chemistry classes at high school. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 70-73.
- DUARTE, P.V.E.; HENAO-CÁLAD, M. (2006). Los mapas conceptuales en la enseñanza para comprensión y el aprendizaje significativo. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 164-167.
- DUARTE, P.V.E.; MESA, P.A.R. (2008). Concept maps in teaching and learning process of rate of change concept. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pöłtsamaa: OÜ Vali Press. pp. 121-124.
- DUNCAN, M.; LYONS, M.; AL-NAKEEB, Y. (2007). "You have to do it rather than being in a class and just listening." The impact of problem-based learning on the student experience in sports and exercise biomechanics. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 6(1): 71-80.
- DUNCAN, M.J.; AL-NAKEEB, Y. (2006). Using problem-based learning in sports related courses: an overview of module development and student responses in an undergraduate Sports Studies module. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education*, 5(1): 50-57.
- DURÁN, J.E.R. (2006). *Biofísica fundamentos e aplicações*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 318p.
- DUSO, L.; BORGES, R.M.R. (2006). Projetos integrados na educação formal. *Experiências em Ensino de Ciências*, 4(2): 21-32.

- DUTRA, I.; FAGUNDES, L.; CAÑAS, A.J. (2004). Un enfoque constructivista para uso de mapas conceptuales em educación a distancia de profesores. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- DUTRA, I.; FAGUNDES, L.; JOHANN, S.P.; PICCININI, C.A. (2006). Logical System and natural logic: concept mapping to follow up the conceptualization processes. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 359-366.
- ENGEL, C.A.; EBRON, P.A. (2004). Mapping key concepts in cultural anthropology. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- ENOKA, R.M. (2000). *Bases neuromecânicas da cinesiologia*. Barueri: Manole, 450p.
- ESCUADERO, C. (1995). Resolución de problemas en Física: herramienta para reorganizar significados. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(2): 95-106.
- ESCUADERO, C. (1996). Los procedimientos en resolución de problemas de alumnos de 3º año: caracterización a través de entrevistas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(3): 241-256.
- ESCUADERO, C.; FLORES, S.G. (1996). Resolución de problemas en nivel medio: un cambio cognitivo y social. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(2): 155-175.
- ESCUADERO, C.; GONZALEZ, S.; GARCIA, M. (1996). Resolución de problemas en el aula de Física: un análisis del discurso de su enseñanza y su aprendizaje en nivel medio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4(3): 229-251.
- ESCUADERO, C.; JAIME, E.A. (2007). La comprensión de la situación física en la resolución de situaciones problemáticas. Un estudio en dinámica de las rotaciones. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(1): 1-18.
- ESCUADERO, C.; MOREIRA, M.A. (2002). Resolución de problemas de cinemática en nivel medio: estudio de alunas representaciones. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(3): 84-96.
- ESCUADERO, C.; MOREIRA, M.A. (2004). La investigación em resolución de problemas: una visión contemporánea. *Actas del PIDEDEC*, 6: 41-90.
- FÁVERO, M.H.; SOUSA, C.M.S.G. (2001). A resolução de problemas em Física: revisão de pesquisa, análise e proposta metodológica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 6(2): 143-196.
- FECHNER, S.; SUMFLETH, E. (2008). Collaborative concept mapping in context-oriented chemistry learning. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). *Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp. 152-156.
- FEREGRINO-HERNÁNDEZ, V.M.; REZA-GARCÍA, J.C.; ORTIZ-ESQUIVEL, L.R.; NAVARRO-CLEMENTE, M.E.; DOMÍNGUEZ-PÉREZ, A.E. (2006). Los mapas conceptuales en las asignaturas sócio-humanísticas para Estudiantes de Ingeniería Química. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 168-175.
- FIGUEIREDO, M.; LOPES, A.S.; FIRMINO, R.; SOUZA, S. (2004). "Things we know about the cow": concept mapping in a preschool setting. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.;

- GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- FLORES, R.P. (2004). Mapas conceituais, elementos fundamentais para intervenção. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- FLORES, R.P. (2006). Mapas conceptuales y aprendizaje de matemáticas. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 407-414.
- FONSECA, A.P.; EXTREMINA, C.I.; FONSECA, A.F. (2004). Concept mapping: a strategy for meaningful learning in medical microbiology. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- FREEMAN, L.A. (2004). The power and benefits of concept mapping: measuring use, usefulness, easy of use, and satisfaction. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- FREEMAN, L.A.; JESSUP, L.M. (2004). The power and benefits of concept mapping: measuring use, usefulness, easy of use, and satisfaction. *International Journal of Science Education*, 26(2): 151-169.
- FUATA'I, K.A.; McPHAN, G. (2008). Concept mapping and moving forward as a community of learners. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp. 197-204.
- FURTAK, E.M. (2006). The problem with answers: an exploration of guided scientific inquiry teaching. *Science Education*, 90: 453-467.
- GALDAMES, L.; IVANOVIC, P.; MILLAN, C. (2006). El uso de CmapTools como estrategia para la comprensión del cuidado de enfermería. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 94-96.
- GALLAHUE, D.L.; OZMUN, J.C. (2001). *Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos*. São Paulo: Phorte Editora. 641p.
- GANGOSO, Z. (1997). El fracaso en los cursos de Física. El mapa conceptual, una alternativa para el análisis. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 14(1): 17-36.
- GANGOSO, Z. (1999a). Investigaciones en resolución de problemas en ciencias. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4(1): 7-50.
- GANGOSO, Z. (1999b). Resolución de problemas en Física y aprendizaje significativo. Primera parte: revisión de estudios y fundamentos. *Revista de Enseñanza de la Física*, 12(2): 5-21.
- GARCÍA, M.J.; BUENO, A.P. (2006). Análisis de las percepciones que tienen los Estudiantes de Educación Ambiental sobre problemas sociales globales a través de los mapas de conceptos. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 13-16.
- GARGANTA, J. (1998). Para uma teoria dos jogos esportivos. In: GRAÇA, A.; OLIVEIRA, J. (Orgs.) *O ensino dos jogos esportivos*. Porto: Universidade do Porto.

- GARRET, R.M. (1988). Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3): 224-230.
- GIJBELS, D.; DOCHY, F.; VAN DEN BOSSCHE, P.; SEGERS, M. (2005). Effects of problem-based learning: a meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research*, 25(1): 27-61.
- GIL PÉREZ, D.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; SENENT PÉREZ, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2): 131-146.
- GIL PÉREZ, D.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; RAMÍREZ, L.; CARRÉE, A.D.; GOFARD, M.; CARVALHO, A.M.P. (1992). Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 9(1): 7-19.
- GIL PÉREZ, D.; VALDÉS CASTRO, P. (1997). La resolución de problemas de Física: de los ejercicios de aplicación al tratamiento de situaciones problemáticas. *Revista de Enseñanza de la Física*, 10(2): 5-20.
- GIOMBINI, L. (2006). Complex thought conceptual maps and CmapTools. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 95-103.
- GISBERT BRIANSO, M. (1985). Método de resolución de problemas de “Física y Química”. *Enseñanza de las Ciencias*, p. 213-215.
- GOMEZ, G. (2006). An authoring concept mapping kit for the early childhood classroom. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 32-39.
- GONZÁLEZ, H.L.; PALENCIA, A.P.; UMAÑA, L.A.; GALINDO, L.; VILLAFRADE M.; L.A. (2008). Mediated learning experience and concept maps: a pedagogical tool for achieving meaningful learning in medical physiology students. *Adv. Physiol. Educ.*, 32: 312-316.
- GORODETSKY, M.; KLAVIR, R. (2003). What can learn how gifted/average pupils describe their processes of problem solving? *Learning and Instruction*, 13: 305-325.
- GOUVEIA, V.; VALADARES, J. (2004). Concept maps and the didactic role of assessment. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- GRECA, I.M.; MOREIRA, M.A. (2003). Do saber fazer ao saber dizer: uma análise do papel da resolução de problemas na aprendizagem conceitual de Física. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, 5(1): 1-16.
- GUBA, E.G.; LINCOLN, Y.S. (1988). *Naturalistic and rationalistic enquiry*. In: KEEVES, J.P. (1988). *Educational research, methodology and measurement: an international handbook*. Oxford: Pergamon Press.
- GUISASOLA ARAZANBAL, J.; GARETE, M.C.; GARCÍA, J.M.A.; ZUBIMENDI HERRANZ, J.L. (2002). La enseñanza de problemas-tipo en el primer curso de Ingeniería y el aprendizaje significativo de los conceptos y principios fundamentales de la Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(1): 7-28.

- GUISASOLA, J.; CEREBIO, M; ZUBIMENDI, J.L. (2003). El papel científico de las hipótesis y los razonamientos de los estudiantes universitarios en resolución de problemas de Física. *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(3) 211-229.
- HAGEMAN, P.A; SORENSEN, T.A. (2002). Excêntricos isocinéticos. In: ALBERT, M. (2002). *Treinamento excêntrico em esportes e reabilitação*. São Paulo: Manole, 186p.
- HALL, S.J. (2000). *Biomecânica básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 417p.
- HAMILL, J. (2007). Biomechanics curriculum: its content and relevance to movement sciences. *Quest*, 59: 25-33.
- HAMILL, J.; KNUTZEN, K.M. (1999). *Bases biomecânicas do movimento humano*. Barueri: Manole, 532p.
- HARRELSON, G.L. (2006). Concept mapping. *Athletic Therapy Today*, jan:25-27.
- HEINZE-FRY, J. (2004). Applications of concept mapping to undergraduate general education science courses. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- HENNO, I.; REISKA, P. (2008). Using concept mapping as assessment tool in school biology. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pölttsamaa: OÜ Vali Press.
- HILL, L.H. (2006). Using visual concept mapping to communicate medication information to patients with low health literacy: a preliminary study. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 621-628.
- HILL, L.H.; ROSLAN, M.M. (2004). Using visual concept mapping to communicate medication information to chronic disease patients with low health literacy. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- HIRSCH, P.L.; LINSENMEIER, J.A.W.; SMITH, H.D.; WALKER, J. (2005). Enhancing core competency learning in an integrated summer research experience for bioengineers. *Journal of Engineering Education*, oct.: 1-11.
- HOFFMAN, S.J.; HARRIS, J.C. (2002). *Cinesiologia: o estudo da atividade física*. Porto Alegre: Artmed. 485p.
- HUERTA, M.P. (2006). La evaluación de mapas conceptuales multidimensionales de matemáticas: aspectos metodológicos. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 319-326.
- HUGHES, G.; BARRIOS, J.C.; BERNAL, D.; CHANG, A.; CAÑAS, A.J. (2006). Los datos conceptuales: un juego para aprender a construir proposiciones. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 151-155.
- HUGO, D.; CHROBAK, R. (2004). Mapas conceptuales: una valiosa herramienta para aprender “cinemática” por autorregulación. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.

- HUSÉN, T. (1988). Research paradigms in education. In: KEEVES, J.P. (1988). *Educational research, methodology and measurement: an international handbook*. Oxford: Pergamon Press.
- ILLAS, A.M. (2006). Evaluación del recién nacido de alto riesgo con mapas conceptuales una estrategia didáctica significativa. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 105-109.
- INOUE, N. (2005). The realistic reasons behind unrealistic solutions: the role of interpretative activity in word problem solving. *Learning and Instruction, 15*: 69-83.
- IRAIZOZ SANZOL, N.; GONZÁLEZ GARCÍA, F. (2008). The concept map as an aid to cooperative learning in primary education. A practical experiment. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). *Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp. 230-233.
- IULI, R.J.; HELLDÉN, G. (2004). Using concept maps as a research tool in science education research. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- IULI, R.J.; HIMANGSHU, S. (2006). Conceptualizing pedagogical change: evaluating the effectiveness of the EPS model by using concept mapping to assess student conceptual change. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 136-146.
- KEMPA, R.F. (1991). Students' learning difficulties in science. Causes and possible remedies. *Enseñanza de las Ciencias, 9*(2): 119-128.
- KHAMESAN, A.; HAMMOND, N. (2004). Taxonomy of analysis levels of learning effectiveness in collaborative concept mapping. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- KHARATMAL, M.; NAGARJUNA, G. (2006). A proposal to refine concept mapping for effective science learning. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 1-7.
- KILIC, G.B. (2003). Concept maps and language: a Turkish experience. *International Journal of Science Education, 25*(11): 1299-1311.
- KING, P.H.; WALKER, J.M.T. (2002). Concept mapping applied to design. *Proceedings of the Second Joint EMBS/BMES Conference*. pp. 2597-2598.
- KNUDSON, D. (2003). An integrated approach to the introductory Biomechaics course. *The Physical Educator, 60*(3): 122-133.
- KNUDSON, D. (2007). *Fundamentals of Biomechanics*. New York: Springer, 319p.
- KNUDSON, D.; MORRISON, C.S. (2001). Análise qualitativa do movimento humano. Barueri: Manole, 213p.
- KOZMINSKY, E.; NATHAN, N. (2008). Does the form of concept map nodes matter? In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). *Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp. 359-364.
- KOZMINSKY, E.; NATHAN, N.; VAIZBERG, A. (2006). Effects of constructing concept maps on the quality of web-searched information and subsequent inquiry projects. In:

- CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 193-198.
- KRUMMENAUER, W.L.; COSTA, S.S.C. (2009). Mapas conceituais como instrumentos de avaliação na educação de jovens e adultos. *Experiências em Ensino de Ciências*, 4(2): 33-38.
- LARA, J.R.L.; GARCÍA, F.M.G. (2006). Percepciones de los médicos sobre la relación con el paciente. Un estudio con mapas conceptuales. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 200-203.
- LEMONS, E.S.; MOREIRA, M.A.; MENDONÇA, C.D. (2008). Learning with concept maps: an analysis of a teaching experience on the topic of reptiles with 15-year-old students at a secondary school. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pöitsamaa: OÜ Vali Press.
- LENK, M. (1942). *Natação*. Rio de Janeiro: Melhoramentos.
- LEONARD WILLIAM, J.; GERACE, W.J.; DUFRESNE, R.J. (2002). Resolución de problemas basada en análisis. Hacer del análisis y del razonamiento en foco de la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3): 387-400.
- LIM, K.Y.; LEE, H.W.; GRABOWSKI, B. (2009). Does concept-mapping strategy work for everyone? The levels of generativity and learners' self-regulated learning skills. *British Journal of Educational Technology*, 40(4): 606-618.
- LIN, H.S.; CHIU, H.L.; CHOU, C.Y. (2004). Student understanding of the nature of science and their problem-solving strategies. *International Journal of Science Education*, 26(1): 101-112.
- LIU, X. (2004). Using concept mapping for assessing and promoting relational conceptual change in science. *Science Education*, 88: 372-396.
- LOPES, B.; COSTA, N. (1996). Modelo de enseñanza-aprendizaje en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implicaciones educativas. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1): 45-61.
- LÓPEZ, M.M. (2008). Propositional analysis model to the comparison of expert teachers' concept maps. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pöitsamaa: OÜ Vali Press. pp. 218-221.
- LÓPEZ, M.M.; BEZARA, M.A.Z. (2006). Los mapas conceptuales como recurso para representar y analizar buenas prácticas docentes en la educación superior. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 375-382.
- LÓPEZ-GOÑI, I.; ZUFIAURRE, I.A. (2004). Enseñanza y aprendizaje de los mapas conceptuales con alumnado de primer ciclo de educación primaria. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- LUJAN, H.L.; DICARLO, S.E. (2006). Too much teaching, not enough learning: what is the solution? *Advances in Physiology Education*, 30:17-22.
- MAGILL, R.A. (1984). *Aprendizagem motora: conceitos e aplicações*. São Paulo: Edgard Blücher. 273p.

- MAGNTORN, O.; HELLDÉN, G. (2006). Reading nature from a bottom-up perspective. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 485-493.
- MANCINELLI, C. (2006). Learning while having fun. Conceptualization itineraries in kindergarten children experiences with c-maps in an Italian school. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 343-350.
- MANCINELLI, C.; GENTILI, M.; PRIORI, G.; VALITUTTI, G. (2004). Concept maps in kindergarten. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- MARLIA, I. (2008). Concept mapping in knowledge intensive process. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). *Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp. 79-83.
- MASUI, C.; DE CORTE, E. (1999). Enhancing learning and problem solving skills: orienting and self-judging, two powerful and trainable learning tools. *Learning and Instruction*, 9: 517-542.
- McCLURE, J.R.; SONAK, B.; SUEN, H.K. (1999). Concept map assessment of classroom learning: reliability, validity, and logistical practicality. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4): 475-492.
- McGINNIS, P.M. (2002). *Biomecânica do esporte e exercício*. Porto Alegre: Artmed, 403p.
- MELERO-ALCÍBAR, R.; CARPENA, M.G. (2006). Los mapas conceptuales como herramienta didáctica para la enseñanza de ciencias en Terapia Ocupacional. *Experiencias em Ensino de Ciências*, 1(3): 01-08.
- MENDONÇA, C.A.S.; SILVA, A.M.; PALMERO, M.L.R. (2007). Uma experiência com mapas conceituais na educação fundamental em uma escola pública municipal. *Experiências em Ensino de Ciências*, 2(2): 37-56.
- MILLER, N.L.; CAÑAS, A.J. (2008a). A semantic scoring rubric for concept maps: design and reliability. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (Eds.). *Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp. 60-67.
- MILLER, N.L.; CAÑAS, A.J. (2008b). Effects of the nature of the focus question on presence of dynamic propositions in a concept map. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (Eds.). *Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp. 365-372.
- MILLER, N.L.; CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Preconceptions regarding concept maps held by Panamenian teachers. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 469-476.
- MODELL, H.I. (1996). Preparing students to participate in an active learning environment. *Am. J. Physiol.* 270 (*Advan. Physiol. Educ.*, 15)(1): S69-77.
- MONI, R.W.; MONI, K.B. (2008). Student perceptions and use of an assessment rubric for a group concept map in physiology. *Adv. Physiol. Educ.*, 32: 47-54.
- MOREIRA, M.A. (1998). Mapas conceituais e aprendizagem significativa. *Cadernos do Aplicação*, 11(2): 143-156.
- MOREIRA, M.A. (1999a). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB, 129p.

- MOREIRA, M.A. (1999b). *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: E.P.U.. 195p.
- MOREIRA, M.A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor, 100p.
- MOREIRA, M.A. (2003). *Aprendizaje significativo: fundamentación teórica y estrategias facilitadoras*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 164p.
- MOREIRA, M.A. (2004). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. In: MOREIRA, M.A. (2004). *A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nesta área*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, p. 07-32.
- MOREIRA, M.A. (2005). *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 47p.
- MOREIRA, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula*. Brasília: Editora da Universidade de Brasília. 186p.
- MOREIRA, M.A.; COSTA, S.S.C. (1999). Pesquisa em resolução de problemas em Física: uma visão contemporânea. *Actas del PIDEC, (1)*: 39-66.
- MOREIRA, M.A.; GRECA, I.M. (2004). *Sobre cambio conceptual, obstáculos representacionales, modelos mentales, esquemas de asimilación y campos conceptuales..* Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 121p.
- MOREIRA, M.A.; MASINI, E.F.S. (2006). *Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro. 111p.
- MOREIRA, M.A.; SOARES, S.; PAULO, I.J.C. (2008). Mapas conceituais como instrumento de avaliação em um curso introdutório de Mecânica Quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia, 1(3)*: 1-12.
- MOREIRA, M.A.; SPERLING, C.S. (2009). Mapas conceptuales y aprendizaje significativa: ¿Una correlación necesaria? *Experiências em Ensino de Ciências, 4(3)*: 91-100.
- MOSTROM, A.M. (2008). A unique use of concept maps as the primary organizing structure in two upper level undergraduate biology courses: results from the first implementation. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (Eds.). *Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp. 78-83.
- National Association for Sport and Physical Education. (2003). *Guidelines for undergraduate Biomechanics*. Approved by the Biomechanics Academy and The National Association for Sport and Physical Education. Reston, VA.
- NATIVIDAD IRAIZO, C.P.; HUARTE, J.M. (2004). Los mapas conceptuales como agentes facilitadores del desarrollo de la inteligencia em alumnos de enseñanza primaria. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- NAVARRO-CLEMENTE, M.E.; DOMÍNGUEZ-PÉREZ, A.E.; ORTÍZ-ESQUIVEL, L.R. (2004). Uso de mapas conceptuales para facilitar el aprendizaje del concepto soluciones. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- NESBIT, J.C.; AESOPE, O.O. (2006). Learning with concept and knowledge maps: a meta-analysis. *Review of Educational Research, 76(3)*: 413-448.

- NICOLL, G.; FRANCISCO, J.; NAKHKEH, M. (2001). A three-tier system for assessing concept map links: a methodological study. *International Journal of Science Education*, 23(8): 863-875.
- NICUSANTI, S.; POZZI, G. (2008). Building concepts and concept maps. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp. 40-44.
- NOVAK, J.D. (2004). A science education research program that led to the development of the concept mapping tool and a new model for education. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- NOVAK, J.D.; CAÑAS, A.J. (2004). Building on new constructivist ideas and CmapTools to create a new model for education. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- NOVAK, J.D.; CAÑAS, A.J. (2006). La teoría subjacente a los mapas conceptuales y a cómo construirlos. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second International Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica.
- NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. (1984). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano. 212p.
- NOZAKI, H.T. (1999). Biomecânica e Educação Física. In: FARIA JR., A.G.; CUNHA JR., C.F.F.; NOZAKI, H.T.; ROCHA JR., C.P. (1999). *Uma introdução à Educação Física*. Niterói: Corpus. p. 251-283.
- NUNES, P.; DEL PINO, J.C. (2008). Mapa conceitual como estratégia para avaliação da rede conceitual estabelecida pelos estudantes sobre o tema átomo. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3(1): 53-63.
- OKUNO, E.; FRATIN, L. (2003). *Desvendando a física do corpo humano: biomecânica*. São Paulo: Manole, 202p.
- ONECA, M.J.T.; SANZOL, N.I.; POVEDA, M.R.F. (2006). Is it possible to improve meaningful learning in math in primary school learners? In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 139-142.
- OÑORBE DE TORRE, A.; SÁNCHEZ JIMÉNEZ, J.M. (1996a). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química. II. Opiniones del profesor. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3): 251-260.
- OÑORBE DE TORRE, A.; SÁNCHEZ JIMÉNEZ, J.M. (1996b). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química. I. Opiniones del alumno. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2): 165-170.
- OTERO, M.R.; PAPINI, C.; ELICHIRIBEHETY, I. (1998). Las representaciones mentales y la resolución de problemas: um estudo exploratório. *Investigações em Ensino de Ciências*, 3(1): 47-60.
- PATRY, J.; BOURGEOYS, M. (2004). Effects of short term training in concept-mapping on the development of metacognition. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- PAULO, I.J.C.; MOREIRA, M.A.; CABALLERO, C. (2008). A comparative analysis on the use of concept maps as an instructional resource for the grasping of meanings of the key concepts of quantum mechanics based on the double slit experiment. In: CAÑAS, A.J.;

- REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press.
- PEDUZZI, L.O.Q. (1987). Solução de problemas e conceitos intuitivos. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 4(1): 17-24.
- PEDUZZI, L.O.Q. (1997). Sobre a resolução de problemas no ensino da Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 14(3): 229-253.
- PERALES PALACIOS, F.J. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2): 170-178.
- PERALES PALACIOS, F.J.; CERVANTES MADRID, A. (1984). Influencia del conocimiento numérico en la resolución de problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, p. 97-101.
- PERELS, F.; GÜRTLER, T.; SCHMITZ, B. (2005). Training of self-regulatory and problem-solving competence. *Learning and Instruction*, 15: 123-139.
- PESTANA, M.H.; GAGEIRO, J.N. (2003). *Análise de dados para ciências sociais. A complementaridade do SPSS*. Lisboa: Edições Sílabo. 3ª ed. 727 p.
- PIFARRÉ, M.; SANUY, J. (2001). La enseñanza de estrategias de resolución de problemas matemáticos en la ESO: un ejemplo concreto. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2): 297-308.
- PIMENTEL, J.R. (1998). Livros didáticos de ciências: a Física e alguns problemas. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 15(3): 308-318.
- POLYA, (1995). *A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático*. Rio de Janeiro: Interciência. 196p.
- POMÉS RUIZ, J. (1991). La metodología de resolución de problemas y el desarrollo cognitivo: un punto de vista postpiagetiano. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1): 78-82.
- POVEDA, M.R.F.; SANZOL, N.I.; ONECA, M.J.T. (2006). A study of links in concept maps constructed by primary school learners. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 1-4.
- POVEDA, M.R.F.; ZABALO, M.J.I. (2008). Expert/novice pairs working together on concept maps. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp. 167-170.
- POZO, J.I. (1994). *Teorías cognitivas de aprendizaje*. Madrid: Morata.
- POZO, J.I.; PÉREZ ECHEVERRÍA, M.P.; DOMÍNGUEZ CASTILLO, J.; GÓMEZ CRESPO, M.A.; POSTIGO ANGÓN, Y. (1994). *La solución de problemas*. Madrid: Santillana. 223p.
- PRABHU, V.; ELMESKY, A.; CZARNOCHA, B. (2006). Comprehension, analysis and deriving meaning. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 50-53.
- RÁBAGO, A.R.; AGUIRRE, A.C.N.; ÁLVAREZ, G.V. (2006). Dificultades iniciales en la construcción de mapas conceptuales. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 74-77.
- RAMÍREZ, M.; BARRIGA, F.D.; ZÁRATE, K. (2006). El uso de mapas conceptuales para promover el aprendizaje significativo del tema prevención de adicciones con adolescentes mexicanos de nivel secundaria. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 232-239.

- RAMÍREZ, S.C. (2004). Entre conector y conector, un pensamiento. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- RAMÍREZ, S.C. (2006). La pregunta pedagógica como instrumento de mediación en la elaboración de mapas conceptuales. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 327-334.
- RAMÍREZ DE M., M.; SANABRIA, I. (2004). El mapa conceptual como elemento fundamental em el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física a nivel universitario. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- RAMÍREZ DE M., M.; SANABRIA, I.; ASPÉÉ, M. (2006). El control metacognitivo de la borrosidad decreciente en la elaboración de mapas conceptuales. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 119-217.
- RAMOS G., M.G. (2004). El mapa conceptual, estrategia didáctica significativa. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- RASCH, P.J. (1989). *Cinesiologia e anatomia aplicada*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 204p.
- RASCH, P.J.; BURKE, R.K. (1987). *Cinesiologia e anatomia aplicada*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 571p.
- RENAULD, M.E.V. (2006) El empleo de los mapas conceptuales en la educación superior universitaria. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica.
- RENDAS, A.B.; FONSECA, M.; PINTO, P.R. (2006). Toward meaningful learning in undergraduate medical education using concept maps in a ABP pathophysiology course. *Adv. Physiol. Educ.*, 30: 23-29.
- RESTREPO, C.M.Z.; ATUESTA V., M.R. (2004). Proyectos colaborativos y mapas conceptuales: una propuesta valida para lograr aprendizajes significativos en ciencias. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- REYES, E.; BARBERÁ, D. (2004). Los mapas conceptuales como herramienta de aprendizaje organizacional: aproximación a um marco teórico y presentación de resultados parciales de un proyecto. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- RICE, D.C.; RYAN, J.M.; SAMSON, S.M. (1998). Using concept maps to assess student learning in the science classroom: must different methods compete? *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10): 1103-1127.
- RISSEL, J.; SOMMER, S.; FÜRSTENAU, B.; KUNATH, J. (2008). The effect of different concept-mapping techniques on promoting students' learning processes in the field of Business. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (Eds.). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pöhtsamaa: OÜ Vali Press. pp. 238-241.
- ROCHA, F.E.L.; COSTA JR.; J.V.; FAVERO, E.L. (2004). A new approach to meaningful learning assessment using concept maps: ontologies and genetic algorithms. In: CAÑAS,

- A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- ROJAS, M.A.R.; COLOMA, E. (2006). Mapas conceptuales en las aulas panameñas: aptitud para cambiar actitud. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 391-398.
- ROSELLI, R.J.; BROPHY, S.P. (2001). Movement from a taxonomy-driven strategy of instruction to a challenge-driven strategy in teaching introductory biomechanics. Proceedings of the *2001 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*.
- ROSELLI, R.J.; BROPHY, S.P. (2006). Effectiveness of challenge-based instruction in biomechanics. *Journal of Engineering Education*, 95(4): 311-324.
- RUIZ-MORENO, L.; SONZOGNO, M.C.; BATISTA, M.H.S.; BATISTA, N.A. (2007). Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. *Ciência & Educação*, 13(3): 453-463.
- RUIZ-PRIMO, M.A. (2000). The use of concept maps as an assessment tool in science: what we have learned so far. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 2(1): 29-53.
- RUIZ-PRIMO, M.A. (2004). Examining concept maps as an assessment tool. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- RUIZ-PRIMO, M.A.; SCHULZ, S.E.; SHAVELSON, R.J. (1997). Concept map-based assessment in science: two exploratory studies. *CSE Technical Report 436*, National Center for Research and Evaluation, Standards and Student Testing. University of California.
- RUIZ-PRIMO, M.A.; SHAVELSON, R.J.; SCHULZ, S.E. (1997). On the validity of concept map-based assessment interpretations: an experiment testing the assumption of hierarchical concept maps in science. *CSE Technical Report 455*, National Center for Research and Evaluation, Standards and Student Testing. University of California.
- RUIZ-PRIMO, M.A.; SCHULTZ, S.; LI, M.; SHAVELSON, R.J. (1999). On the cognitive validity of interpretations of score from alternative concept mapping techniques. *CSE Technical Report 503*, National Center for Research and Evaluation, Standards and Student Testing. University of California.
- SAFAYENI, F.; DERBENTSEVA, N.; CAÑAS, A.J. (2005). Concept maps: a theoretical note on concepts and the need on concepts and the need for cyclic concept maps. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7): 741-766.
- SALAZAR, S.F.; RENAULD, M.E.V. (2004). La estructura conceptual de los cursos en la educación superior: La experiencia con mapas conceptuales en los cursos de didáctica universitaria de la Universidad de Costa Rica. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- SAN MARTÍN ECHEVERRÍA, I.; ALBISU GARCÍA, S.; GONZÁLEZ GARCÍA, F. (2008). Constructing knowledge models. Cooperative autonomous learning using concept maps and V diagrams. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Pölttsamaa: OÜ Vali Press. pp. 140-143.
- SANABRIA, I.; RAMÍREZ DE M., M.S. (2004). Uma estratégia de aprendizagem para integrar teoria y laboratorio de Física I mediante los mapas conceptuales y la V de Gowin. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.

- SÁNCHEZ, J.; ALARCÓN, P.; FLORES, H. (2006). Diseño centrado en el usuario en una herramienta para que usuarios no videntes construyan mapas conceptuales. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 177-184.
- SCOTT, D.; PELLELY, J.; TAYLOR, L. (2006). The use of concept mapping in integrative learning with allied health profession students. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 237-239.
- SERRADÓ, A.; CARDEÑOSO, J.M.; AZCÁRATE, P. (2004). Los mapas conceptuales y el desarrollo profesional del docente. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- SHERIN, B. (2006). Common sense clarified: the role of intuitive knowledge in physics problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 43: 535-555.
- SHEU, J.J. (2008). A study on students' learning achievement with concept map in senior high school ecology course in Taiwan. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). *Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp. 25-27.
- SIGÜENZA, A.F.; SÁEZ, M.J. (1990). Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de Biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(3): 223-230.
- SILVA, G.; SOUSA, C.M.S.G. (2007). O uso de mapas conceituais como estratégia de promoção e avaliação da aprendizagem significativa de conceitos da Calorimetria, em nível médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, 2(3): 63-79.
- SILVEIRA, F.P.R.A.; SOUSA, C.M.S.G.; SANTOVITO, R.F. (2008). Concept maps as a useful instrument in the teaching practices: an applied research in the biological sciences. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). *Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp. 276-281.
- SIMPSON, K. (2002). Biomecânica da atividade física. In: HOFFMAN, S.J.; HARRIS, J.C. (2002). *Cinesiologia. O estudo da atividade física*. Porto Alegre: Artmed. p. 295-316.
- SLOTTE, V.; LONKA, K. (1999). Spontaneous concept maps aiding the understanding of scientific concepts. *International Journal of Science Education*, 21(5): 515-531.
- SOARES, M.T.; VALADARES, J. (2006). Using concept maps as a strategy to teach physics, in particular the topic of acoustics. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 279-283.
- SOLAZ-PORTOLÉS, J.J.; SANJOSÉ-LÓPEZ, V. (2007). Resolución de problemas, modelos mentales e instrucción. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(1): 70-89.
- SOLAZ-PORTOLÉS, J.J.; SANJOSÉ-LÓPEZ, V.; VIDAL-ABARCA, E. (1995). Influencia del conocimiento previo y de la estructura conceptual de los estudiantes de BUP en la resolución de problemas. *Revista de Enseñanza de la Física*, 8(2): 21-28.
- SOTO, B.D.G. (2004). El uso de mapas conceptuales como técnica de aprendizaje en la algoritmia. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- SOUSA, C.M.S.G.; FÁVERO, M.H. (2002). Análise de uma situação de resolução de problemas de Física, em situação de interlocução entre um especialista e um novato, à luz da

teoria dos campos conceituais de Vergnaud. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(1): 55-75.

SOUSA, C.M.S.G.; FÁVERO, M.H. (2004). Análise de uma situação de resolução em problemas de Física, em situação de interlocução entre um especialista e um novato, à luz da teoria dos campos conceituais de Vergnaud. In: MOREIRA, M.A. (2004). *A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nesta área*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, p. 59-81.

STEINER, C.M.; ALBERT, D. (2008). Investigating application validity of concept maps. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). *Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Pölttsamaa: OÜ Vali Press.

STODDART, T. (2006). Using concept maps to assess the science understanding and language production of English language learners. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 606-612.

STODDART, T.; ABRANS, R.; GASPER, E.; CANADAY, D. (2000). Concept maps as assessment in science inquiry learning – a report of methodology. *International Journal of Science Education*, 22(12): 1221-1246.

STROHMEYER, H.S. (2005). Biomechanics in the post secondary population. Are we taking our best shot? *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 76(8): 31-33.

SUTHERLAND, L. (2002). Developing problem solving expertise: the impact of instruction in a question analysis strategy. *Learning and Instruction*, 12: 155-187.

TABER, K.S. (1994). Student reaction on being introduced to concept mapping. *Physics Education*, 29: 276-281.

TACONIS, R.; FERGUSON-HESSLER, M.G.M.; BROEKKAMP, H. (2001). Teaching science problem solving: an overview of experimental work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(4): 442-468.

TAKEYA, M.; YASUGI, N.; FUNABASHI, Y.; NAGAOKA, K. (2006). Measurement and evaluation method for a concept mapping test by drawing ordering relations among concepts. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp.188-191.

TALIM, S.L. (1999). Dificuldades de aprendizagem na terceira lei de Newton. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 16(2): 141-153.

TAMAYO, M.F.A. (2004). El mapa conceptual: un texto a interpretar. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.

TAMAYO, M.F.A. (2006a). El mapa conceptual horizontal, una propuesta de diseño. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 90-93.

TAMAYO, M.F.A. (2006b). Origen y destino del mapa conceptual. Apuntes para una teoría del mapa conceptual. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). *Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 461-468.

TAMAYO, M.F.A.; LEÓN, O.G.P.; ALMAZÁN, I.C.; HERNÁNDEZ, V.M. (2006). La escritura y lectura de los mapas conceptuales en los alumnos de educación superior. In:

- CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 311-318.
- TAMAYO, M.F.A.; SILVA, A.J.M. (2004). El mapa conceptual de enfoque y su aplicación en La "Guía para Elaborar Mapas Conceptuales". In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- TAROUCO, L.M.; GELLER, M.; MEDINA, R. (2006). Cmaps as a communication tool to promote meaningful learning. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 44-49.
- TARTÉ, G. (2006). Conéctate al conocimiento: una estrategia nacional de Panamá basada en mapas conceptuales. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 144-152.
- TAVARES, R. (2007). Construindo mapas conceituais. *Ciências e Cognição*, 12:78-85.
- THOMAS, J.R.; NELSON, J.K. (2002). *Métodos de pesquisa em atividade física*. Porto Alegre: Artmed.
- TIFI, A.; LOMBARDI, A. (2008). Collaborative concept mapping models. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp. 157-164.
- TIFI, A.; LOMBARDI, A.; VILLAMOR, J.D.V. (2008). Flexible concept mapping. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press.
- TRUJILLO-VARGAS, J.A.; JARAMILLO-RAMÍREZ, C.M.; GUTIÉRREZ, C. (2006). Ruta de estudios musicales. La utilización de mapas conceptuales en procesos de aprendizaje. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 511-518.
- TSAPARLIS, G.; ANGELOPOULOS, V. (2000). A model of problem solving: its operation, validity, and usefulness in the case of Organic-Synthesis Problems. *Science Education*, 84: 229-253.
- TOIGO, A.M. (2006). Ensinando Biomecânica nas séries iniciais do ensino fundamental: um relato de experiência. *Experiências em Ensino de Ciências*, 1(3): 58-66.
- TOIGO, A.M.; COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (2010). Dificultades de alumnos de una Diplomatura en Educación Física en la resolución de problemas tipo de cinética y cinemática en una asignatura de Biomecánica. *Latin American Journal of Physics Education*, 4(3): 685-698.
- TOIGO, A.M.; MOREIRA, M.A. (2008). Relatos de experiência sobre o uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação em três disciplinas do curso de Educação Física. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3(2): 7-20.
- TOIGO, A.M.; MOREIRA, M.A.; COSTA, S.S.C. (2010). Estudio comparativo sobre la construcción de mapas conceptuales em pequeños grupos e individualmente por alumnos de grado de las facultades de Educación Física y Fisioterapia en la disciplina de Biomecánica. In: SÁNCHEZ, J.; CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2010). Proceedings of the *Fourth International Conference on Concept Mapping*. Viña del Mar, Chile. pp. 230-238.

URNS, J.; ATMAN, C.J.; ADAMS, R. (2000). Concept maps for engineering education: a cognitively motivated tool for supporting varied assessment functions. *IEEE Transactions on Education*, 42(2): 164-173.

TZEN, J.Y. (2008). Learners' perceptions and use of differently designed schematic concept maps on the formation of mental representations for different learning tasks. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp.178-180.

UNZUE, F.T. (2004). Aplicaciones didácticas de los mapas conceptuales en un centro educativo. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.

VAKILIFARD, A.; ARMAND, F.; BARON, A. (2006). The effects of 'concept mapping' on second language learners' comprehension of informative text. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 233-236.

VALADARES, J.; FONSECA, F.; SOARES, M.T. (2004). Using conceptual maps in physics classes. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.

VALADARES, J.; SOARES, M.T. (2008). The teaching value of concept maps. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press.

VALENTINI, N.C.; TOIGO, A.M. (2005). *Ensinando Educação Física nas séries iniciais. Desafios & Estratégias*. Canoas: Unilasalle, Salles. 152p.

VAN ZELE, E.; LENAERTS, J.; WIEME, W. (2004). Improving the usefulness of concept maps as a research tool for science education. *International Journal of Science Education*, 26(9): 1043-1064.

VANDER, A.J. (1994). The Claude Bernard distinguished lecture. The excitement and challenge of teaching physiology: shaping ourselves on the future. *Advances in Physiology Education*, 267:3-16.

VARELA NIETO, M.P.; MARTÍNEZ AZNAR, M.M. (1997). Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la Física: la resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2): 173-188.

VASCONCELOS, C.; LOPES, B.; MARQUES, L.; CARRASQUINHO, S. (2007). Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciência. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2): 235-245.

VÁSQUEZ, S.; BUSTOS, P.; NÚÑEZ, G.; MAZZITELLI, C. (2004). Planteo de situaciones problemáticas como estrategia integradora en la enseñanza de las ciencias y la tecnología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(1). Disponível em <<http://www.saum.uvigo.es/reec>>. Acesso em 07 de fevereiro de 2008.

VELOZ, J.; RODRÍGUEZ, I.; VELOZ, E. (2008). Confusion and unknown about concept maps in ESIME-Culhuacan IPN Mexico. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press. pp. 137-139.

VENÂNCIO, S.; KATO, L.A. (2008). A utilização de mapas conceituais na identificação da aprendizagem significativa crítica em uma atividade de modelagem matemática. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3(2): 57-68.

- VENDITTI, P.; SABBA, C. (2006). Teaching concept mapping to children in very difficult circumstances. An experience. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 221-224.
- VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23): 133-170.
- VERGNAUD, G. (2009). The theory of conceptual fields. *Human Development*, 52: 83-94.
- VILAS-BOAS, J.P. (2001). Biomecânica hoje: enquadramento, perspectivas didáticas e facilidades laboratoriais. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 1(1): 48-56.
- WALKER, J.M.T.; KING, P.H. (2002). Concept mapping as a form of student assessment and instruction. Proceedings of the *2002 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*.
- WALKER, J.M.T.; KING, P.H. (2003). Concept mapping as a form of student assessment instruction in the domain of bioengineering. *Journal of Engineering Education*, 19(2): 167-179.
- WALKER, J.M.T.; KING, P.H.; CORDRAY, D.S. (2003). The use of concept mapping as an alternative form of instruction and assessment in a capstone biomedical engineering design course. Proceedings of the *2003 American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition*.
- WEHRY, S.; ALGINA, J.; HUNTER, J.; MONROE-OSSI, H. (2008). Using concept maps transcribed from interviews to quantify the structure of preschool children's knowledge about plants. In: CAÑAS, A.J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.K.; NOVAK, J.D. (2008). Proceedings of the *Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press.
- WEHRY, S.; GOUDY, L. (2006). Concept mapping in middle school mathematics. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 66-69.
- WONG, R.M.F.; LAWSON, M.J.; KEEVES, J. (2002). The effects of self-explanation training on students' problem solving in the high-school mathematics. *Learning and Instruction*, 12: 233-262.
- YIN, Y.; VANIDES, J.; RUIZ-PRIMO, M.A.; AYALA, C.C.; SHAVELSON, R.J. (2005). Comparison of two concept-mapping techniques: implications for scoring, interpretation, and use. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2): 166-184.
- YOVAL, P.G.; MARINA, S.H.; SANDOVAL, E.C.; DEL VALLE, L.G.; MARTÍNEZ, C.V. (2004). Valoración cuantitativa para evaluar mapas conceptuales. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; GONZALEZ, F. (2004). Proceedings of the *First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain.
- ZEPURE SAMAWI, R.N. (2006). The effect of concept mapping on critical thinking skills and dispositions of junior and senior baccalaureate nursing students. In: CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Proceedings of the *Second Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. pp. 233-236.

ANEXO 1 – Tabla de los artículos leídos para la revisión de la literatura sobre resolución de problemas (n = 78)

Clasi-fica-ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
1. Novatos y especialistas	<p>COLEONI, E.A.; GANGOSO, Z.A.; HAMITY, V.H. (2007). Novatos exitosos: un análisis de resoluciones de un problema de olimpiada de Física. <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i>, 6(2): 457-470.</p>	Argentina	Física	<p>Analizar las resoluciones escritas de un problema de papel y lápiz, parte de la prueba teórica, llevada a cabo por estudiantes participantes de una Olimpiada de Física.</p> <p>* ¿Existen características propias de los sujetos que solucionan problemas con éxito?</p> <p>* En caso positivo, ¿es positivo cuantificarlas?</p>	Cita trabajos anteriores sobre diferencias entre novatos y especialistas.	80 alumnos de la enseñanza secundaria con edades entre 16 y 18 años.	<p>A través de la respuesta de una pregunta de papel y lápiz en una Olimpiada se realizaron: * Análisis de categorías de solución con éxito y solución sin éxito. * Análisis de indicadores de dimensión disciplinar (índices conceptual y procedimental). * Análisis de indicadores de experto y novato (soluciones para adelante; soluciones para atrás).</p>	<p>* Los sujetos del estudio, aunque hayan sido considerados con éxito, mostraron características de novatos (solución orientada para el resultado numérico de la incógnita), aun así, aciertan la pregunta. Utilizan herramientas procedimentales de manera correcta y un umbral necesario de conocimiento disciplinar conceptual. * Superado un mínimo de conocimiento conceptual, tienen éxito los sujetos que mejor manejen complementos procedimentales. * Las dimensiones experto-novato son diferentes de alumnos con éxito-alumnos sin éxitos, porque integran diferentes elementos y características de los procesos de resolución de los sujetos, así como los resultados del mismo.</p>
1. Novatos y especialistas	<p>GORODETSKY, M.; KLAVIR, R. (2003). What can learn how gifted/average pupils describe their processes of problem solving? <i>Learning and Instruction</i>, 13: 305-325.</p>	Israel		<p>Propuesta de incorporación de los 5 subprocesos cognitivos (Decodificación, Comparación, Combinación Recuperación y Dirección del Resultado), por medio de levantamiento de sentencia en un modelo para análisis de la reflexión de estudiantes talentosos y regulares en sus procesos de resolución de problemas.</p>	Psicología Cognitiva. Revisión de literatura en resolución de problemas (Novatos y Especialistas).	121 alumnos, 61 de clases para alumnos talentosos y 61 de clases regulares de la enseñanza primaria.	<p>Los alumnos resolvieron problemas de <i>insight</i>, con y sin aprendizaje analógico y se les pidió que contasen cuál era el proceso de resolución que utilizaron. Autores propusieron modelo para trazar un mapa de una sentencia (estructura semántica para describir la información observada). Se utilizaron 4 cuestionarios: 2 que examinaron la resolución de problemas sin aprendizaje previo y 2 relacionados a la transferencia de soluciones de una modalidad para la otra después de aprender de ejemplos análogos ejercitados.</p>	<p>Los dos grupos de alumnos presentaron diferentes subprocesos al resolver problemas. El éxito de los talentosos está asociado a los subprocesos de Decodificación y Combinación y el de los alumnos regulares a la Recuperación y Combinación antes de aprender.</p>

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
1. Novatos y especialistas	COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (1996). Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 1(2): 176-192.	Brasil	Física	Revisión de la literatura sobre resolución de problemas - diferencias entre novatos y especialistas.	No cita.	31 artículos.	Revisión de la literatura.	Las diferencias observadas en esa revisión de la literatura entre novatos y especialistas, cuando ejecutan tareas de resolución de problemas pueden ser muy útiles para el profesor, ofreciéndole una reflexión para su propuesta de trabajo en clase, permitiendo un cuestionamiento si la actividad de resolución de problemas que proporciona a sus alumnos es compatible con el objetivo de promover con eficacia el desarrollo de sus estructuras cognitivas.
2. Metodología didáctica	LEONARD WILLIAM, J.; GERACE, W.J.; DUFRESNE, R.J. (2002). Resolución de problemas basada en análisis. Hacer del análisis y del razonamiento en foco de la enseñanza de la Física. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 20(3): 387-400.	Estados Unidos	Física	Crear una metodología de resolución de problemas basada en el análisis para promover tanto la comprensión conceptual profunda como la capacidad de resolver problemas eficientemente.	Teoría del procesamiento de información.	Citan los sujetos de trabajos en la literatura sobre concepciones alternativas, diferencias entre novatos y especialistas, entre otros.	a) los estudiantes explotan sus ideas previas para que no interfieran en el conocimiento científico; b) los estudiantes perfeccionan, conectan e inter-relacionan los conceptos, creando una red de ideas que los ayude a comprenderlos y recordarlos; c) los estudiantes aprenden cómo usar los conceptos para analizar y raciocinar sobre situaciones comunes; d) los estudiantes desarrollan habilidades de resolución de problemas basadas más intensamente en estrategias más parecidas a las de los especialistas – que usan principios – que a las de los novatos – que usan características superficiales; e) los estudiantes organizan y les dan prioridad a su propio conocimiento, con el fin de que sea particularmente útil para la resolución de problemas y para el análisis.	La propuesta pretende superar la falta de comprensión y el bajo desempeño de los alumnos en analizar, raciocinar y resolver problemas. Pretende usar el análisis y el raciocinio como puente para la comprensión conceptual profunda y la resolución de problemas eficiente – condiciones de contorno favorables al aprendizaje. Pretende abandonar la tendencia de aprender sin entender.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
2. Metodología didáctica	VARELA NIETO, M.P.; MARTÍNEZ AZNAR, M.M. (1997). Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la Física: la resolución de problemas como actividad de investigación. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 15(2): 173-188.	España	Física	Investigar el cambio conceptual producido como consecuencia del trabajo con resolución de problemas abiertos.	Constructivismo.	Grupos experimental (n=36) y control (n=40) de alumnos de 3º BUP.	El grupo control recibió enseñanza tradicional y el grupo experimental trabajó en pequeños grupos resolviendo problemas de enunciado abierto. Fueron realizados pre y post-test, a través de los cuales se verificaron variables de contenido y de abandono. Análisis cualitativo y cuantitativo.	El cambio conceptual obtenido en mecánica y electricidad, además de ser significativo, fue duradero si se compara estadísticamente con relación al grupo control.
2. Metodología didáctica	ESCUADERO, C. (1995). Resolución de problemas en Física: herramienta para reorganizar significados. <i>Caderno Catarinense de Ensino de Física</i> , 12 (2): 95-106.	Argentina	Física	Proponer el uso de la V de Gowin con el fin de favorecer cambios de actitud en los estudiantes frente a la resolución de problemas.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.	Alumnos de la enseñanza secundaria.	Los profesores les presentaron la V de Gowin a los alumnos y propusieron problemas para que los alumnos los resolvieran utilizándolo.	A pesar de no haber presentado resultados sobre la utilidad del diagrama V y de su relación con aspectos actitudinales, la aclaración sobre los elementos que configuran un problema bajo su luz puede ser un camino promisorio, en la medida en que ayude a reorganizar significados.
2. Metodología didáctica	GARRET, R.M. (1988). Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 6(3): 224-230.	Reino Unido	Ciencias	Trata de las siguientes cuestiones: a) ¿por qué resolución de problemas parece ser una actividad esencial a ser desarrollada en las escuelas? b) ¿qué puede ser entendido por resolución de problemas? c) ¿cuáles son las implicaciones para la enseñanza de ciencias de la orientación centrada en la resolución de problemas?	Citan ideas de Kuhn y Popper.	Revisión de la literatura.	Enfoque en resolución de problemas: a) estimular la comprensión real de los aspectos del problema, permitiendo el uso de la originalidad; b) fomentar la formulación de hipótesis, fortaleciendo la actitud más abierta, flexible y realista frente a los hallazgos de la Ciencia y las limitaciones del proceso científico.	* La resolución de problemas es un proceso presente en la vida cotidiana como en los campos específicos de la ciencia y de la tecnología. * Se debe encontrar un equilibrio en la administración de problemas en clase (rompecabezas, problemas cerrados, abiertos) permitiendo una enseñanza a través (y no al margen) de los procesos científicos.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
2. Metodología didáctica	BOUFAOUDE, S.; SALLOUM, S.; ABD-EL-KHALICK, F. (2004). Relationships between selective cognitive variables and students' ability to solve chemistry problems. <i>International Journal of Science Education</i> , 26(1): 63-84.	Líbano	Química	Comparar el desempeño de los estudiantes en problemas conceptuales y algorítmicos de química, investigar las relaciones entre la orientación de aprendizaje, raciocinio formal y capacidad mental en el desempeño de los alumnos en problemas conceptuales y algorítmicos e investigar interacciones entre la orientación de aprendizaje, raciocinio operacional formal y capacidad mental.	Constructivismo de Piaget.	4 profesores de Química con más de 5 años de experiencia y 68 alumnos del 11º curso de la enseñanza secundaria.	Secciones científicas en escuelas. Orientación de aprendizaje, raciocinio formal y capacidad mental medidos a través del <i>Learning Approach Questionnaire</i> , <i>Test of Logical Thinking</i> y <i>Figural Intersection Test</i> . Los alumnos resolvieron problemas conceptuales de Química, algorítmicos de baja demanda mental y algorítmicos de alta demanda mental. Análisis de regresión.	* Los estudiantes tuvieron mejor desempeño significativo en los problemas algorítmicos que en los conceptuales. * Los estudiantes "significativos" tuvieron mejor desempeño que los estudiantes "mecánicos" en el test de problemas conceptuales, pero no hubo diferencia significativa para los dos niveles de problemas algorítmicos. * Los estudiantes tienen que ser pensadores conceptuales, de lo contrario, lo que aprendieron en la escuela habrá sido pérdida de tiempo porque no será usado en el día a día.
2. Metodología didáctica	LOPES, B.; COSTA, N. (1996). Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implicaciones educativas. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 14(1): 45-61.	Portugal	Física y Química	*Proponer un modelo de enseñanza y aprendizaje de ciencias basado en la resolución de problemas.	Revisión de la literatura en resolución de problemas, raíz psicológica en Enseñanza-Aprendizaje y epistemología.	Destinado a los alumnos de la educación básica.	Los autores proponen un modelo basado en 6 etapas. * Enfoque cualitativo; a) primera etapa: problematización e identificación de problemas; b) segunda etapa: operacionalización; c) tercera etapa: resolución del problema. * Enfoque cuantitativo d) cuarta etapa, semejante a las 3 anteriores; e) quinta etapa: abordaje con lenguaje formal; f) sexta etapa: comienzo de las mismas etapas para otros conceptos y otros contextos.	* La formación de profesores debe sufrir reformulaciones; * La enseñanza-aprendizaje debería tener un componente mucho más fuerte de problematización y, por otro lado, los problemas y tareas-problema deben ser diferenciados e interrelacionados con la fase de crecimiento conceptual en la cual los alumnos se encuentran.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
2. Metodología didáctica	POMÉS RUIZ, J. (1991). La metodología de resolución de problemas y el desarrollo cognitivo: un punto de vista postpiagetiano. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 9 (1): 78- 82.	España	Química	<ul style="list-style-type: none"> * Estudiar la influencia de la metodología utilizada de resolución de problemas en la eficiencia con los cuales se puede explotar el potencial intelectual de los estudiantes. * Proponer una metodología de resolución de problemas en problemas en clase. 	Constructivismo Postpiagetiano.	150 alumnos de enseñanza superior de la disciplina Química General de la Escuela de Ingeniería.	<p>Características de la metodología propuesta: *</p> <ul style="list-style-type: none"> Investigar la calidad de los conceptos previos imprescindibles para abordar el problema en cuestión antes de la sesión de resolución de problemas. * Habituarse a leer los enunciados de manera interrogativa. * El profesor debe conducir la resolución de problemas con una metodología activa, proponiendo preguntas que lleven al raciocinio. * Estimular a los alumnos con tendencia a la simple retención cuantitativa de información al raciocinio mediante procesos cualitativos superiores. * Procurar un equilibrio entre la valoración académica del aprendizaje de los procesos y contenidos en una perspectiva holística. * Repetir la solución del problema con una explicación bien detallada. * Un problema de la vida real es siempre motivador para los alumnos. 	La metodología propuesta pretende contribuir con el desarrollo del alumno en el sentido de promover su capacidad de raciocinio al nivel requerido en la actividad de resolución de problemas.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
2. Metodología didáctica	<p>GUISASOLA ARANZABAL, J.; CEBERIO GARATE, M.; ALMUDÍ GARCÍA, J.M.; ZUBIMENDI HERRANZ, J.L. (2002). La enseñanza de problemas-tipo en el primer curso de Ingeniería y el aprendizaje significativo de los conceptos y principios fundamentales de la Física. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i>, 19(1): 7-28.</p>	España	Física	<p>Analizar la efectividad con relación al aprendizaje obtenido a partir de estrategias habituales utilizadas en clase de resolución de problemas basadas, generalmente, en ejercicios de aplicación (problemas-tipo).</p>	Resolución de problemas como investigación.	48 alumnos del 1º año del curso de Ingeniería.	<p>Se elaboraron tres situaciones problemáticas de diferentes áreas de la Física y se analizaron las estrategias utilizadas por los estudiantes para resolverlas. Se elaboró una pauta de corrección que toma como referencia la correcta resolución del problema propuesto. Se recogieron las principales representaciones comunes a los grupos de alumnos.</p>	<p>Los resultados indicaron que la enseñanza de problemas-tipo, en nivel universitario, no contribuye para que los estudiantes aprendan los conceptos y leyes de la Física.</p>
2. Metodología didáctica	<p>TSAPARLIS, G.; ANGELOPOULOS, V. (2000). A model of problem solving: its operation, validity, and usefulness in the case of organic-synthesis problems. <i>Science Education</i>, 84: 131-153.</p>	Grecia	Química	<p>Proponer un modelo de resolución de problemas y testarlo en cuanto a la operacionalidad, validez y utilidad en el caso de problemas de síntesis orgánica.</p>	Teoría del procesamiento de información y Modelo de Johnstone-El-Banna.	<p>Un grupo con 191 alumnos de la enseñanza secundaria de escuelas públicas con edades entre 17-18 años con entrenamiento previo y un grupo de 128 alumnos de escuelas privadas sin entrenamiento previo.</p>	<p>El modelo de Johnstone-El-Banna para resolución de problemas se basa en la teoría de la memoria de trabajo, cuya operación y validez del modelo depende de un número de condiciones necesarias, como estructura lógica, disponibilidad de pasos parciales, ausencia de ruido y falta de familiaridad con el problema. Se realizaron tests para verificar la demanda Z de cada problema.</p>	<p>* El modelo fue más útil en el caso de los estudiantes sin entrenamiento previo. * El modelo funciona mejor con problemas abiertos que con problemas algorítmicos. * La resolución de problemas es un proceso complicado, implica más de una variable cognitiva, además de las afectivas, y tiene implicaciones importantes para la instrucción en resolución de problemas. * La demanda de los problemas debe ser cuidadosamente controlada para los novatos para que construyan confianza con éxito. La complejidad debía aumentar solamente cuando las estrategias son aprendidas de manera que los alumnos puedan mantener el valor de Z (no el actual, sino el valor modificado de Z por fragmentos) de acuerdo con su capacidad X. Para eso, los profesores deben planificar la enseñanza con criterio.</p>

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
2. Metodología didáctica	FURTAK, E.M. (2006). The problem with answers: an exploration of guided scientific inquiry teaching. <i>Science Education</i> , 90: 453-467.	Estados Unidos	Física	El estudio explora los diferentes procedimientos presentados por 3 profesores que deben "esconder" las respuestas de los estudiantes para mantener un clima de investigación en la resolución de problemas. Preguntas formuladas: * ¿Cómo describieron los profesores el papel de las respuestas en la enseñanza guiada por la investigación científica? * ¿Cómo tratan esos profesores con problemas con respuestas durante la aprobación de una investigación guiada por investigación científica? * ¿Qué dice la experiencia de los profesores para políticos, investigadores y prácticos sobre la enseñanza guiada por la investigación científica?	Enseñanza basada en la investigación científica.	1 profesora de ciencias de la enseñanza primaria, 1 profesor de ciencias de la enseñanza secundaria rural y 1 profesor de la enseñanza secundaria.	Análisis cualitativo de las imágenes grabadas del trabajo de los profesores aplicando el FAST (<i>Foundational Approaches in Science Teaching</i>), que es un programa interdisciplinar, basado en investigación para la enseñanza secundaria. Análisis de las entrevistas realizadas con los profesores.	Un profesor abordó el problema tratando la investigación como un juego; otro aceptó las ideas de los alumnos sin evaluación y el tercero dedicó un tiempo considerable explicando sus estrategias de enseñanza a los alumnos. Investigadores y educadores responsables de las políticas de enseñanza tienen que explotar el papel de las respuestas en la enseñanza guiada por la investigación científica con el fin de preparar mejor los alumnos para ese tipo de problema.
2. Metodología didáctica	PEDUZZI, L.O.Q. (1987). Solução de problemas e conceitos intuitivos. <i>Caderno Catarinense de Ensino de Física</i> , 4(1): 17-24.	Brasil	Física	Discutir dos problemas de mecánica en los que las soluciones correctas contrastan con ideas intuitivas que muchos alumnos mantienen en esa área.	Cita trabajos de concepciones espontáneas.	Un estudiante de un curso de Física General.	Se discuten dos problemas de mecánica cuyas soluciones correctas contrastan con las ideas intuitivas de alumnos del primer curso de Ingeniería: * los alumnos hacen un test escrito de elección múltiple con justificativa; * realizan el experimento, relativo a la situación, con discusión amplia; * resuelven los problemas con formalismo adecuado.	* El estudiante sufre un impacto natural al constatar que sus intuiciones "no son correctas" y eso lo deja confuso; * el alumno no está acostumbrado a cuestionar ni los problemas, ni la respuesta que encuentra; * muchos alumnos no se sienten motivados a aprender Física; * los estudiantes frecuentemente presentan muchas dificultades para resolver problemas.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
2. Metodología didáctica	GIL, D.; TORREGROSA, J.M.; RAMÍREZ, L.; CARRÉE, A.D.; GOFARD, M.; CARVALHO, A.M.P. (1992). Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. <i>Caderno Catarinense de Ensino de Física</i> ,9(1): 7-19.	España, Cuba, Argentina, Francia y Brasil	Ciencias	Cuestionar la didáctica en la resolución de problemas y elaborar un modelo alternativo.	Citan trabajos correlatos.	Foco en alumnos de la enseñanza secundaria.	Propuesta de un estudio de situaciones problemáticas abiertas (resolución de problemas como investigación).	Esa propuesta debe integrar el uso de ordenadores e investigaciones centradas en la evaluación de enseñanza-aprendizaje de Ciencias.
2. Metodología didáctica	GIL PÉREZ, D.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; SENENT PÉREZ, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de Física: una investigación orientada por nuevos supuestos. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 6(2): 131-146.	España	Física	Propuesta de un método de resolución de problemas a través de la investigación.	Constructivismo.	55 profesores de bachillerato; 122 profesores en formación de bachillerato; 91 profesores en formación de magisterio.	* Análisis cualitativo de las causas de fracaso en resolución de problemas citadas por profesores en ejercicio y en formación.* Descripción del método de resolución de problemas como investigación donde el profesor debe: * presentar problemas cuyos enunciados tengan situaciones problemáticas abiertas que obliguen al alumno a desarrollar tareas de investigación; * orientar a los alumnos a atribuir un papel relevante al análisis cualitativo del problema; * enfatizar el papel de las hipótesis en la resolución de problemas; * incentivar diferentes estrategias de resolución de problemas; * promover la discusión de los resultados entre los alumnos.	El enunciado abierto es susceptible de generar actividades características de un tratamiento científico de los problemas y sus aspectos creativos, favoreciendo la disminución del fracaso en resolución de problemas, además de un cambio metodológico y actitudes más positivas de profesores y alumnos.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
2. Metodología didáctica	PERELS, F.; GÜRTLER, T.; SCHMITZ, B. (2005). Training of self-regulatory and problem-solving competence. <i>Learning and Instruction</i> , 15: 123-139.	Alemania	Matemáticas	Proponer diferentes tipos de entrenamiento que consisten en varias combinaciones de auto-regulación y componentes de R resolución de problemas P para aumentar la auto-regulación y la competencia para resolución de problemas por parte de los alumnos.	Modelo de Zimmermann de auto-regulación. Teoría de Resolución de Problemas.	249 alumnos entre 13 y 15 años de escuelas de enseñanza secundaria.	Pretest, entrenamiento y postest. Análisis estadístico de los resultados.	Es posible aumentar la competencia auto-regulatoria y el comportamiento de resolución de problemas a través del entrenamiento de los componentes auto-regulatorios. Para las competencias auto-regulatorias, la mejora puede ser obtenida por la combinación de estrategias de auto-regulación y resolución de problemas (entrenamiento combinado). Para el entrenamiento en resolución de problemas, ese efecto no fue explícito porque todos los tipos de entrenamiento llevaron a efectos significativos con relación a la medida de la resolución de problemas.
2. Metodología didáctica	MASUI, C.; DE CORTE, E. (1999). Enhancing learning and problem solving skills: orienting and self-judging, two powerful and trainable learning tools. <i>Learning and Instruction</i> , 9: 517-542.	Bélgica	Matemáticas	Propuesta interventiva preservando la integración de aspectos cognitivos, afectivos y conativos para el aprendizaje auto-regulado y el pensamiento.	Cita trabajos sobre metacognición, motivación, voluntad y emoción.	352 alumnos de Economía y Negocios, divididos en un grupo experimental y dos grupos control.	El grupo experimental trabajó temas de orientación y auto-juicio a través de actividades no-cognitivas, el primer grupo control trabajó con actividades cognitivas y el segundo grupo control trabajó sin sesiones especiales. Análisis cuantitativo de los datos.	Después de la intervención, los estudiantes del grupo experimental presentaron mayor conocimiento sobre orientación y auto juicio que los alumnos del grupo control; ellos se orientaron mejor y fueron más propensos al auto juicio en el inicio de un nuevo curso. Tanto el meta-conocimiento como el comportamiento de transferencia fueron relacionados al desempeño académico.
2. Metodología didáctica	FÁVERO, M.H.; SOUSA, C.M.S.G. (2001). A resolução de problemas em Física: revisão de pesquisa, análise e proposta metodológica. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 6(2): 143-196.	Brasil	Física	Revisión de la literatura sobre investigación en RP, basada en los trabajos publicados en el área desde final de los años 70 hasta 1999.	Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.	No cita.	Revisión de la literatura.	Defienden, para el estudio de resolución de problemas, la creación de una situación de interacción según una dimensión de desarrollo que permita intervenir en las operaciones de regulación, o sea, que permita la revisión, por el individuo, tanto teórica como metodológicamente, de sus acciones y productos.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
2. Metodología didáctica	SOUSA, C.M.S.G.; FÁVERO, M.H. (2002). Análise de uma situação de resolução de problemas de Física, em situação de interlocução entre um especialista e um novato, à luz da teoria dos campos conceituais de Vergnaud. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 7(1): 55-75.	Brasil	Física	* Estudiar el proceso de construcción del saber en un contenido específico de Física Clásica, la Electricidad, a partir de la resolución de problemas. * Crear una situación de interacción según una dimensión desarrollista, procurando intervenir en las operaciones de regulación de tal forma que el proceso de producción fuese revisto por el sujeto, en función de un campo conceptual particular de la Física y eso resultase en la reelaboración de las acciones y de los productos, en el proceso de resolución de problemas.	Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.	Dos alumnos de un curso de preparación para la Selectividad.	Cada alumno fue sometido a 5 sesiones individuales de resolución de problemas, cada una con 70 minutos de duración, que fueron registradas en audio y transcritas íntegramente. También se recogió material escrito de los alumnos. La 1ª sesión fue centrada en las dificultades. Las sesiones siguientes fueron desarrolladas a través de un procedimiento fundamentado en la mediación de los conceptos de Electricidad. Análisis cualitativo de los datos.	* Hubo evidencia de que la propuesta de la situación de interlocución y toma de conciencia puede contribuir con la generación de datos que fundamenten acciones para la mejora de la enseñanza de resolución de problemas en las clases. * Vale la pena insistir en la acción mediadora del profesor en la resolución de problemas en las clases.
2. Metodología didáctica	COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (1997a). Resolução de problemas II: propostas de metodologías didáticas. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 2(1): 5-26.	Brasil	Física	Revisión de la literatura sobre resolución de problemas (metodologías didáticas).	No cita.	33 artículos.	Revisión de la literatura.	El conocimiento por parte del profesor de los procesos implicados en la resolución de problemas y de las dificultades que los alumnos encuentran en los mismos, permitirá que la tarea sea presentada por el profesor de forma que minimice estas dificultades. Por otro lado, si se le permite al alumno la existencia y los "remedios" de estas dificultades, creemos que un esfuerzo conjunto permitirá un mejor rendimiento en las tareas de resolución de problemas.
2. Metodología didáctica	GIL PÉREZ, D.; VALDÉS CASTRO, P. (1997). La resolución de problemas de Física: de los ejercicios de aplicación al tratamiento de situaciones problemáticas. <i>Revista de Enseñanza de la Física</i> , 10(2): 5-20.	España	Física	Actualizar una propuesta alternativa sobre resolución de problemas como actividad investigadora, intentando mostrar que problemas de papel y lápiz y la realización de prácticas de laboratorio pueden ser agregadas en un único proceso investigativo.	Cita trabajos sobre resolución de problemas como investigación.	Propuesta dirigida a alumnos de la enseñanza secundaria y superior.	Propuesta de un método de resolución de problemas abiertos en 4 etapas: a) representaciones iniciales de la situación; b) formulación de hipótesis; c) elaboración de estrategias de solución; d) contraste con los resultados y análisis de éstos.	Para los estudiantes, el proceso puede representar una actividad sumamente creativa e interesante, que al mismo tiempo, contribuye para que tenga lugar el aprendizaje significativo y para familiarizarlos con las estrategias de trabajo científico.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
2. Metodología didáctica	ROSELLI, R.J.; BROPHY, S.P. (2006). Effectiveness of challenge-based instruction in biomechanics. <i>Journal of Engineering Education</i> , 95(4): 311-324.	Estados Unidos	Biomecánica	Determinar la eficiencia de un método de instrucción basado en desafíos (CBI) comparándolo con la enseñanza tradicional.	Aprendizaje basado en problemas; <i>How People Learn</i> .	Un grupo control (instrucción tradicional) y un grupo experimental (modelo de instrucción basado en desafíos) en un curso introductorio de Biomecánica de la facultad de Ingeniería Biomédica	Análisis cuantitativo de observación de las clases; análisis de un cuestionario de éxito aplicado a los alumnos y análisis cuantitativo de las cuestiones sobre conocimiento.	Los alumnos del grupo experimental aparentaron tener mejor dominio de algunas de las mayores dificultades del curso, como por ejemplo, momento. Los autores atribuyen esa ventaja a las actividades centradas en el alumno, en la comunidad y en la evaluación, las cuales están integradas en la CBI. En lugar de tratar los contenidos de la forma tradicional, los autores trataron los contenidos en el grupo experimental como desafíos reales que ponen al estudiante en una posición en la que deben escoger por sí las partes de la taxonomía que son relevantes para el problema. Inicialmente los estudiantes creen que esa metodología es más trabajosa, pero los autores creen que la metodología prepara mejor los alumnos para el cotidiano profesional y para un aprendizaje duradero.
2. Metodología didáctica	DUNCAN, M.J.; AL-NAKEEB, Y. (2006). Using problem-based learning in sports related courses: an overview of module development and student responses in an undergraduate Sports Studies module. <i>Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education</i> , 5(1): 50-57.	Reino Unido	Fisiología del Ejercicio	Documentar el proceso de desarrollo de un módulo de aprendizaje basado en problemas en un curso de Educación Física.	Aprendizaje basado en problemas.	Una clase de alumnos de Fisiología y Mejora del Desempeño.	Problemas presentados antes de la explicación teórica. Evaluación a través de un informe escrito (para verificar la adquisición de conocimientos y habilidades para manejar equipamientos y técnicas y evaluar la forma a través de la cual los alumnos llegan a la solución) y un examen (que implica varios escenarios basados en problemas relacionados a los temas tratados en el módulo). Análisis cualitativo de entrevistas conducidas para verificar las percepciones y experiencias de los estudiantes sobre el aprendizaje basado en problemas.	El uso del aprendizaje basado en problemas parece ofrecerles a los estudiantes compromiso, diversión y sentido crítico cuando se compara a la enseñanza tradicional ofrecida en los cursos de Educación Física. Sin embargo, hay que tomar cuidado en términos de distribución del tiempo, principalmente en clases que no están familiarizadas con el aprendizaje basado en problemas.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
2. Metodología didáctica	CHIN, C.; CHIA, L.-G. (2004). Problem-based learning: using students' questions to drive knowledge construction. <i>Science Education</i> , 88: 707-727.	Singapur	Biología	* ¿Cuáles son las inspiraciones de los alumnos para crear sus problemas y respuestas? * ¿Cómo explotan los alumnos el espacio de problema a través del cuestionamiento? a) ¿Qué tipos de preguntas hacen los estudiantes individualmente durante la fase inicial de identificación del problema? b) ¿Qué tipo de preguntas hacen los estudiantes cooperativamente durante la fase de resolución del problema, y cómo los guían esas preguntas en la construcción del proceso de aprendizaje basado en problemas?	Aprendizaje basado en problemas.	39 alumnas del 9º curso de la enseñanza secundaria trabajando en grupos de 4-5 personas.	Cada grupo trabajó en un proyecto escogido por las propias alumnas en el tema "Alimentos y Nutrición" en 4 etapas: 1) identificación del problema; 2) explotación del espacio del problema; 3) investigación científica; 4) reunión de informaciones y 5) presentación del resultado, evaluación del profesor y auto-reflexión. Los datos incluyeron observaciones y notas de campo, documentos escritos por los alumnos, grabaciones en audio y vídeo de los trabajos en grupo y de las entrevistas con los alumnos. Análisis cualitativo de categorías.	* El aprendizaje basado en problemas estructurado en las cuestiones de los estudiantes como ancla, facilitó el aprendizaje dirigiéndolos a la investigación científica y anclando sus pensamientos. * El aprendizaje basado en problemas puede llenar una laguna a través de la mediación entre teoría y práctica. También demostró cómo los principios del aprendizaje basado en problemas pueden ser traducidos para la práctica en contextos auténticos de las clases.
2. Metodología didáctica	ROSELLI, R.J.; BROPHY, S.P. (2001). Movement from a taxonomy-driven strategy of instruction to a challenge-driven strategy in teaching introductory biomechanics. <i>Proceedings of the 2001 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition</i> .	Estados Unidos	Biomecánica	*Modificar la asignatura de Biomecánica de forma que sea más efectiva a través de la introducción de actividades centradas en el aprendiz, en la comunidad y en la evaluación.	Aprendizaje basado en problemas; <i>How People Learn</i> .	Una clase de Biomecánica del año 1999.	Los módulos fueron planeados para ser usados en el campus, complementados con clases de contenido <i>online</i> , clases cortas en <i>power point</i> . Los datos fueron obtenidos a través de un sistema de respuesta personal. Análisis cualitativo.	La motivación para usar el método de instrucción por desafío es animar los estudiantes a que piensen sobre los problemas de ingeniería antes de intentar resolverlos. En lugar de proponer problemas estrictamente relacionados con el contenido de las clases, los autores propusieron desafíos de la vida real que ponen los estudiantes en posición de intentar identificar por cuenta propia cuáles son las partes del contenido que son relevantes para resolver el problema. Los alumnos pueden considerar ese método inicialmente más trabajoso, pero los autores creen que prepara los alumnos para el trabajo y les proporciona un aprendizaje más duradero.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
2. Metodología didáctica	GIJBELS, D.; DOCHY, F.; VAN DEN BOSSCHE, P.; SEGERS, M. (2005). Effects of problem-based learning: a meta-analysis from the angle of assessment. <i>Review of Educational Research</i> , 25(1): 27-61.	Antuierpa y Bélgica	No cita	* Investigar la influencia de la evaluación de efectos del aprendizaje basado en problemas aplicando el Modelo de Sugure para los componentes cognitivos de la resolución de problemas.	Aprendizaje basado en problemas.	Revisión de la literatura.	Tres niveles de estructura cognitiva pueden ser destacados en la evaluación de la resolución de problemas: a) comprensión de los conceptos; b) comprensión de las relaciones entre los conceptos; c) relación de los conceptos y principios, las condiciones y procedimientos de aplicación.	El aprendizaje basado en problemas tiene la máxima eficiencia cuando los constructos focales que están siendo evaluados estaban en nivel de comprensión de conceptos y sus relaciones. Los resultados sugieren que las implicaciones de la evaluación deben ser consideradas al examinar los efectos del aprendizaje basado en problemas y probablemente en todas las investigaciones comparativas en educación.
2. Metodología didáctica	DEEK, F.P.; HILT, S.R.; KIMMEL, H.; ROTTER, N. (1999). Cognitive assessment of students' problem solving and program development skills. <i>Journal of Engineering Education</i> , 88(3): 2-8.	Estados Unidos	Ciencias de la Computación	* Explotar métodos alternativos de evaluación en el contexto de una nueva perspectiva para enseñar en una facultad de Ciencias de la Computación. * Enseñar a una clase de alumnos las habilidades necesarias para formular problemas; programar y delinear la solución; implementar y testar la solución y acompañar y evaluar el progreso de la solución.	Aprendizaje basado en problemas.	16 alumnos de enseñanza superior.	* Tres instrumentos para analizar los estudiantes en cuanto a la formulación de problemas, planificación y design. * Cuatro instrumentos para evaluar la calidad y la precisión de las respuestas. * Un instrumento para evaluar las percepciones de los alumnos. Análisis cualitativo.	* La evaluación puede ser más que la medida del desempeño del alumno: puede ser encarada como una herramienta de aprendizaje. * La integración de las heurísticas de RP básica con las tareas de desarrollo del programa tiene beneficios adicionales: esa manera de resolver problemas le da al estudiante habilidades transferibles a otros métodos de diseño de <i>software</i> .
2. Metodología didáctica	CAPON, N.; KUHN, D. (2004). What's so good about problem-based learning? <i>Cognition and Instruction</i> , 22(1): 61-79.	Estados Unidos	Administración	* Conducir un estudio en aprendizaje basado en problemas que alcance un efecto equilibrado entre los objetivos al naturalismo (y consiguiente importancia) y el control experimental. * Demostrar los resultados específicos del aprendizaje basado en problemas.	Aprendizaje basado en problemas.	131 alumnos de un curso de MBA ejecutivo divididos en un grupo experimental (aprendizaje basado en problemas) y un grupo control (clase tradicional).	* Teste (no anunciado) sobre los conceptos estudiados, 6 semanas después de la instrucción. * Examen sobre los conceptos estudiados 12 semanas después de la instrucción. Análisis estadístico.	* Alumnos que experimentaron el aprendizaje basado en problemas consiguieron más frecuentemente integrar nuevos conocimientos con la estructura cognitiva existente (es decir, demostraron comprensión). * El beneficio del aprendizaje basado en problemas no recae en la adquisición superior o en el recuerdo de nuevos conceptos, sino en el potencial de mayor entendimiento reflejado en la integración del nuevo concepto con el conocimiento existente y, con eso, la posibilidad de reestructurar y optimizar la coherencia conceptual. * El aprendizaje basado en problemas promueve el "tener sentido".

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
2. Metodología didáctica	DUNCAN, M.; LYONS, M.; AL-NAKEEB, Y. (2007). "You have to do it rather than being in a class and just listening." The impact of problem-based learning on the student experience in sports and exercise biomechanics. <i>Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education</i> , 6(1): 71-80.	Reino Unido	Biomecánica	* Hacer un esbozo del desarrollo de un módulo de aprendizaje basado en problemas en una asignatura de Bases Biomecánicas del Movimiento Humano en el segundo año de una facultad de Educación Física y relatar las experiencias de los alumnos sobre ese módulo.	Aprendizaje basado en problemas.	Una clase de la asignatura de Bases Biomecánicas del Movimiento Humano.	Informe de evaluación, examen de conocimientos y entrevista con los alumnos. Análisis cualitativo.	* Los resultados de las entrevistas y de los cuestionarios de final de curso revelaron que el método de aprendizaje basado en problemas permitió mayor autonomía para explotar problemas y cuestiones y sirvió para motivar a los alumnos a empeñarse más en el asunto si se compara con los módulos tradicionales. * Los estudiantes contaron que el contenido fue estimulante y que el aprendizaje basado en problemas podría ayudarles a prepararse para los exámenes de final de año y a desarrollar habilidades que les serán útiles en la profesión.
2. Metodología didáctica	DOCHY, F.; SEGERS, M.; VAN DEN BOSSCHE, P.; GIJBELS, D. (2003). Effects of problem-based learning: a meta-analysis. <i>Learning and Instruction</i> , 13: 533-568.	Holanda y Bélgica	No cita	* Llamar la atención para los principales efectos del aprendizaje basado en problemas en el conocimiento y en las habilidades. * Llamar la atención para los potenciales moderadores del efecto del aprendizaje basado en problemas.	Aprendizaje basado en problemas.	43 artículos.	Meta-análisis. Análisis cuantitativo.	* Existe un efecto positivo robusto del aprendizaje basado en problemas en las habilidades de los estudiantes. * Con relación al efecto del aprendizaje basado en problemas en el conocimiento, el resultado fue negativo. * El nivel de dominio de los alumnos es el factor moderador para los resultados de conocimiento y habilidades.
3. Factores que influyen en la RP	COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (2002). O papel da modelagem mental dos enunciados na resolução de problemas de Física. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , 24(1): 61-74.	Brasil	Física	Identificar y analizar dificultades de los alumnos relativas a RP sobre Cinemática de un Punto Material.	Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird.	Alumnos de las facultades de Ingeniería y Física (investigación durante 5 semestres).	Análisis cualitativo de respuestas verbales y escritas (exámenes y trabajos) en pequeños grupos o individualmente.	La representación mental del enunciado de un problema, presentado a través de un discurso lingüístico, acompañado o no de representación pictórica, puede ser favorecida por la enseñanza explícita del modelado físico de las situaciones enfocadas en el enunciado.
3. Factores que influyen en la RP	ESCUADERO, C.; JAIME, E.A. (2007). La comprensión de la situación física en la resolución de situaciones problemáticas. Un estudio en dinámica de las rotaciones. <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> , 6(1): 1-18.	Argentina	Física	Investigar las regularidades que se repiten sistemáticamente y que permiten inferir pistas sobre cómo ven, imaginan o conciben las distintas situaciones propuestas.	Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird y Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.	34 alumnos de la facultad de Ingeniería del 1° año.	Análisis cualitativo de la solución escrita de un problema de dinámica de cuerpo rígido en la ocasión del tercer examen parcial. La evaluación constó de 6 ítems.	Un grupo importante de estudiantes generó representaciones mentales adecuadas para comprender la situación física.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
3. Factores que influyen en la RP	BRAGA I, L. (1987). Os melhores alunos que saem do ensino médio estão preparados para prosseguir estudos universitários na área de ciências físicas e matemáticas? <i>Caderno Catarinense de Ensino de Física</i> , 4(1): 25-31.	Chile	Física y Matemáticas	Mostrarles a los profesores de la enseñanza secundaria y superior las dificultades que presentan los alumnos en el primer año de la enseñanza superior.	No cita.	No cita.	No explica cómo llegó a los resultados. Apunta innumerables dificultades en el área cognitiva y en el área afectiva.	Profesores deben cambiar los actuales planes de formación superior en el área de ciencias, o modificar la formación de la enseñanza secundaria.
3. Factores que influyen en la RP	TALIM, S.L. (1999). Dificuldades de aprendizagem na terceira lei de Newton. <i>Caderno Catarinense de Ensino de Física</i> , 16(2): 141-153.	Brasil	Física	Estudiar la existencia de conceptos espontáneos sobre la tercera ley de Newton en alumnos de enseñanza secundaria, verificando cómo esos conceptos dificultan el aprendizaje de los alumnos e interfieren en su comprensión de la tercera ley de Newton.	No cita.	62 alumnos del primer año y 29 alumnos del segundo año de la enseñanza secundaria. Ambos grupos ya habían estudiado la tercera ley de Newton.	Test para detectar la existencia de conceptos espontáneos y las dificultades de aprendizaje de los alumnos sobre la tercera ley de Newton, con 7 ítems de elección múltiple sobre varias situaciones.	* Existen conceptos intuitivos sobre la tercera ley de Newton, por tanto, es necesario usar estrategias de cambio conceptual para cambiar los conceptos de espontáneos para científicos. * El hecho de que un alumno consiga solucionar un tipo de situación no garantiza que consiga solucionar todos los tipos de situación, indicando que el alumno no tiene una correcta comprensión de la tercera ley.
3. Factores que influyen en la RP	SOLAZ-PORTOLÉS, J.J.; SANJOSÉ-LÓPEZ, V. (2007). Resolución de problemas, modelos mentales e instrucción. <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> , 6(1): 70-89.	España	Física y Química	Analizar la interacción entre el conocimiento previo, el texto en nivel académico y el aprendizaje cuando los alumnos leen libros de ciencias físicas.	Cita trabajos anteriores sobre factores que influyen en la resolución de problemas.	Universitarios de las carreras de Ciencias, Filología, alumnos de la enseñanza secundaria de Ciencias y Filología.	Manipulación de un conjunto de variables en un texto tomado de un libro de Física y Química, a partir del cual se elaboró un nuevo texto con el cual los autores intentaron mejorar el rendimiento de los estudiantes en tareas de aprendizaje.	* Las variables textuales introducidas en el texto adaptado (de enseñanza secundaria) tienen efecto en la enseñanza secundaria y especialmente en los alumnos de ciencias. * Las variables textuales introducidas en el texto adaptado favorecieron los procesos de comprensión de los sujetos con mejor conocimiento previo sobre el tema, independientemente de sus estrategias de lectura. * Las variables que más influyen en los alumnos de enseñanza secundaria fueron: explicación de las relaciones entre ideas sucesivas; simplicidad léxica y sintáctica; analogías con referentes claros; ilustraciones interconectadas con el texto.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
3. Factores que influyen en la RP	PIMENTEL, J.R. (1998). Livros didáticos de ciências: a Física e alguns problemas. <i>Caderno Catarinense de Ensino de Física</i> , 15(3): 308-318.	Brasil	Física	Relatar problemas en el contenido de Física observado en algunos libros didáticos de ciencias de 5° a 8° curso disponibles en el mercado.	Se basa en los Parámetros Curriculares Nacionales.	Destinatarios: alumnos de los cursos finales de la enseñanza primaria. Libros didáticos, pero no dice cuántos fueron analizados.	Problemas encontrados en los libros analizados: a) imprecisiones conceptuales; b) experimentos fantasiosos o con resultados experimentales irreales; c) experimentos que muestran resultados irreales; d) problemas con las ilustraciones; e) inducción del alumno a situaciones de riesgo.	El libro debe ser encarado como importante instrumental de apoyo para el profesor y para los alumnos, pero no debe ser usado como fuente de verdad absoluta. El profesor debe estar preparado para corregir problemas en los libros que utiliza.
3. Factores que influyen en la RP	KEMPA, R.F. (1991). Students' learning difficulties in science. Causes and possible remedies. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 9(2): 119-128.	Reino Unido	Ciencias	Analizar ampliamente las principales dificultades de aprendizaje presentadas por alumnos en la educación de ciencias y sus causas subyacentes.	Teoría del procesamiento de información y constructivismo.	Estudiantes de la escuela secundaria.	Uso de mapas cognitivos como medio de revelar deficiencias y peculiaridades en la estructura de conocimiento (memoria de larga duración) de los estudiantes. También se le dio atención a las limitaciones en la capacidad de la memoria de corta duración de los alumnos como causa de fracaso en el aprendizaje y tareas de RP.	* Las deficiencias deben ocurrir en la estructura de conocimiento en la memoria de larga duración de los estudiantes o en su capacidad de manipular informaciones de acuerdo con las limitaciones en la capacidad de la memoria de corta duración. * Es importante para los profesores de ciencias y educadores reconocer y reaccionar a las varias causas de las dificultades de aprendizaje de los alumnos con el fin de minimizarlas, haciendo la enseñanza más efectiva.
3. Factores que influyen en la RP	ESCUADERO, C.; FLORES, S.C. (1996). Resolución de problemas en nivel medio: un cambio cognitivo y social. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 1(2): 155-175.	Argentina	Fisicoquímica	Estudiar la resolución de problemas en alumnos de escuela secundaria con bajos rendimientos desde la integración de los significados de la concepción constructivista: a) la construcción del significado y el papel del contenido; b) la integración de lo individual y de lo social.	Constructivismo (Novak, Ausubel, Vygotsky, Erickson).	Dos grupos de alumnos con edades entre 14 y 16 años (clase de diurno y clase de nocturno) de una escuela secundaria.	Registro de datos de observación de las clases, resolución de problemas de laboratorio, entrevistas formales e informales y mapas conceptuales. Datos analizados cualitativamente.	* Estudiantes con menor rendimiento utilizaban "cuentas" para resolver problemas. * Estudiantes con mayor rendimiento utilizaban "fórmulas" (que, en el fondo, no es otra cosa sino un término más sofisticado culturalmente para hablar de cuentas). * Habiendo fórmulas para todo, los alumnos prefieren memorizarlas a deducirlas de otras; tienen dificultades con igualdades, es decir, se resisten a realizar el cambio de términos. Las ecuaciones parecen no tener significado para los alumnos. * Cabe a los profesores/investigadores proseguir en la acción de comprometerse con la formación científica de los alumnos.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
3. Factores que influyen en la RP	SHERIN, B. (2006). Common sense clarified: the role of intuitive knowledge in physics problem solving. <i>Journal of Research in Science Teaching</i> , 43: 535-555.	Estados Unidos	Física	* ¿Cuál es el papel (si hay) del conocimiento intuitivo en la resolución de problemas en Física? * ¿Cómo cambia el conocimiento intuitivo de Física con el fin de desempeñar ese papel? * ¿Cuándo y cómo ocurren esos cambios típicamente? ¿Cuáles son las experiencias cruciales que llevan al refinamiento del conocimiento intuitivo? ¿En particular, las experiencias con problemas cualitativos pueden llevar a cambios en el conocimiento de sentido común en la dirección del conocimiento físico?	Cita estudios sobre conocimiento físico intuitivo (McCloskey, 1983; Chi, 1992 y otros).	5 parejas de alumnos del tercer semestre de la facultad de Física.	Análisis cualitativo del trabajo de los alumnos intentando resolver problemas de Física a partir de la transcripción de películas (total de 27 horas).	* El conocimiento intuitivo puede proporcionar un contexto de interpretación. * Un tipo de cambio observado fue en el peso y prioridad del sentido de mecanismo. El conocimiento intuitivo debe ser refinado solamente para dar soporte y complementar el trabajo con ecuaciones y otros métodos formales. * El conocimiento intuitivo puede cambiar durante la resolución de problemas. El conocimiento intuitivo es activo, por lo tanto es plausible de poder ser alterado en función de las experiencias. * El conocimiento intuitivo y el sentido común pueden representar una parte de la resolución de problemas incluso en problemas tradicionales de libros de texto, lo que significa que el conocimiento intuitivo puede ser refinado a través de la resolución de problemas. * El entendimiento conceptual y resolución de problemas no se deben separar, ni en la instrucción, ni en la investigación.
3. Factores que influyen en la RP	TACONIS, R.; FERGUSON-HESSLER, M.G.M.; BROEKKAMP, H. (2001). Teaching science problem solving: an overview of experimental work. <i>Journal of Research in Science Teaching</i> , 38(4): 442-468.	Holanda	Ciencias	Los autores no están particularmente interesados en los enfoques de enseñanza que no limiten las actividades educacionales a la enseñanza tradicional de la práctica de resolución de problemas, sino que empleen tareas de aprendizaje que requieran actividades cognitivas distintas de las que implica la práctica tradicional de resolución de problemas. Cuestión de estudio: * ¿Cuáles son las actividades que contribuyen con el aprendizaje de la resolución de problemas de ciencias?	Teoría del procesamiento de información.	Revisión de literatura de 22 artículos arbitrados.	Análisis cuantitativo (correlacional) y método cualitativo sistemático.	Se identificaron pocas variables independientes caracterizando estrategias específicas para enseñar ciencias a través de resolución de problemas. Todos los tratamientos efectivos valoraron la estructura y función del conocimiento básico, mientras que la atención al conocimiento de estrategias y práctica en resolución de problemas tuvo poco efecto. * Como condiciones para el aprendizaje, se les debe suministrarles a los alumnos directrices y criterios que ellos puedan usar al juzgar sus procesos y productos en resolución de problemas y darles <i>feedback</i> . Estos son importantes prerrequisitos para la adquisición de habilidades en resolución de problemas.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
3. Factores que influyen en la RP	OÑORBE DE TORRE, A.; SÁNCHEZ JIMÉNEZ, J.M. (1996). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química. II. Opiniones del profesor. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 14(3): 251-260.	España	Física y Química	Analizar las ideas con las cuales profesores y alumnos confrontan problemas de Física y Química. Mostrar las relaciones entre dificultades enfrentadas así como la distinción entre grupos de profesores que comparten ideas similares sobre la educación con resolución de problemas.	No cita.	131 profesores de la enseñanza primaria y secundaria.	Entrevista cuyas dos primeras preguntas corresponden a posible porcentaje de fracaso de los alumnos en la teoría y en los problemas de Física y Química. Las restantes piden un valor (en una escala de 1 a 10) sobre cada una de las dificultades presentadas. Análisis cualitativo de las respuestas.	* El índice medio de fracaso de los alumnos de la resolución de problemas de Física y Química es considerado superior a 50%. * Las dificultades para las cuales se le atribuye menor grado de importancia corresponden a la falta de preparación del profesor y lapsos de memoria de los alumnos. * Profesores y alumnos están de acuerdo en que: a) el fracaso es mayor en la resolución de problemas que con la teoría; b) las principales dificultades en la resolución de problemas son la falta de conocimientos procedimentales, aplicación de la teoría y estrategia o camino de la resolución; c) hay dificultad de interpretar el enunciado.
3. Factores que influyen en la RP	OÑORBE DE TORRE, A.; SÁNCHEZ JIMÉNEZ, J.M. (1996). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química. I. Opiniones del alumno. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 14(2): 165-170.	España	Física y Química	Analizar las ideas con las que profesores y alumnos enfrentan problemas de Física y Química.	No cita.	419 alumnos del bachillerato y COU, estudiantes ingleses y del último año de EU de formación de profesores de Ciencias.	Análisis cualitativo de un cuestionario.	* Los alumnos les atribuyen mayor dificultad a los procedimientos de resolución de problemas y a la incomprensión de los enunciados. * Admiten moderadamente su responsabilidad por falta de trabajo. * Le atribuyen escasa influencia a los errores de cálculo como factor explicativo del fracaso. * Admiten entre sí dificultades relativas a: a) procedimientos de resolución; b) falta de trabajo e interés; falta de confianza en sí mismos en la comprensión del enunciado; d) enseñanza recibida con excesiva complicación de problemas; e) errores de cálculo y fallo de memoria.
3. Factores que influyen en la RP	PERALES PALACIOS, F.L.; CERVANTES MADRID, A. (1984). Influencia del conocimiento numérico en la resolución de problemas. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , p. 97-101.	España	Física	Estudio experimental para verificar la influencia del conocimiento previo de la respuesta en la resolución de problemas.	Constructivismo.	Dos grupos de segundo curso de magisterio.	Examen de evaluación que consiste en resolución de problemas de dos y tres problemas de Física. En ambos casos, a un grupo se le mostraba el resultado antes, y el otro desconocía el resultado. Análisis cuantitativo de los resultados.	* El conocimiento previo del resultado condiciona los alumnos en la medida en que tienden a falsear el proceso de resolución de problemas para forzar la solución. * No hay verificación estadística de que ese hecho induzca los alumnos al delineamiento más eficaz en el problema en el caso de ignorar su respuesta. * No hay razones de peso a favor de dar la solución del problema a priori.

Clasificación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
3. Factores que influyen en la RP	BUTELER, L.; GANGOSO, Z.; BRINCONES CALVO, I.; GONZÁLEZ MARTÍNEZ, M. (2001). La resolución de problemas en Física y su representación: un estudio en la escuela media. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 19(2): 285-295.	España y Argentina	Física	* Explotar la relación entre ciertas características de la Física en la resolución de problemas (enunciado del problema y la representación interna que los estudiantes forman después de la lectura del enunciado). * Verificar la correlación entre esa representación y el grado de generación de la ecuación.	Psicología Cognitiva. Citan trabajos de resolución de problemas Novatos y Especialistas.	189 estudiantes de secundaria.	Recogida de datos a partir de 6 enunciados de problemas. Los alumnos debían: a) realizar un esquema a partir del enunciado; b) mostrar los datos necesarios para la resolución y c) opinar sobre el grado de dificultad. Categorización de las respuestas y análisis estadístico.	* La presencia de datos en el problema favoreció el apareamiento de representaciones más completas. * Los problemas con enunciados cotidianos tienen representaciones mejor sucedidas. * La correlación del problema y la requisición de los datos, y la percepción sobre el grado de dificultades es muy baja.
3. Factores que influyen en la RP	INOUE, N. (2005). The realistic reasons behind unrealistic solutions: the role of interpretative activity in word problem solving. <i>Learning and Instruction</i> , 15: 69-83.	Estados Unidos	Matemáticas	* ¿Qué se tiene en cuenta cuando los alumnos dan respuestas no realistas a los problemas del mundo? * ¿Se originan de un enfoque basado en el no-uso de cálculo con raciocinio, confronto de normas socioculturales de las clases de matemáticas o de la interpretación realista no anticipada de situaciones-problema?	Revisión de la literatura en resolución de problemas, cita Schoenfeld, 1991.	60 estudiantes universitarios de Matemáticas, Ciencias e Ingeniería.	Análisis cualitativo de las entrevistas clínicas de la actividad interpretativa de los alumnos con relación a 12 problemas del mundo de matemáticas. Ese tipo de problema fue concebido de forma que soliciten consideraciones realistas con el fin de llegar a la respuesta correcta.	* La resolución de problemas de matemáticas en la que participaron los sujetos no fue necesariamente disociados de su experiencia con la realidad. * Es un desafío para que los educadores encuentren una forma de efectivamente enseñar los alumnos a no caer en un entendimiento tan simplista del mundo en cuanto adquiere modelos teóricos para entenderlo. * Problemas del mundo pueden ser usados como herramienta para enseñar alumnos a distinguir críticamente si las hipótesis usadas son apropiadas en diferentes enfoques así como ese aspecto dual de las actividades matemáticas.
3. Factores que influyen en la RP	LIN, H.S.; CHIU, H.L.; CHOU, C.Y. (2004). Student understanding of the nature of science and their problem-solving strategies. <i>International Journal of Science Education</i> , 26(1): 101-112.	Taiwán	Ciencias	Examinar la relación entre la comprensión de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia y sus estrategias de resolución de problemas.	Revisión de la literatura en resolución de problemas.	620 estudiantes del 8º curso de 16 clases de 4 escuelas de enseñanza secundaria.	Análisis cuantitativo de dos tests de RP conceptual y de un cuestionario sobre la naturaleza de las ciencias.	Los alumnos tienen mejor desempeño en problemas conceptuales si poseen mejor entendimiento del modelo contemporáneo sobre la naturaleza de la ciencia que incluye: a) qué observaciones y explicaciones sobre experimentos científicos están relacionados a la teoría; b) no hay un único método científico; c) científico no está obligado a usar el método científico tradicional.
3. Factores que influyen en la RP	SOLAZ-PORTOLÉS, J.J.; SANJOSE-LÓPEZ, V. (2007). Resolución de problemas, modelos mentales e instrucción. <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> , 6(1): 70-89.	España	Física y Química	Experimento en el cual estudiantes con diferentes conocimientos previos resuelven problemas después de la lectura de un texto que contiene diversas variables de instrucción.	Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird.	85 alumnos de primer año de Bachillerato de una escuela pública de enseñanza secundaria.	Lectura de un texto. Prueba de conocimiento previo. Prueba de resolución de problemas. Análisis estadístico de los datos recogidos.	Cuanto más difícil es un problema y menor es el conocimiento previo de los sujetos, mayor será la influencia de las variables de instrucción que mejoran la coherencia textual y la integración de los contenidos en los esquemas de conocimiento del estudiante. Algunas modificaciones textuales pueden conducir a una mejora significativa en la resolución de problemas, de manera que puedan ayudar los alumnos a elaborar modelos mentales.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
3. Factores que influyen en la RP	ESCUADERO, C.; MOREIRA, M.A. (2002). Resolución de problemas de cinemática en nivel medio: estudio de algunas representaciones. <i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</i> , 2(3): 84-96.	Argentina	Física	Utilización de una propuesta didáctica con el fin de conseguir la consolidación de algunos contenidos procedimentales y llevar los alumnos a reflexionar sobre el conocimiento. La propuesta valora los problemas y ejercicios como mediadores en el discurso de las clases. Interpretar las dificultades de los alumnos en la construcción de modelos mentales en la resolución de problemas, del enunciado del problema y de la resolución.	Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird y Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.	38 alumnos del 4° curso de enseñanza secundaria.	Análisis cualitativo de la resolución escrita de un problema de cinemática.	Los descubrimientos se orientan a favor de que la interacción del enunciado y conocimientos previos son fuente frecuente de tensiones sobre todo cuando se resuelven situaciones problemáticas que requieren un tiempo de explotación. El delineamiento y selección de situaciones variadas en clase procuró proporcionar al estudiante oportunidades para que utilice conceptos y relaciones que permitan predecir el comportamiento de un sistema físico. Los resultados obtenidos mostraron que la descripción de un movimiento no es una tarea trivial, sin embargo, un grupo de estudiantes adquirió un buen dominio de los algoritmos necesarios para su descripción científica en situaciones más convencionales mientras que en nuevas situaciones se observó fuertemente el fenómeno de la variabilidad cognitiva.
3. Factores que influyen en la RP	GUISASOLA, J.; CEREBIO, M; ZUBIMENDI, J.L. (2003). El papel científico de las hipótesis y los razonamientos de los estudiantes universitarios en resolución de problemas de Física. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 8(3) 211-229.	España	Física	Explotar cómo los estudiantes universitarios del primer curso de Ingeniería emiten hipótesis para construir su propia estructura de resolución, cómo se enfrentan los problemas de Física. * La enseñanza habitual les proporciona a los estudiantes suficientes oportunidades y tiempo para que puedan realizar un análisis cualitativo del fenómeno científico propuesto que los lleva a convertir ideas en hipótesis, a realizar predicciones y a contrastarlas con el cuerpo teórico enseñado en clase.	Constructivismo.	44 alumnos del primer curso de Ingeniería Técnica Industrial.	Análisis de las respuestas escritas de 4 situaciones problemáticas en las cuales se les solicitó a los alumnos que emitieran hipótesis de forma explícita. El estudio fue semicuantitativo, partiendo de categorías de análisis creadas por los autores.	* Los alumnos emiten hipótesis sin el rigor y características que requiere el procedimiento científico. * Las hipótesis emitidas están más relacionadas con sus interpretaciones subjetivas y personales sobre el marco teórico estudiado que con una comprensión significativo del mismo.
3. Factores que influyen en la RP	COLEONI, E.A.; OTERO, J.C.; GANGOSO, Z.E.; HAMITY, V.H. (2001). La construcción de la representación en la resolución de un problema de Física. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 6(3): 285-298.	Argentina	Física	Describir las resoluciones de un problema de Física de estudiantes de secundaria y analizar la posibilidad de interpretar los errores encontrados como indicios de deficiencias en la construcción de la representación que guía el proceso de resolución.	Modelo de Problema de Nathan, Kintesh y Young.	80 alumnos de la enseñanza secundaria con edades entre 16 y 18 años de los cuales se utilizaron solamente 56.	Análisis cualitativo. Se describieron las resoluciones que no corresponden a las características del proceso, descrito en el texto, o que lo hacen de manera equivocada.	Varios alumnos fueron capaces, en situación de resolución de problemas, de recuperar leyes o principios físicos como esquemas abstractos, sin conseguir aplicarlos a una situación específica. Los autores establecieron categorías de errores vinculados al proceso de modelado de la teoría e indicios de deficiencia de comprensión.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
3. Factores que influyen en la RP	BUTELER, L.; GANGOSO, Z. (2001). Diferentes enunciados del mismo problema: ¿problemas diferentes? <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 6(3): 269-283.	Argentina	Física	Describir las acciones realizadas por los alumnos cuando enfrentan la misma situación con diferentes enunciados.	Perspectiva Distribuida de la Cognición de Zhang y Norman.	56 alumnos de la facultad de Biología.	La 1ª actividad consistió en relacionar conceptos de termodinámica necesarios para realizar la 2ª actividad, que fue constituida por un conjunto de 3 problemas. Los registros fueron las tareas escritas por los alumnos, las cuales fueron analizadas cualitativamente.	La representación externa en cualquiera de sus dos versiones gráficas, constituye una manera eficiente de extraer información contenida en el enunciado verbal. Al enfrentar enunciados verbales, los sujetos prefieren la modalidad gráfica para traducir la información verbal en información que puede ser directamente percibida. Esta traducción no está relacionada al éxito de la tarea; solamente cumple la función más usual atribuida a las representaciones externas: entienden la memoria de trabajo formando archivos permanentes y permitiendo que la memoria sea compartida con otro tipo de información.
3. Factores que influyen en la RP	COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (1997b). Resolução de problemas III: fatores que influenciam na resolução de problemas em sala de aula. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 2(2): 65-104.	Brasil	Física	Revisión de la literatura sobre resolución de problemas (factores que influyen en la resolución de problemas en las clases).	No cita.	57 artículos.	Revisión de la literatura.	* Las dificultades que el alumno tiene de articular estrategias de resolución de problemas no son generalmente sanadas por libros y/o profesores. * Se destaca la falta de interés de los alumnos en la tarea de resolución de problemas.
3. Factores que influyen en la RP	GRECA, I.M.; MOREIRA, M.A. (2003). Do saber fazer ao saber dizer: uma análise do papel da resolução de problemas na aprendizagem conceitual de Física. <i>Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências</i> , 5:(1): 1-16.	Brasil	Física	Discusión sobre el aprendizaje procedimental y el aprendizaje conceptual de acuerdo con la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud.	Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.	No cita.	No cita.	Los autores concuerdan con el argumento de que la resolución mecánica de problemas de papel y lápiz, de final de capítulo o ejemplares, tiende a llevar a un aprendizaje mecánico pero no están de acuerdo en que los problemas abiertos necesariamente llevan a la conceptualización científica.
3. Factores que influyen en la RP	SOLAZ-PORTOLÉS, J.J.; SANJOSÉ-LÓPEZ, V.; VIDAL-ABARCA, E. (1995). Influencia del conocimiento previo y de la estructura conceptual de los estudiantes de BUP en la resolución de problemas. <i>Revista de Enseñanza de la Física</i> , 8(2): 21-28.	España	Química	Analizar la influencia que tienen el conocimiento previo y el conocimiento conceptual adquirido a través de la instrucción en la resolución de problemas.	Cita trabajos sobre la estructura cognitiva de los sujetos.	Un grupo de 69 alumnos con alto conocimiento previo y un grupo de 67 alumnos con bajo conocimiento previo de bachillerato (enseñanza secundaria).	Análisis cuantitativo de las medidas de conocimiento conceptual (mapa) y medidas de resolución de problemas (6 preguntas abiertas).	* La adecuada resolución de problemas depende de la existencia de un apropiado conocimiento conceptual y el conocimiento previo no interviene en esa relación. * El conocimiento procedimental del algoritmo es condición necesaria, aunque no suficiente, para la apropiada comprensión y aplicación de los conceptos. El conocimiento previo sólo facilita la resolución de problemas algorítmicos.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
3. Factores que influyen en la RP	PERALES PALACIOS, F.J. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 11(2): 170-178.	España	Ciencias y Matemáticas	Presentar una revisión y organizar el telón de fondo histórico y desarrollista y presentar investigaciones de resolución de problemas en Ciencias y Matemáticas.	Psicología cognitiva.	No cita.	Revisión de la literatura.	Apunta perspectivas futuras a través de interrogaciones sobre: a) cuáles son las variables más relevantes en la resolución de problemas; b) cuáles son los tipos de estrategias realistas que podrían ser utilizadas en resolución de problemas; c) cómo integrar la resolución de problemas en una perspectiva constructivista de enseñanza-aprendizaje; d) cómo se establece una diferencia estratégica entre trabajos prácticos y resolución de problemas; e) qué lugar debe ocupar la resolución de problemas en la evaluación y f) cómo incorporar los resultados de la investigación educativa en los manuales de resolución de problemas.
4. Estrategias específicas	PIFARRÉ, M.; SANUY, J. (2001). La enseñanza de estrategias de resolución de problemas matemáticos en la ESO: un ejemplo concreto. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 19(2): 297-308.	España	Matemáticas	Proponer estrategias generales o heurísticas de resolución de problemas sobre proporcionalidad directa - método de enseñanza de instrucción guiada y aprendizaje cooperativo.	Polya (1945); Schoenfeld (1985; Puig, 1993).	60 alumnos del 3º curso de ESO (Educación Secundaria Obligatoria).	Design didáctico basado en 4 etapas: a) contextualizar las actividades y problemas a ser resueltos en las prácticas cotidianas de los estudiantes; b) usar métodos de enseñanza que muestren el proceso de resolución de problemas; c) delinear materiales didácticos con el fin de guiar estrategias como selección, organización y control y d) facilitar el aprendizaje cooperativo en las estrategias de resolución de problemas.	La propuesta se mostró con éxito con el objetivo de mejorar las estrategias de resolución de problemas para alumnos de ESO, sin embargo la actitud de los profesores es parte fundamental en el proceso.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
4. Estrategias específicas	COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (2001). A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. <i>Caderno Catarinense de Ensino de Física</i> , 18(3):278-297.	Brasil	Física	Mostrar que la elaboración de un modelo mental de un enunciado es difícil para los alumnos, por su naturaleza representacional externa, aunque se usen figuras, y que sin un modelo mental adecuado, diferencias (aunque sean pequeñas) pueden representar serios obstáculos.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird.	Alumnos de las facultades de Ingeniería y Física.	La metodología incluye clases expositivas, sesiones de resolución de problemas de libros de texto en grupos, con interacción con el profesor. Análisis cualitativo de observaciones y anotaciones de comentarios, manifestaciones de dudas y posicionamientos frente a los enunciados de los problemas y a las estrategias de solución.	Sólo es posible al individuo construir explicaciones si posee la comprensión de la teoría de dominio, lo que significa que posee un modelo mental compatible con el modelo consensual científico.
4. Estrategias específicas	OTERO, M.R.; PAPINI, C.; ELICHIRIBEHETY, I. (1998). Las representaciones mentales y la resolución de problemas: un estudio exploratorio. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 3(1):47-60.	Argentina	Matemáticas	* ¿Cuáles son las estrategias empleadas en la resolución de un problema algebraico cuya interpretación supondría la ejecución de un modelo mental, pero que puede ser resuelto eficientemente con el empleo de una ecuación? * ¿Cuáles son las características de dicho modelo, si es que el modelo está en juego en la resolución del problema?	Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird.	10 alumnos adolescentes entre 16 y 17 años en una Olimpiada de Matemáticas; 20 alumnos adolescentes entre 16 y 17 en las clases de matemáticas en escuela pública y 6 alumnos de profesorado en Matemáticas y Física del tercer y cuarto año.	Los alumnos responden un problema específico y se realiza una separación de categorías de respuestas para analizar cualitativamente los resultados.	Existen sujetos que poseen un modelo mental y lo ejecutan en la resolución del problema mientras otros recurren simplemente a la solución algebraica. Quien resuelva el problema a partir del modelo mental correcto tiene mejor comprensión de las relaciones del problema, o sea, el modelo mental es decisivo en el proceso de construcción de significados.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
4. Estrategias específicas	CONTRERAS, L.C. (1987). La resolución de problemas, ¿una panacea metodológica? <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 5(1): 49-52.	España	Matemáticas	* Expandir el modelo de Polya y relacionarlo a otros autores.	Método de Polya.	No cita.	Método propuesto por Polya expandido: 1. comprender la cuestión; 2. encontrar un camino que vaya de lo desconocido a los datos, pasando, si es necesario, por muchos problemas intermediarios. Sugiere elaboración, por parte de los alumnos, de problemas para ser resueltos por los profesores, sin preparación previa, con el objetivo de aprender cómo los resuelven.	* El alumno elabora su aprendizaje, soluciona sus problemas, y el profesor es mero mediador e inspector del proceso; * El profesor no da respuestas, solamente ayuda el alumno a usar los conocimientos que ya tiene.
4. Estrategias específicas	CARCAVILLA CASTRO, A.; ESCUDERO ESCORZA, T. (2004). Los conceptos en la resolución de problemas de Física “bien estructurados”: aspectos identificativos y aspectos formales. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 22(2): 213-228.	España	Física	* Elaboración de un modelo para la resolución de problemas bien estructurados y para su análisis; * fundamentación teórica del mismo; * comprobación práctica de la factibilidad de este análisis.	Ideas de Bunge y teorías asociacionistas.	239 alumnos de enseñanza secundaria divididos en 8 grupos.	Análisis de las pruebas habituales para evaluar los alumnos, sin ninguna modificación. Se escogieron 18 problemas de esos exámenes, los cuales fueron analizados cualitativamente a través de distinción de categorías.	* Las tareas de identificación de conceptos son, en muchas ocasiones, las de peor resultado. * Una de las principales causas de las dificultades de los alumnos frente a los problemas de Física bien estructurados es la falta de sentido entre conceptos y sus relaciones para los alumnos. * La influencia de las ideas previas en los resultados de los exámenes es mucho menor de lo que podría parecer en vista del volumen de investigación en didáctica en ese tema. * La influencia de la falta de conocimientos matemáticos, no es el factor principal de los fallos en la RP. * Algunos conceptos, por más fáciles y familiares que puedan ser, presentan una dificultad especial. * La mayor parte de las dificultades de los alumnos al enfrentar problemas de un examen son la falta de comprensión de los conceptos y falta de conocimientos necesarios tanto conceptuales como procedimentales. La mayor parte de esas dificultades deberían estar resueltas antes de enfrentar los problemas en el examen.

Clasificación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
4. Estrategias específicas	SIGÜENZA, A.F.; SÁEZ, M.J. (1990). Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de Biología. <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , 8(3): 223-230.	España	Biología	* Encontrar una definición para el término problema, que corresponda al sentido de éste en la realidad de la clase, en el contexto de la enseñanza de la Biología. * Intentar mostrar la coherencia del modelo de RP como estrategia de enseñanza de Biología, con la construcción de conocimiento de cada sujeto individualmente para llegar a la comprensión, destacando la importancia que tiene el hecho de que el problema sea definido por los alumnos en clase.	Procesamiento de información y Constructivismo de Piaget.	Alumnos de la enseñanza secundaria.	Se analizaron los exámenes propuestos habitualmente a los diversos grupos de alumnos. De éstos, fueron escogidos 18 problemas para analizarlos cualitativamente, a través de la separación de categorías.	* La resolución de problemas supone una concepción dinámica de la educación basada en la comprensión. * En el contexto de la enseñanza de biología, problema puede ser definido como una situación cuya solución requiere que el sujeto analice hechos y desarrolle razonablemente una estrategia que le permita obtener datos, procesarlos, interpretarlos y llegar a una conclusión. * Resolución de problemas es un proceso basado en la comprensión del área de conocimiento del problema, luego no puede resolverlo mediante recuerdo, reconocimiento, reproducción o aplicación de un único algoritmo. * El modelo de resolución de problemas debe instruir al alumno a formular hipótesis y estrategias para testarlas.
4. Estrategias específicas	PEDUZZI, L.O.P. (1997). Sobre a resolução de problemas no ensino da Física. <i>Caderno Catarinense de Ensino de Física</i> , 14(3): 229-253.	Brasil	Física	* Mostrar que la resolución de problemas de papel y lápiz en Física no debe ser considerada por el profesor como una actividad en la cual el alumno, por esfuerzo propio y sin ninguna orientación específica, tenga éxito "preparándose conceptualmente para eso". * Proponer una estrategia de resolución de problemas.	Métodos de Wallas y Polya.	Alumnos de enseñanza superior.	Modelo propuesto: 1) leer el problema intentando comprenderlo; 2) representar la situación-problema para visualizarla mejor; 3) hacer una lista los datos; 4) hacer una lista de grandezas incógnitas; 5) verificar si las unidades están en el mismo orden de grandezza; 6) analizar cualitativamente el problema; 7) cuantificar la situación problema escribiendo una ecuación; 8) situar y orientar el sistema de referencia; 9) desarrollar el problema; 10) analizar críticamente el resultado encontrado; 11) registrar por escrito las partes en el proceso de resolución de problemas.	Los profesores consideran que las principales causas de fracaso en resolución de problemas son la falta de una adecuada base teórica, la falta de conocimientos matemáticos elementales, la falta de una metodología de resolución de problemas, la falta de raciocinio lógico, el desinterés del alumno por la disciplina y de forma aislada, el operativismo mecánico, actitud de apatía frente al problema, interés solamente por el resultado y no por la solución, inmediatismo, existencia de ediciones de listas resueltas, alumnos tratan variables físicas como matemáticas, alumnos no suelen estudiar de forma correcta. * Alertar al estudiante para estudiar. * La resolución de problemas en pequeños grupos puede ayudar y los problemas abiertos son propicios para este fin.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
4. Estrategias específicas	VÁSQUEZ, S.; BUSTOS, P.; NÚÑEZ, G.; MAZZITELLI, C. (2004). Planteo de situaciones problemáticas como estrategia integradora en la enseñanza de las ciencias y la tecnología. <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> , 3(1).	Argentina	Ciencias	Implementar una estrategia de enseñanza interdisciplinar en el espacio curricular de la tecnología.	Cita Pozo.	Alumnos del 9º curso de la enseñanza secundaria entre 14 y 15 años.	<p>Metodología en la cual se intenta favorecer la integración y contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, desarrollados en carácter interdisciplinar, tomando como eje la proposición de situaciones problemáticas cuyo enfoque y solución implica conocimientos referentes a la vivienda, alimentación, energía, contaminación ambiental, etc.</p> <p>La estrategia incluye: 1) procesos de producción (del insumo al producto); 2) sistemas técnicos (herramientas, máquinas, organizaciones, etc.); 3) programas de acción (transferencia de funciones a personas individuales, grupos o artefactos); 4) contextos de uso (impacto y efectos).</p> <p>Para solucionar los problemas, los alumnos deben considerar: 1) características; 2) materiales a utilizar; 3) herramientas; 4) procesos que se deben seguir y 5) forma de evitar el impacto ambiental.</p>	Es importante incluir ese tipo de actividad en las clases favoreciendo, por un lado, la reflexión sobre la responsabilidad de nuestra acción sobre el medio y, por otro, la integración de los contenidos vistos en otros espacios curriculares, para resolver distintas necesidades ya que las personas normalmente no son conscientes del valor de los recursos tecnológicos y naturales.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
4. Estrategias específicas	ESCUADERO, C.; GONZALEZ, S.; GARCIA, M. (1996). Resolución de problemas en el aula de Física: un análisis del discurso de su enseñanza y su aprendizaje en nivel medio. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 4(3): 229-251.	Argentina	Física	Analizar la forma en que los alumnos y profesores contribuyen con la construcción discursiva de la resolución de problemas en Física que se realiza en las clases.	Constructi- vismo.	19 alumnos del 4° curso de una escuela pública secundaria.	Análisis cualitativo conversacional de las intervenciones de los alumnos y del profesor a través de categorización.	Las demandas de los alumnos y las preguntas del profesor cambian en cantidad y calidad en los episodios en los cuales la actividad principal es la resolución de problemas. Las variaciones son percibidas en clima de clase. Los alumnos contribuyen con preguntas, dudas y concepciones/versiones alternativas; el profesor propone, pregunta, cuestiona, sugiere, no sólo por la necesidad de orientar el proceso, sino de generar las conclusiones en las clase que suministren la profundización conceptual y la organización procedimental. El conocimiento del contenido es la base sobre la cual se formulan las preguntas de análisis o argumentación, de ahí la necesidad de que el docente evite tratar de manera superficial los problemas.
4. Estrategias específicas	GISBERT BRIANSO, M. (1985). Método de resolución de problemas de "Física y Química". <i>Enseñanza de las Ciencias</i> , p. 213-215.	España	Física y Química	Presentar un método para resolver problemas tradicionales en Física y Química.	Cita trabajos sobre métodos de resolución de problemas.	Alumnos de la enseñanza secundaria.	Propone un método de resolver problemas a través de los siguientes pasos: 1) leer atentamente el problema; 2) programar de qué forma debe ser resuelto; 3) especificar claramente qué representa cada número, con las unidades correspondientes. Examinar si las respuestas son razonables y sensatas; 4) si no se sabe resolver, se debe pedir explicaciones cuanto antes.	La resolución de problemas también requiere un trabajo continuo y ejercicio sobre los mismos, ya que la destreza no es adquirida de forma rápida, sino con el tiempo, siempre que el alumno se esfuerce en adquirirla. El alumno debe auto-evaluarse a partir de los ejercicios del final del libro de texto.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
4. Estrategias específicas	CADORIN, J.L. (1987). Uma proposta de critério para correção de problemas de Física. <i>Caderno Catarinense de Ensino de Física</i> , 4(3): 123-126.	Brasil	Física	Presentar una propuesta de criterio para la corrección de problemas de Física.	No cita.	No cita.	Propuesta de evaluación de un problema en etapas: 1) el alumno debe ser capaz de discutir sobre lo que trata el problema y dónde debe llegar; 2) el alumno debe distinguir y tabular los datos pertinentes al problema; 3) el alumno debe ser capaz de obtener relaciones de las ecuaciones, o leyes que deben ser utilizadas; 4) el alumno debe ser capaz de sustituir datos en las ecuaciones; 5) no se debe evaluar solamente las operaciones matemáticas, sino los métodos matemáticos desarrollados por los alumnos; 6) el alumno debe estar familiarizado con las unidades; 7) el alumno debe ser capaz de describir el significado de la respuesta encontrada.	Es preferible discutir un problema más complicado, haciendo el análisis propuesto y considerando para efecto de evaluación cada una de las partes citadas, que resolver dos problemas simples, tomando como fundamental solamente el resultado final.
4. Estrategias específicas	WONG, R.M.F.; LAWSON, M.J.; KEEVES, J. (2002). The effects of self-explanation training on students' problem solving in high-school mathematics. <i>Learning and Instruction</i> , 12: 233-262.	Australia	Matemáticas	Investigar si el efecto de la auto- explicación surgiría en una situación de enseñanza donde la facilitación dada a los estudiantes era menos dirigida que la usada en un estudio anterior: a) estimar el impacto predictivo positivo del entrenamiento de auto- explicación para acceder y generar conocimiento; b) distinguir la influencia en el desempeño de la auto-regulación en resolución de problemas del conocimiento previo y creencias de los estudiantes.	Cita trabajos sobre auto- regulación.	47 estudiantes de 14 años del 9º curso de la enseñanza secundaria.	Análisis cualitativo y cuantitativo del desempeño de los estudiantes entrenados para usar el procedimiento de auto- explicación durante el estudio de un nuevo teorema en geometría, comparando con estudiantes que usaron un procedimiento usual.	No hubo efecto directo del método de auto- explicación en el desempeño. El mayor factor de desempeño fue el nivel de actividad de generación de conocimiento durante el cual los estudiantes mostraron evidencias de hacer nuevas conexiones, incluso en los nuevos materiales de estudio presentados o entre partes del material y su conocimiento existente de geometría.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
4. Estrategias específicas	SUTHERLAND, L. (2002). Developing problem solving expertise: the impact of instruction in a question analysis strategy. <i>Learning and Instruction</i> , 12: 155-187.	Australia	Química	Implementar y evaluar una instrucción basada en proyecto de investigación, examinando el impacto de la instrucción en una estrategia de análisis de las cuestiones en el desarrollo, de parte de estudiantes novatos, de la habilidad de resolver problemas de Química.	Cita trabajos de resolución de problemas novatos y especialistas.	211 alumnos del 11° curso de la enseñanza secundaria de 18 clases.	Análisis cualitativo y cuantitativo: a) del nivel de instrucción en RP; b) de la evaluación reflexiva y c) de las condiciones de práctica.	No fueron efectivas las combinaciones "instrucciones no explícitas" con "evaluación reflexiva" y con "solamente instrucción de estrategias". La instrucción de estrategias combinada con la facilitación de estrategias y con la evaluación reflexiva fue asociada con la facilitación de desempeño en resolución de problemas, de la misma forma, en el desarrollo de habilidades y procedimientos, o sea, mayor enfoque sistemático para el análisis de la información y uso del conocimiento necesario para desempeñar las tareas.
4. Estrategias específicas	COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (1997c). Resolução de problemas IV: estratégias para resolução de problemas. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 2(3): 153-184.	Brasil	Física	Revisión de la literatura sobre resolución de problemas (estrategias para la resolución de problemas).	No cita.	28 artículos.	Revisión de la literatura.	Las estrategias en resolución de problemas referidas en los trabajos parecen concordar con la enseñanza de heurísticas (generales o específicas), pero después del diagnóstico de las dificultades presentadas por los alumnos en sus procesos de resolución de problemas. Una de las formas de detectar estas dificultades es a través de protocolos verbales o por medio de tests escritos. Después de esta etapa, algunos trabajos sugieren la construcción de un guía de conocimiento básico y auxiliar que contenga informaciones sobre el contenido específico a ser trabajado además de condiciones y acciones derivadas del mismo. Este guía puede ser supleido por simulaciones computacionales, como el HAT (<i>Hierarchical Analysis Tool</i>) o puede ser presentado en la forma de sumarios o mapas que comprenden el conocimiento conceptual y condiciones de uso del mismo.
4. Estrategias específicas	ESCUADERO, C. (1996). Los procedimientos en resolución de problemas de alumnos de 3° año: caracterización a través de entrevistas. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 1(3): 241-256.	Argentina	Física	Estudio de algunos conocimientos procedimentales relacionados con la resolución de problemas de Física y su aprendizaje en la enseñanza secundaria.	Cita trabajos que analizan estrategias cognitivas y metacognitivas.	14 alumnos del 2° año y 7 alumnos del 3° año de la enseñanza secundaria.	Se estudiaron alumnos que presentaban bajo rendimiento, utilizando la clasificación de Flavell para analizar conocimientos procedimentales. Análisis cualitativo de entrevistas.	Los resultados indicaron que la mayoría de los alumnos dispone de un espectro pobre y reducido de estrategias cognitivas y metacognitivas, que necesitan referenciales externos permanentes, que no resuelven ni enfrentan situaciones nuevas, etc. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos al solicitarles que explicasen cómo empiezan a resolver problemas, qué procedimientos usan, cómo estudian para los exámenes que incluyen resolución de problemas y cómo controlan su trabajo. Usan las mismas estrategias, con frecuencia, muy parecidas y del mismo orden de popularidad.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
5. Revisión	GANGOSO, Z. (1999a). Investigaciones en resolución de problemas en ciencias. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 4(1): 7- 50.	Argentina	Ciencias	Revisión de la literatura sobre resolución de problemas y teorías psicológicas; revisión de literatura sobre tipos de investigación en resolución de problemas y proposición de una estrategia metacognitiva para resolución de problemas.	Psicología cognitiva.	No cita.	Revisión de la literatura.	* Las informaciones presentadas, así como algunos criterios de análisis, pueden favorecer y orientar la toma de decisiones de un investigador que pretende iniciarse en el tema. * La compleja naturaleza del evento educativo requiere flexibilidad y creatividad para decidir cómo construir e interpretar los fenómenos educativos.
5. Revisión	GANGOSO, Z. (1999b). Resolución de problemas en Física y aprendizaje significativo. Primera parte: revisión de estudios y fundamentos. <i>Revista de Enseñanza de la Física</i> , 12(2): 5-21.	Argentina	Física	Revisión de la literatura sobre resolución de problemas y teorías psicológicas; revisión sobre métodos didácticos de resolución de problemas.	Psicología cognitiva.	No cita.	Revisión de literatura.	Es posible armonizar los resultados de la línea del Modelo de resolución de problemas por Investigación con la línea de Diferencias entre Expertos y Novatos incorporando a la primera a una etapa que dé cuenta de una de las características de los alumnos que resuelven problemas con éxito como la reflexión sobre la estructura conceptual asociada al problema. De ese modo, las dos líneas pueden complementarse. La sugerencia de la autora es que esa armonización sea a través del uso de mapas conceptuales.
5. Revisión	VASCONCELOS, C.; LOPES, B.; MARQUES, L.; CARRASQUINHO, S. (2007). Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciência. <i>Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias</i> , 6(2): 235-245.	Portugal	Ciencias	Revisión de artículos con el fin de esbozar el estado del arte en resolución de problemas.	No cita.	69 artículos.	Análisis de <i>cluster</i> .	El tema resolución de problemas fue poco investigado entre 2000 y 2003. La resolución de problemas aparece en los artículos publicados en ese período articulada con otras líneas de investigación. Surgen indicadores de una enseñanza por resolución de problemas clásico que se preocupa, fundamentalmente, de elaborar los problemas a partir de situaciones académicas o de situaciones evocadas y explicitando los problemas.
5. Revisión	COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (2005). Revisão de literatura na área de investigação em resolução de problemas de Ciências e Matemática: uma atualização. <i>Actas del PIDEC</i> , 7: 57-209.	Brasil	Ciencias y Matemáticas	* Presentar una actualización de la revisión de literatura en el área de investigación en resolución de problemas de ciencias y matemáticas.	Resolución de problemas.	201 artículos.	Análisis cualitativo de los artículos.	* El análisis de los artículos ofrece la oportunidad de hacer una reflexión por parte de los profesores que se valen de esa actividad casi diariamente en las clases.
5. Revisión	ESCUADERO, C.; MOREIRA, M.A. (2004). La investigación en resolución de problemas: una visión contemporánea. <i>Actas del PIDEDEC</i> , 6: 41-90.	Argentina	Ciencias	* Realizar una revisión crítica de los procesos y resultados de investigaciones en resolución de problemas en los últimos 50 años.	Resolución de problemas.	No cita.	Análisis cualitativo de artículos.	* Comprender la resolución de problemas es iluminar no solamente la naturaleza de la inteligencia humana como un todo, sino sobre el núcleo mismo de la imaginación humana.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/Factores relevantes
5. Revisión	MOREIRA, M.A.; COSTA, S.S.C. (1999). Pesquisa em resolução de problemas em Física: uma visão contemporânea. Actas del PIDEDEC, 1: 39-66.	Brasil	Física	* Realizar una revisión sobre resolución de problemas en Física.	Resolución de problemas; Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird, Constructivismo de Piaget.	149 artículos.	Análisis cualitativo de los artículos.	* El texto procuró suministrar elementos para quien pretende hacer investigaciones en resolución de problemas. * Se discutió la complementariedad entre la teoría de los modelos mentales y la teoría de Piaget a través de la causalidad.
2. Metodología didáctica	TOIGO, A.M.; COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (2010). Dificultades de alumnos de una Diplomatura en Educación Física en la resolución de problemas tipo de cinética y cinemática en una asignatura de Biomecánica. <i>Latin American Journal of Physics Education</i> , 4(3): 685-698.	Brasil	Biomecánica	* Identificar cuáles eran las dificultades de los alumnos de dos clases de la asignatura Biomecánica del Movimiento en Deportes de la Diplomatura en Educación Física de un Centro Universitario localizado en una ciudad de la gran Porto Alegre, Brasil, en la resolución de problemas-tipo extraídos de libros de texto de Biomecánica relativos a la Cinética (dinámica) y a la Cinemática.	Resolución de problemas; Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel; Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.	30 alumnos de grado en Educación Física.	Observación participante con anotaciones de experiencias vividas en las clases impartiendo contenidos, auxiliando en la resolución de problemas, formulando y aplicando instrumentos de evaluación, anotando acciones e interactuando activamente con los alumnos, con posterior análisis e interpretación.	Se verificó que los alumnos investigados presentaron, mayoritariamente, dificultades de orden conceptual, acompañadas de algunas dificultades de orden procedimental. Gran parte de los alumnos, al resolver problemas, <i>no entendieron el significado de las variables del enunciado</i> . Además, muchos <i>no comprendieron (o no consiguieron interpretar) los enunciados, es decir, no supieron de qué trataban algunas preguntas, incluso respondiéndolas bajo otras perspectivas, diferentes de la Biomecánica</i> .

ANEXO 2 – Tabla de los artículos leídos para la revisión de la literatura sobre mapas conceptuales (n = 209)

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como instrumento de evaluación	RUIZ-PRIMO, M.A. (2000). The use of concept maps as an assessment tool in science: what we have learned so far. <i>Revista Electrónica de Investigación Educativa</i> , 2(1): 29-53.	Estados Unidos	Ciencias	Presentar un panorama sobre los mapas conceptuales como instrumento de evaluación.	Psicología cognitiva. Cita trabajos anteriores, la mayoría del mismo grupo de investigación, sobre mapas conceptuales como instrumento de evaluación.	En el primer estudio: 40 estudiantes de Química de la Enseñanza Secundaria; 2 profesores y 1 químico. En el segundo estudio: 152 estudiantes de Química. En el tercer estudio: 6 estudiantes de Enseñanza Secundaria y 2 profesores.	Primer estudio: evaluaron el efecto de dar o no dar los conceptos para elaborar el mapa conceptual. Segundo estudio: compararon la técnica de <i>elaborar un mapa</i> (técnica menos dirigida) con la técnica de <i>completar un mapa</i> (técnica altamente dirigida). Tercer estudio: buscaron evidencias sobre la correspondencia entre las demandas pretendidas de la tarea, actividad cognitiva inferida y las puntuaciones obtenidas a través de tres técnicas de la confección de mapas conceptuales.	* Los alumnos pueden ser entrenados para hacer mapas conceptuales en un corto espacio de tiempo. * Los mapas conceptuales pueden ser fidedignamente cuantificados aunque es necesario evaluar la complejidad de las proposiciones. * Las puntuaciones de los mapas conceptuales sirven para clasificar consistentemente los alumnos con relación a los compañeros y a ellos mismos. * La puntuación de convergencia (proporción de proposiciones válidas en comparación con el mapa de referencia) parece que refleja mejor las diferencias sistemáticas en la comprensión encadenada de los alumnos. * La técnica de construir un mapa con asesoría es la que más precisamente refleja las diferencias entre los estudiantes en la comprensión encadenada. * Las técnicas de construir un mapa y completar los campos de un mapa no se equivalen, así como no se equivalen las técnicas de completar los campos de un mapa y de poner las palabras de conexión entre los conceptos de un mapa.
1. Mapas conceptuales como instrumento de evaluación	RICE, D.C.; RYAN, J.M.; SAMSON, S.M. (1998). Using concept maps to assess student learning in the science classroom: must different methods compete? <i>Journal of Research in Science Teaching</i> , 35(10): 1103-1127.	Estados Unidos	Ciencias	* Desarrollar un método para puntuar mapas conceptuales utilizados para evaluar el conocimiento declarativo de los alumnos relativo a los objetivos de instrucción específicos. * Establecer la validez y confiabilidad del sistema de puntuación resultante. * Evaluar los méritos del método de puntuación desarrollado en el estudio y otros métodos de puntuación como medidas de desempeño de los alumnos en clase.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	113 estudiantes de la Enseñanza Secundaria	Propuesta de un método de puntuación de mapas conceptuales basado en la calidad de las proposiciones. Comparación del resultado de los mapas conceptuales con tests de selección múltiple.	* Los mapas conceptuales pueden ser utilizados como instrumento de evaluación del conocimiento declarativo y del procedimental, los cuales forman parte de las clases de ciencias. * El currículo de ciencias y su evaluación no tienen que ser dicotomizados en “conocimiento/comprensión” contra “resultados de orden”.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como instrumento de evaluación	McCLURE, J.R.; SONAK, B.; SUEN, H.K. (1999). Concept map assessment of classroom learning: reliability, validity, and logistical practicality. <i>Journal of Research in Science Teaching</i> , 36(4): 475-492.	Estados Unidos	Educación	<ul style="list-style-type: none"> * Verificar si la confiabilidad de la evaluación por medio de mapas conceptuales es afectada por la selección del método de puntuación. * Verificar si la evaluación por medio de mapas conceptuales ofrece informaciones válidas sobre el conocimiento de los alumnos. * Verificar si la evaluación por medio de mapas conceptuales puede ser aplicada en la práctica de las clases. 	Trabajos de Novak y otros autores.	63 estudiantes de grado y 12 estudiantes de postgrado.	Uso de cuestionarios para evaluar la familiaridad con mapas conceptuales; entrenamiento en la tarea de mapas conceptuales, producción de mapas conceptuales y puntuación de los mapas por medio de seis métodos distintos de evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> * Validez de los métodos de evaluación en mapas conceptuales: excluyendo las comparaciones con la correlación para el método estructural con mapa de referencia, no hubo diferencia significativa entre los coeficientes de correlación medios. * Tiempo para la tarea de mapas conceptuales y evaluación: la media de tiempo para elaborar un mapa conceptual es de 29 minutos y para evaluarlo varía entre 1.3 minuto en el método holístico y 5.2 minutos para el método de puntuación estructural. * Puntuar un mapa usando el método de comparación con el mapa de referencia debe ser considerado como la alternativa práctica para evaluar semejanza entre mapas de alumnos y profesores en función de la simplicidad.
1. Mapas conceptuales como instrumento de evaluación	LIU, X. (2004). Using concept mapping for assessing and promoting relational conceptual change in science. <i>Science Education</i> , 88: 372-396.	Canadá	Química	Implementar un programa operacional, basado en mapas conceptuales y demostrar cómo los mapas conceptuales contribuyen con el cambio conceptual relacional.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	15 estudiantes de Química de la Enseñanza Secundaria.	Los alumnos trabajaron en parejas de acuerdo con sus desempeños previos en una perspectiva colaborativa computacional. Los mapas eran revisados cada dos semanas, de acuerdo con el <i>feedback</i> del profesor. Se realizaron entrevistas con alumnos y profesores.	La elaboración de mapas conceptuales computarizada colectiva y progresiva les posibilita a los alumnos un cambio conceptual en los dominios ontológico, epistemológico y socio afectivo.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como instrumento de evaluación	YIN, Y.; VANIDES, J.; RUIZ-PRIMO, M.A.; AYALA, C.C.; SHAVELSON, R.J. (2005). Comparison of two concept-mapping techniques: implications for scoring, interpretation, and use. <i>Journal of Research in Science Teaching</i> , 42(2): 166-184.	Estados Unidos	Ciencias	Examinar la equivalencia de dos tareas de evaluación en mapas conceptuales: (1) construir un mapa con frases de conexión creadas (C); (2) construir un mapa con frases de conexión seleccionadas (S).	Revisión de la literatura sobre el asunto. Cita trabajos anteriores, la mayoría del mismo grupo de investigación, sobre mapas conceptuales como instrumento de evaluación.	92 alumnos de octavo.	Los alumnos fueron entrenados en la tarea de elaborar mapas conceptuales. Utilizaron delineamiento 4 x 2 (secuencia de la elaboración de los mapas x ocasión). El proceso y el producto fueron analizados cuantitativa y cualitativamente para la puntuación de precisión total, para la puntuación de proposiciones individuales, elección de la proposición, complejidad de la estructura del mapa, tasa de generación de proposiciones y procedimientos de generación de proposiciones.	* Las dos técnicas no se equivalen. * La técnica C es mejor que la técnica S para captar el conocimiento parcial de los estudiantes aunque S puede ser más fácil para puntuar que C. * La técnica C, cuando es usada como estrategia de evaluación, es más adecuada para evaluación formativa, mientras que la técnica S es mejor para evaluaciones de gran escala.
1. Mapas conceptuales como instrumento de evaluación	RUIZ-PRIMO, M.A.; SCHULTZ, S.; LI, M.; SHAVELSON, R.J. (1999) On the cognitive validity of interpretations of score from alternative concept mapping techniques. CSE Technical Report 503, National Center for Research and Evaluation, Standards and Student Testing. University of California.	Estados Unidos	Química	Ofrecer evidencias sobre las diferencias y semejanzas en la actividad cognitiva observada en varias formas de evaluación (es decir, tres técnicas de construcción de mapas conceptuales) con estudiantes con diferentes niveles de desempeño.	Revisión de la literatura sobre evaluación con mapas conceptuales.	12 estudiantes de Enseñanza Secundaria y 2 profesores de Química.	Elaboración de mapas conceptuales a través de tres técnicas: (1) elaborar el mapa conceptual a partir de 20 conceptos dados; (2) hacer el mapa conceptual rellenando campos en blanco a partir de conceptos dados; (3) hacer el mapa poniendo las palabras de conexión con 12 palabras (frases) de conexión dadas. Test de Selección Múltiple. Técnica de pensar en voz alta.	* Las tres técnicas son diferentes entre sí. * Técnicas altamente dirigidas (de rellenar espacios) indican que el desempeño de los estudiantes es próximo al criterio máximo, mientras que la técnica menos dirigida (de elaborar el mapa a partir de conceptos dados) indicó que el conocimiento de los estudiantes fue un tanto parcial, comparado al mapa de referencia. * La técnica menos dirigida parece que les ofrece a los estudiantes mayores oportunidades y reflexión sobre su entendimiento conceptual que las técnicas más dirigidas.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como instrumento de evaluación	STODDART, T.; ABRANS, R.; GASPER, E.; CANADAY, D. (2000). Concept maps as assessment in science inquiry learning – a report of methodology. <i>International Journal of Science Education</i> , 22(12): 1221-1246.	Estados Unidos	Biología	Evaluar el aprendizaje de los alumnos usando una actividad de respuesta abierta de mapas conceptuales combinada con un sistema con textos de información cuantitativa sobre la calidad del entendimiento de cada mapa.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	400 alumnos entre 8 y 18 años.	Intentar medir el cambio en el entendimiento a lo largo del tiempo en el contexto del aprendizaje por proyectos donde el contenido específico a ser aprendido puede ser diferente para cada estudiante y no puede ser previsto con anticipación. El método consistió en una fase de recogida de datos, una fase de evaluación y una fase de verificación.	<ul style="list-style-type: none"> * Los autores, basados en tests de confiabilidad, concordancia y validez de contenido, entienden que el sistema de puntuación de mapas conceptuales (cálculo de la proporción de proposiciones científicamente correctas con relación a todas las proposiciones de cada mapa) extrae componentes importantes del aprendizaje de mapas conceptuales de modo práctico, fidedigno y válido. * Mapas conceptuales realizados en ordenador facilitan su uso por un gran número de alumnos. * Los autores creen que el conocimiento específico y el conocimiento de respuesta abierta del estudiante son complementarios. * El sistema de puntuación fue derivado de datos de los estudiantes mientras que otros sistemas derivan de datos generados por expertos. * Otros sistemas pretenden ser usados como escala, mientras ese sistema es más apropiado para ser usado como límite. * El sistema mide las respuestas de los estudiantes a lo largo de múltiples dimensiones del discurso científico, mientras otros sistemas miden solamente la exactitud.
1. Mapas conceptuales como instrumento de evaluación	RUIZ-PRIMO, M.A.; SHAVELSON, R.J.; SCHULZ, S.E. (1997). On the validity of concept map- base assessment interpretations: an experiment testing the assumption of hierarchical concept maps in science. CSE Technical Report 455, National Center for Research and Evaluation, Standards and Student Testing. University of California.	Estados Unidos	Química	<ul style="list-style-type: none"> * Verificar si hay efecto en imponer una estructura jerárquica: 1) y una estructura no jerárquica al elaborar mapas conceptuales; 2) en las representaciones de los estudiantes en dos tipos de dominios del contenido. * Verificar si los mapas conceptuales ofrecen puntuaciones fidedignas. * Verificar si los mapas conceptuales suministran informaciones sobre el conocimiento de los estudiantes análogos a los tests de selección múltiple. 	Revisión de la literatura sobre evaluación con mapas conceptuales.	48 alumnos de dos clases de Química de la Enseñanza Secundaria, 1 profesor, 1 químico y 1 físico	Aplicaron dos técnicas de elaboración de mapas conceptuales con diferentes demandas (una imponiendo una jerarquía y otra no).	<ul style="list-style-type: none"> * Los mapas pueden ser puntuados con confiabilidad a pesar de la complejidad del juicio de la calidad de las proposiciones de los estudiantes. * Tanto los mapas conceptuales como los tests de selección múltiple miden superposición y algunos aspectos diferentes del conocimiento declarativo. * Las puntuaciones de convergencia y calidad de las proposiciones parecen más consistentes que las puntuaciones de saliencia.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	WALKER, J.M.T.; KING, P. H. (2002). Concept mapping as a form of student assessment and instruction. Proceedings of the 2002 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition.	Estados Unidos	Ingeniería Biomédica	<ul style="list-style-type: none"> * Estudio 1: Explotar las diferencias entre novatos y especialistas. * Estudio 2: Ofrecer una ventana longitudinal y transversal sobre el desarrollo de habilidades. * Estudio 3: Investigar los mapas conceptuales como forma innovadora de instrucción. 	Revisión de la literatura sobre mapas conceptuales.	<ul style="list-style-type: none"> * Estudio 1: 8 estudiantes de postgrado; 9 estudiantes de grado y 3 profesores de Ingeniería Biomédica. * Estudio 2: 3 estudiantes sénior de una clase de <i>Design</i> y el instructor del curso. * Estudio 3: 61 estudiantes de grado 	<ul style="list-style-type: none"> * Estudio 1: Estudiantes de postgrado y grado elaboraron mapas conceptuales respondiendo a la pregunta "¿Cuáles son los 10-20 conceptos más importantes en Ingeniería Biomédica?" * Estudio 2: en diferentes momentos del semestre lectivo de la asignatura de <i>Design</i>, postgraduados respondieron a la pregunta "¿Cuál es su actual entendimiento conceptual sobre lo que implica el proceso de design en Ingeniería Biomédica?". Los mapas de los estudiantes fueron comparados a los mapas del profesor. * Estudio 3: El profesor usará mapas conceptuales como estrategia innovadora de instrucción. 	<ul style="list-style-type: none"> * Estudio 1: Los estudiantes de postgrado produjeron densas redes de principios y aplicaciones de alto orden mientras que los estudiantes de grado establecieron menos conexiones entre conceptos referentes al dominio del contenido; * Estudio 2: Con relación a los mapas elaborados en el inicio del curso, al final del semestre los mapas contenían un vocabulario más preciso, con construcción más coherente y con un mayor número de conexiones entre los conceptos. * Estudio 3: No finalizado en el momento de la publicación del artículo.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	KING, P.H.; WALKER, J.M.T. (2002). Concept mapping applied to design. Proceedings of the Second Joint EMBS/BMES Conference. 2597-2598.	Estados Unidos	Ingeniería Biomédica	Trazar un panorama sobre el uso de mapas conceptuales en un curso avanzado de <i>Design</i> en la Universidad de Vanderbilt.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Dos grupos de estudiantes de un curso sénior de <i>Design</i> del curso de Ingeniería Biomédica y dos estudiantes de grado que ya habían hecho la asignatura.	Elaboración de mapas conceptuales en el primer y tercer mes de curso, comparando los mapas elaborados a un mapa conceptual de referencia, realizado por el profesor.	<ul style="list-style-type: none"> * Los mapas conceptuales presentaron un aumento en la complejidad con el avance del semestre. * Los mapas conceptuales de los estudiantes de grado tienden a ser de naturaleza más general. * El uso de mapas conceptuales para ayudar a estructurar las afirmaciones de conflicto en el <i>Design</i> aparentaron ser útiles para el grupo que completó la tarea. * Cuando se les solicitó, los alumnos hicieron mapas conceptuales más amplios sobre los capítulos previstos. * El uso de los mapas conceptuales al enseñar el contenido de los capítulos parece haber sido una estrategia interesante para dar una buena visión sobre el material a ser trabajado.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	FREEMAN, L.A.; JESSUP, L.M. (2004). The power and benefits of concept mapping: measuring use, usefulness, easy of use, and satisfaction. <i>International Journal of Science Education</i> , 26(2): 151-169.	Estados Unidos	Administración	1) Verificar cuáles son los efectos del uso de mapas conceptuales en el sentido de proporcionar un entendimiento compartido, que incluye afecto, equilibrio de la fuerza y compromiso del cliente. 2) Verificar por cuáles medios los mapas conceptuales alcanzan esos objetivos. 3) Verificar cómo los usuarios perciben los mapas conceptuales y como ellos afectan la comunicación.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin. Revisión de la literatura sobre mapas conceptuales.	Dieciséis grupos de dos individuos.	Un grupo utilizó mapas conceptuales durante una sesión de comunicación y otro no utilizó mapas conceptuales.	* Algunos mapas fueron bastante complejos, con varios conceptos y muchas palabras de enlace, mientras otros fueron más básicos, con menos conceptos y mínimas palabras de enlace. * Los mapas conceptuales son una creación individual (o conjunta, considerando el trabajo en parejas) que varía entre los individuos incluso cuando el asunto del mapa conceptual es el mismo. * No existe el mapa correcto. * Mapas conceptuales son una buena herramienta de comunicación.
1. Mapas conceptuales como instrumento de evaluación	VAN ZELE, E.; LENAERTS, J.; WIEME, W. (2004). Improving the usefulness of concept maps as a research tool for science education. <i>International Journal of Science Education</i> , 26(9): 1043-1064.	Bélgica	Física	El objetivo del estudio fue encontrar formas adecuadas de investigar la estructura cognitiva demostrada por los mapas conceptuales de los estudiantes y, a partir de esa investigación, sugerir un método válido de investigar mapas conceptuales.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Mapas conceptuales elaborados por 170 estudiantes de Ingeniería en nivel de grado de la asignatura de Introducción a la Física Cuántica.	Fue realizado un análisis cualitativo de los datos que permitió trazar un panorama más informativo sobre la comprensión de los alumnos en contraste con las técnicas de puntuación más prominentes en la literatura, es decir, compararon una forma cualitativa con una forma cuantitativa de evaluar el conocimiento de los alumnos a través de mapas conceptuales.	Los resultados mostraron que los mapas conceptuales son, de hecho, aplicables en la perspectiva de la investigación en educación en ciencias, tanto en estudios de gran escala como en situaciones de clase, enalteciendo los mapas conceptuales como instrumento de investigación, mucho más que el potencial usualmente explotado.
1. Mapas conceptuales como instrumento de evaluación	RUIZ-MORENO, L.; SONZOGNO, M.C.; BATISTA, M.H.S.; BATISTA, N.A. (2007). Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. <i>Ciência & Educação</i> , 13(3): 453-463.	Brasil	Ciencias de la Salud	Presentar y discutir criterios de análisis de mapas conceptuales elaborados por alumnos de un curso de maestría.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Alumnos de un curso de maestría en Enseñanza de Ciencias de la Salud de las asignaturas de <i>Proceso de Enseñanza y Aprendizaje y Educación en Salud</i> .	Análisis de 31 mapas conceptuales en cuanto a la cantidad y calidad de conceptos, niveles de jerarquía, número de interrelaciones, palabras de enlace y proposiciones con significado lógico, estructura del mapa, representatividad de los contenidos y creatividad.	* Se cree que el proceso de construcción lleva los alumnos a establecer relaciones entre nuevos contenidos y sus conocimientos previos, creando mayores posibilidades de integración. * Los criterios de análisis utilizados (basados en los criterios de Novak y Gowin), mostraron un potencial bastante animador como herramienta de trabajo para el profesor del área de la salud, para desarrollar prácticas de evaluación comprometidas en aprehender los procesos de aprendizaje de los alumnos.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	HARRELSON, G.L. (2006). Concept mapping. <i>Athletic Therapy Today</i> , jan.: 25-27.	Estados Unidos	Fisiología del Ejercicio	1) Describir el proceso de creación de mapas conceptuales; 2) describir cómo utilizar los mapas conceptuales como herramienta de instrucción y evaluación y 3) diferenciar los mapas conceptuales de otros tipos de diagramas de flujo.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Revisión de la literatura.	Los mapas conceptuales pueden ser utilizados como estrategia colaborativa en la que pequeños grupos elaboran mapas conceptuales juntos o alumnos los elaboran individualmente y los comparan a los mapas de los colegas.	Los mapas conceptuales, cuando se utilizan como recurso educacional, ayudan a simplificar procesos complejos y a que los estudiantes se empeñen con el material a ser aprendido, con la finalidad de construcción de conocimiento y de destacar las concepciones alternativas o lagunas en el conocimiento de base de los alumnos.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	TURNES, J. ATMAN, C.J.; ADAMS, R. (2000). Concept maps for engineering education: a cognitively motivated tool for supporting varied assessment functions. <i>IEEE Transactions on Education</i> , 42(2): 164-173.	Estados Unidos	Ingeniería	Mostrar ejemplos de cómo se pueden utilizar los mapas conceptuales tanto como instrumento de medida de conocimiento como para explotar las estructuras conceptuales de alto nivel de los alumnos.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Alumnos de Ingeniería. No cita cuántos.	* Elaboración de mapas conceptuales en a) 1º enfoque: conceptos generados por los alumnos; b) 2º enfoque: conceptos generados externamente. * Evaluación por medio de mapas conceptuales en nivel de curso a través de a) evaluación en clase sobre la comprensión del alumno en un instante particular; b) estrategia de examen final; c) estrategia exploratoria para caracterizar el aprendizaje en un formato nuevo de clase. * Evaluación por mapas conceptuales a nivel de programa para a) evaluar el nivel general de habilidad del alumno en una área específica; b) explotar las concepciones de los alumnos sobre la asignatura; c) explotar las concepciones del alumno sobre la profesión.	* Mapas conceptuales no son una solución perfecta para la evaluación. Éstos requieren mucho tiempo de interpretación y aún quedan ambigüedades. * La demostración de la comprensión de los alumnos sobre las relaciones entre conceptos a través de los mapas conceptuales no garante que los estudiantes serán hábiles en utilizar los conceptos tanto en el <i>Design</i> como en otras áreas auténticas de la ingeniería. * Mapas conceptuales son herramientas flexibles. * Mapas conceptuales representan una forma innovadora de evaluar y ganar discernimiento sobre el aprendizaje de los alumnos a respecto de las relaciones entre los conceptos.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	MODELL, H.I. (1996). Preparing students to participate in an active learning environment. <i>Am. J. Physiol.</i> 270 (Advan. <i>Physiol. Educ.</i> , 15)(1): S69-77.	Estados Unidos	Fisiología Médica	Describir cuatro ejercicios ideados para ayudar a los estudiantes a formar expectativas apropiadas sobre el curso, reconocer la necesidad de buscar clarificación a través de la comunicación, reconocer el papel de la experiencia personal en construir modelos mentales y familiarizarse con estrategias de auxilio para la construcción de modelos formales.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin. Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird.	Alumnos de Fisiología Médica.	Descripción de 4 ejercicios para 1) establecer las reglas del juego en una asignatura de Fisiología Médica; 2) promover la comunicación de los estudiantes; 3) la construcción de modelos mentales y 4) construcción de modelos formales.	Cuando los profesores se deciden por la implementación de un ambiente de aprendizaje activo, entran en un contrato implícito con los estudiantes. En los términos de ese contrato, el instructor se transforma en un “técnico”, cuyas responsabilidades incluyen ayudar a los estudiantes a entender por qué deben concordar en “jugar a ese juego” y alertar a los estudiantes de que, aunque “jugar al juego” no sea tarea fácil siendo espectador, el objetivo de entender y aplicar las informaciones sólo puede ser alcanzado siendo un “jugador activo”.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	RENDAS, A.B.; FONSECA, M.; PINTO, P.R. (2006). Toward meaningful learning in undergraduate medical education using concept maps in a ABP pathophysiology course. <i>Adv. Physiol. Educ.</i> 30: 23-29.	Portugal	Medicina	Presentar un relato de experiencia junto a una descripción de un programa educacional que fue aplicado a un grupo de estudiantes en 2004-2005.	Aprendizaje Basado en Problemas.	14 estudiantes de Medicina de una clase de Fisiopatología	Después de una pequeña discusión, los alumnos completaron mapas conceptuales con algunos campos vacíos para casos cortos relacionados a los temas de la asignatura (sistemas digestivo, cardiovascular, sanguíneo, respiratorio, renal y endócrino). Después de esa tarea, discutían los casos y respondían a un cuestionario tipo <i>survey</i> sobre los mapas conceptuales.	<ul style="list-style-type: none"> * Los mapas conceptuales estimularon el aprendizaje significativo en un curso basado en Aprendizaje Basado en Problemas. * Las respuestas de los alumnos al cuestionario fueron altamente favorables, sin embargo hubo una disminución cuando se les preguntó sobre la comprensión de las relaciones horizontales entre conceptos, lo que demuestra alguna dificultad presentada por los estudiantes en moverse del conocimiento declarativo y conocimiento procedimental al conocimiento estructural. * Otra dificultad expresada por los alumnos fue la cantidad de tiempo que demanda la tarea. * Los alumnos consideraron que los mapas conceptuales eran útiles para estudiar.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	WALKER, J.M.T.; KING, P.H. (2003). Concept mapping as a form of student assessment and instruction in the domain of bioengineering. <i>Journal of Engineering Education</i> , 19(2): 167-179.	Estados Unidos	Ingeniería Biomédica	<p>Describir dos estudios en los cuales los mapas conceptuales fueron usados como criterio de referencia (comparación novatos-especialistas) y modelo de referencia (comparación entre estudiantes).</p> <p>* Estudio 1: verificar cuáles son los 10-20 conceptos más importantes en Ingeniería Biomédica y cómo están relacionados.</p> <p>* Estudio 2: evaluar el entendimiento conceptual de los estudiantes en los procesos de <i>design</i> en Ingeniería Biomédica a lo largo de un año en una asignatura de <i>Design</i> en tres diferentes momentos.</p>	Teoría de la Educación de Novak y Gowin. Psicología Cognitiva.	<p>* Estudio 1: 8 estudiantes de grado, 9 de postgrado y 3 de cursos tecnológicos.</p> <p>* Estudio 2: 4 estudiantes de Ingeniería Biomédica y el profesor de <i>Design</i>.</p>	<p>* Estudio 1: se realizaron mapas conceptuales individualmente o en parejas.</p> <p>* Estudio 2: los estudiantes respondieron a la pregunta "¿cuál es su comprensión conceptual actual sobre lo que implica el proceso de <i>design</i> en Ingeniería Biomédica?" y elaboraron mapas conceptuales en tres diferentes ocasiones durante el año lectivo: inmediatamente después del inicio del semestre de otoño, en la semana final del semestre de otoño y al final del semestre de primavera del año siguiente.</p> <p>Los mapas fueron evaluados atendiendo a la densidad de conceptos.</p>	<p>* Estudio 1: 1) Mapas conceptuales capturaron diferencias entre novatos y especialistas en Ingeniería Biomédica. 2) El uso de la comparación novatos-especialistas como forma de evaluar los estudiantes es problemático.</p> <p>* Estudio 2: 1) Mapas conceptuales pueden capturar el crecimiento individual de los estudiantes a lo largo del tiempo. 2) Mapas conceptuales tienen valor tanto cognitivo como motivacional.</p>
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación y 2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	WALKER, J.M.T.; KING, P.H.; CORDRAY, D.S. (2003). The use of concept mapping as an alternative form of instruction and assessment in a capstone biomedical engineering design course. Proceedings of the 2003 American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition.	Estados Unidos	Ingeniería Biomédica	<p>Usar mapas conceptuales como</p> <p>1) una forma de evaluar los estudiantes (medir el entendimiento conceptual de los estudiantes en procesos de <i>design</i>); 2) estrategia de aprendizaje y 3) forma de instrucción.</p>	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	51 estudiantes de Ingeniería Biomédica	<p>Los estudiantes elaboraron un mapa conceptual al principio y al final del semestre respondiendo a la pregunta "¿cuál es su actual entendimiento conceptual sobre lo que implican los procesos de <i>design</i> en Ingeniería Biomédica?". Los alumnos fueron animados a usar ese mapa para estudiar para el examen final y respondieron a un cuestionario tipo <i>survey</i> sobre mapas conceptuales.</p>	<p>* El aumento del número de enlaces y conceptos a lo largo del primer semestre sugirió que los estudiantes ganaron conocimiento conceptual, pero la falta de diferencia significativa en la validez de las proposiciones sugirió que los estudiantes no necesariamente ganaron profundidad en la comprensión de las asociaciones entre los conceptos.</p> <p>* Los estudiantes consideraron que la tarea de elaborar mapas conceptuales era moderadamente difícil. Solamente 4 de 51 estudiantes ya habían usado la técnica anteriormente y 28 dijeron que la técnica era útil para presentar materiales a otras personas mientras que 11 dijeron que consideraban que era útil como práctica personal de estudio.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	RUIZ-PRIMO, M.A.; SCHULTZ, S.E.; SHAVELSON, R.J. (1997). Concept map-based assessment in science: two exploratory studies. CSE Technical Report 436, National Center for Research and Evaluation, Standards and Student Testing. University of California.	Estados Unidos	Química	<p>*Estudio 1: examinar si las puntuaciones de los mapas conceptuales son sensibles a quien escoge los conceptos para usarlos en los mapas (estudiante o especialista) y la muestra de conceptos (por ejemplo, muestras aleatorias de conceptos-clave de un dominio).</p> <p>* Estudio 2: examinar si es necesaria la instrucción tradicional de elaborar un mapa jerárquico, considerando que el mapa debe reflejar la estructura del dominio del sujeto como está representada en la memoria del sujeto, preferentemente la teoría psicológica preconcebida.</p>	Psicología Cognitiva.	<p>* Estudio 1: 40 estudiantes de Química de la Enseñanza Secundaria, 2 profesores de Química y 1 químico.</p> <p>* Estudio 2: 48 estudiantes de Química de la Enseñanza Secundaria, 2 profesores de Química, 1 químico y 1 físico.</p>	<p>* Estudio 1: 1) los estudiantes fueron testados construyendo mapas sin darles conceptos; 2) los estudiantes fueron testados construyendo mapas a partir de una primera lista de conceptos; 3) los estudiantes fueron testados construyendo mapas a partir de una segunda lista de conceptos. El sistema de puntuación se basó en la comparación con el mapa de referencia centrado a) en los conceptos y proposiciones y b) en la validez del mapa con relación a la asignatura.</p> <p>* Estudio 2: dos técnicas de elaboración de mapas conceptuales fueron utilizadas: una que presupone la construcción del mapa con jerarquía y la otra no. El sistema de puntuación fue basado en la comparación con el mapa de referencia.</p>	<p>* Estudio 1: 1) Ambas técnicas proporcionan interpretaciones semejantes sobre la estructura de conocimiento de los alumnos. 2) La muestra aleatoria de conceptos ofrece puntuaciones equivalentes para los mapas conceptuales. 3) Los mapas conceptuales pueden ser fidedignamente usados para la atribución de puntuaciones aun cuando la calidad de las proposiciones entre en la puntuación. 4) Las puntuaciones de los mapas conceptuales de los estudiantes parecen generalizar entre muestras de conceptos clave. 5) Las relaciones entre tests de selección múltiple y mapas conceptuales sugieren que éstos miden superposiciones y también algunos aspectos diferentes del conocimiento declarativo.</p> <p>* Estudio 2: Los resultados indicaron que la imposición de una estructura jerárquica no interactúa con la estructura del dominio del contenido del mapa. Sin embargo, esa interpretación parece prematura en razón de problemas con relación a la forma como se define la "estructura jerárquica".</p>

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	HIRSCH, P.L.; LINSSENMEIER, J.A.W.; SMITH, H.D.; WALKER, J. (2005). Enhancing core competency learning in an integrated summer research experience for bioengineers. <i>Journal of Engineering Education</i> , Oct.: 1-11.	Estados Unidos	Ingeniería Biomédica	Evaluar el crecimiento de los estudiantes en relación a su entendimiento sobre los conceptos- clave en las áreas de ética y comunicación en Bioingeniería a través de mapas conceptuales. Verificar la presencia o ausencia de relaciones entre los conceptos incluidos en los mapas conceptuales de los estudiantes, comparándolos con los mapas elaborados por especialistas.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	20 mapas de comunicación y 19 mapas de ética elaborados por alumnos de un curso de verano de una facultad de Bioingeniería	Los alumnos elaboraron mapas conceptuales al principio (en grupos) y al final del curso (individualmente). Los mapas fueron evaluados por el número de conexiones y conceptos (criterios estructurales) y por la presencia o ausencia de conceptos-clave (criterios de contenido).	Parece que los mapas conceptuales funcionaron bien para captar el aumento de los estudiantes en conceptualización sobre ética y comunicación, pero no fueron tan buenos para medir sus habilidades o capacidades de aplicar lo que aprendieron.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	MONI, R.W.; MONI, K.B. (2008). Student perceptions and use of an assessment rubric for a group concept map in physiology. <i>Adv. Physiol. Educ.</i> , 32: 47-54.	Australia	Fisiología	Explotar las opiniones de los estudiantes sobre la tarea y el sistema de evaluación e investigar el proceso por el cual los estudiantes entendieron y usaron los criterios de evaluación para construir mapas conceptuales en grupo.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin. Aprendizaje Basado en Problemas.	65 estudiantes de Odontología.	Los estudiantes respondieron a un cuestionario tipo <i>survey</i> . Dos grupos de alumnos fueron grabados en video durante un <i>workshop</i> de 4 horas mientras construían sus mapas conceptuales.	Se observaron diferentes procesos en la construcción de mapas conceptuales. El grupo A distribuyó el trabajo a través de los criterios mientras que el grupo B presentó estadios más claros. Más tarde, tanto el contenido como la lógica y comprensión fueron objetivo inicial del trabajo en el <i>workshop</i> y la presentación fue el objetivo final mientras los alumnos preparaban los mapas. Ambos grupos tuvieron buen desempeño, pero no fue posible identificar si un proceso fue mejor con relación al otro en el sentido de llevar a un éxito académico más alto. Mapas conceptuales proporcionan ricas oportunidades de aprendizaje, por tanto, miembros de la comunidad académica no deben ignorar los desafíos y el tiempo demandado para la tarea, especialmente para la obtención de grandes conquistas. El estudio reveló la importancia de ofrecerles a los estudiantes amplio tiempo para emprender la tarea y darle suficiente peso a la tarea de evaluación.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	GANGOSO, Z. (1997). El fracaso en los cursos de Física. El mapa conceptual, una alternativa para el análisis. <i>Caderno Catarinense de Ensino de Física</i> , 14(1):17-36.	Argentina	Física	Estudiar la viabilidad de la incorporación de los mapas conceptuales como estrategia didáctica y su incidencia en la resolución de problemas en Física.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	39 alumnos de un curso técnico de Enseñanza Secundaria.	1ª etapa: trazar el mapa conceptual de la asignatura. 2ª etapa: entrevista con los alumnos; introducción (entrenamiento) de los mapas conceptuales. 3ª etapa: elaboración y presentación de los mapas conceptuales. Pueba. 4ª etapa: elaboración de mapas conceptuales para resolver problemas.	* El uso de los mapas conceptuales ayuda a los profesores a programar la asignatura. * Los alumnos se familiarizan rápidamente con la técnica, que les ayuda a detectar los conocimientos previos. * El alumno aprende a valorar su propio trabajo y el de los compañeros, generando actitudes positivas. * Problemas-tipo parecen favorecer más el aprendizaje mecánico, por tanto, no sorprende la ausencia de relación entre mapas conceptuales y resolución de ese tipo de problemas. * Se debe pensar en otro tipo de problemas para favorecer el aprendizaje significativo.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	ALMEIDA, V.O.; MOREIRA, M.A. (2008). Mapas conceptuais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da óptica física. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , 30(4): 4403.	Brasil	Física	Analizar la utilización de los mapas conceptuales como instrumentos potencialmente facilitadores del aprendizaje significativo de conceptos de la Óptica Física. Identificar las principales dificultades en la comprensión de los efectos relativos al comportamiento ondulatorio de la luz y los respectivos conceptos.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	61 académicos de Física y 64 académicos de Ingeniería.	Los alumnos fueron sometidos a un cuestionario con 20 preguntas conceptuales. Los alumnos elaboraron mapas conceptuales individualmente o en grupos de, como máximo, 3 componentes.	Los mapas conceptuales son instrumentos potencialmente facilitadores del aprendizaje significativo de los conceptos de Óptica Física y pueden auxiliar al profesor en la identificación de las dificultades de aprendizaje de los contenidos.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	PAULO, I.J.C.; MOREIRA, M.A.; CABALLERO, C. (2008). A comparative analysis on the use of concept maps as an instructional resource for the grasping of meanings of the key concepts of quantum mechanics based on the double slit experiment. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki.	Brasil	Física	Presentar un estudio comparativo sobre el uso de los mapas conceptuales como estrategia o recurso de enseñanza/aprendizaje. El estudio integra un proyecto de investigación más amplio desarrollado por los autores a respecto del aprendizaje de conceptos de Mecánica Cuántica en escuelas secundarias y en cursos universitarios con énfasis en la formación de profesores.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	1ª etapa: 80 estudiantes del 1º año de la Enseñanza Secundaria. 2ª etapa: 50 profesores de escuelas públicas. 3ª etapa: 18 estudiantes de grado de Licenciatura en Física.	Se utilizaron mapas conceptuales para mostrar las relaciones jerárquicas entre los conceptos presentados a los estudiantes. Los conceptos fueron retirados de libros de texto.	* Los aspectos más importantes observados en el uso de los mapas conceptuales fueron la oportunidad de desarrollar los mapas y las presentaciones orales para explicarlos, ya que esos espacios de pensamiento crítico proporcionan impagables momentos educativos de negociación e intercambio de significados relativos a idiosincrasias concernientes al contenido. * Los criterios de análisis varían de acuerdo con el contexto en el que se utilizan los mapas conceptuales e incluyen organización jerárquica de conceptos, relaciones cruzadas, existencia o no de conceptos-clave, así como otros criterios definidos por el profesor. * La diferencia entre los mapas analizados con relación a su calidad estructural y conceptual se deben a los diferentes niveles de escolaridad.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	LEMONS, E.S.; MOREIRA, M.A.; MENDONÇA, C.D. (2008). Learning with concept maps: an analysis of a teaching experience on the topic of reptiles with 15-year-old students at a secondary school. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki.	Brasil	Biología	Describir y analizar una experiencia educacional específica a respecto de clases sobre reptiles para alumnos de 7° curso de una escuela secundaria, basándose en la premisa de que los mapas conceptuales representan una importante y relevante herramienta para el proceso educacional de aprendizaje significativo de conceptos.	Teoría del Aprendizaje Significativa. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	22 estudiantes de 7° curso de la Enseñanza Primaria.	Construcción de mapas conceptuales por parte de los alumnos. El análisis de los mapas conceptuales fue realizado verificando la naturaleza de las relaciones jerárquicas, lista de conceptos y organización en categorías.	* El uso de mapas conceptuales no es una tarea trivial. * Los autores sugieren que su introducción en la dinámica de clase tenga lugar en varios temas del currículo escolar que los estudiantes ya conozcan o estén familiarizados para que sea posible negociar con los estudiantes los conceptos centrales del tópico, y que el profesor indique cuáles son los conceptos que deben formar parte de los primeros mapas. Es decir, debe haber una familiarización gradual con la herramienta para que haya éxito en la autonomía de su uso.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	CABALLERO, C.; MOREIRA, M.A.; RODRÍGUEZ, B.L. (2008). Concept mapping as a strategy to explore teachers' mental representations about the universe. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki.	Colombia	Física	Explotar e interpretar, a la luz de las teorías representacionales de la psicología cognitiva y de modelos cosmológicos desarrollados a lo largo de la historia, las representaciones internas de ciencias de los profesores basadas en sus representaciones externas del universo y de elementos usados para explicarlas.	Psicología Cognitiva. Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud. Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	2 profesores.	Análisis cualitativo e interpretativo de mapas conceptuales elaborados por profesores que participaron de una actividad en el planetario de Barranquilla, Colombia.	* El análisis comparativo de los mapas conceptuales de los profesores que participaron de la actividad sugieren que los elementos y conexiones establecidas entre ellos pueden indicar diferencias en la claridad conceptual de sus representaciones. * Es necesario implementar políticas educacionales que mejoren la educación en ciencias de manera que les garanticen a los profesores de todos los niveles educacionales la oportunidad de anclar significativamente el conocimiento científico en su estructura cognitiva.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	CONRADTY, C.; BOGNER, F.X. (2008). Faults in concept mapping: a matter of technique or subject? Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki.	Alemania	Biología	Examinar el impacto de la dificultad del contenido o de la carga cognitiva en la elaboración de mapas conceptuales.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	283 alumnos de 6° curso de la Enseñanza Primaria.	Fueron planificadas clases con contenidos con diferentes grados de dificultad. Los alumnos confeccionaron mapas conceptuales analizados cuantitativa y cualitativamente. Fueron, también, realizados pretests y postests de conocimiento.	* Jóvenes estudiantes fueron capaces de construir mapas conceptuales aun cuando la técnica era una novedad para ellos cuando el asunto era fácil. Lo mismo no sucedió cuando el asunto era difícil. * Los alumnos cometieron la misma cantidad de errores metodológicos (F1 y F2) y de contenido (F4) para los dos asuntos. * Para el asunto difícil, tal vez los alumnos hayan sufrido una sobrecarga debida a la complejidad del asunto y, por tanto, no fueron capaces de verbalizarlo en la forma de enlaces correctos.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación 2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	MOREIRA, M.A.; SOARES, S.; PAULO, I.C. (2008). Mapas conceituais como instrumento de avaliação em um curso introdutório de Mecânica Quântica. <i>Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia</i> , 1(3): 1-12.	Brasil	Física	Ilustrar la potencialidad de los mapas conceptuales como instrumentos proveedores de evidencias de aprendizaje significativo.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	38 alumnos de un curso de Licenciatura en Física.	Al final del curso, los alumnos elaboraron un mapa conceptual para el contenido en pequeños grupos. Los mapas fueron analizados cualitativamente.	<ul style="list-style-type: none"> * Los mapas proporcionaron evidencias de que los alumnos captaron significados científicamente aceptados sobre la interpretación de Copenhagen de la Mecánica Cuántica. * A pesar de haber sido utilizados solamente como instrumento de evaluación cualitativa al final del curso, los mapas conceptuales podrían haber sido también usados como recurso de evaluación formativa e incluso diagnóstica. * El mayor potencial de los mapas conceptuales está en una evaluación cualitativa recursiva que ciertamente funcionará también como recurso de aprendizaje, es decir, al rehacer mapas conceptuales, el alumno está aprendiendo.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	GONZÁLEZ, H.L.; PALENCIA, A.P.; UMAÑA, L.A.; GALINDO, L.; VILLAFRADE M.; L.A. (2008). Mediated learning experience and concept maps: a pedagogical tool for achieving meaningful learning in medical physiology students. <i>Adv. Physiol. Educ.</i> , 32: 312-316.	Colombia	Fisiología Médica	Verificar si la metodología de elaboración de mapas conceptuales, articulada con una experiencia de aprendizaje mediado aumenta el aprendizaje significativo en estudiantes cursando el módulo cardiovascular de un curso de Fisiología Médica.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	122 alumnos (39 en el grupo control y 83 en el grupo experimental) de Medicina.	Alumnos del grupo experimental participaron de 4 sesiones mediadas que incluyeron definiciones y la construcción de mapas conceptuales; y resolución de problemas con mapas conceptuales. Los mapas fueron presentados para los compañeros y profesores. Los alumnos fueron evaluados por tests de selección múltiple y de resolución de problemas.	<ul style="list-style-type: none"> * Los resultados de los tests de resolución de problemas mostraron que la intervención contribuye con el aprendizaje significativo. * No hubo diferencia significativa en la resolución de tests de selección múltiple, tal vez por no representar un desafío para los alumnos. * Los resultados sugieren que la mediación en la construcción de los mapas conceptuales es una alternativa efectiva para el aprendizaje significativo de la Fisiología (por lo menos en el módulo cardiovascular) que puede ser usada en otras asignaturas de Medicina.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	MILLER, N.L.; CAÑAS, A.J. (2008). Effect of the nature of the focus question on presence of dynamic propositions in a concept map. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki, pp. 365-372.	Panamá	Ciencias	Analizar las relaciones entre la naturaleza de las cuestiones centrales y los tipos de proposiciones que aparecen en un mapa conceptual.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin. Revisión de varios trabajos de A.J. Cañas.	258 profesores de la Enseñanza Primaria de escuelas públicas participantes de un programa de investigación de adquisición de habilidades en la elaboración de mapas conceptuales.	Profesores, al final del Proyecto <i>Conéctate al Conocimiento</i> de Panamá escogieron libremente un asunto para elaborar individualmente un mapa conceptual. Los mapas conceptuales fueron analizados utilizando la taxonomía, que tiene en cuenta la estructura y el sistema de puntuación semántico.	* Hubo una asociación positiva entre la pregunta – central y la naturaleza de las proposiciones. Cuanto mayor la experiencia personal y mayor la demanda de explicación de una pregunta central, más explicativas son las proposiciones del mapa conceptual correspondiente. * Cuando se pretende sacar ventaja de los mapas conceptuales como herramienta para el aprendizaje significativo, especialmente con relación a las ciencias, se deben promover mapas explicativos, con varias proposiciones dinámicas (explicativas). El valor de ese resultado consiste en la posibilidad de aumentar la fuerza representacional del mapa conceptual.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	CORREIA, P.R.M.; MALACHIAS, M.E.I.; GODOY, C.E.C. (2008). From theory to practice: The foundations for training students to make collaborative concept maps. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki.	Brasil	Ciencias	Proponer una respuesta al reexamen de los fundamentos para el uso efectivo de los mapas conceptuales.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Alumnos de la asignatura de Ciencias Naturales ofrecida en el primer año de la Escuela de Artes, Ciencias y Humanidades de la USP.	Cuatro sesiones de actividad de entrenamiento de novatos con mapas conceptuales semiestructurados, aprendizaje colaborativo expandido y tabla de claridad proposicional.	Las actividades de entrenamiento parecen evitar el uso ingenuo de los mapas conceptuales y llevan ventaja del conocimiento teórico disponible en la literatura para superar dificultades que surgen durante el proceso de cambio del ambiente de clase.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	STEINER, C.M.; ALBERT, D. (2008). Investigating application validity of concept maps. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki.	Austria	Matemáticas	Demostrar la investigación de la validez de aplicación de los mapas conceptuales a partir de un ejemplo empírico.	Teoría del Conocimiento Espacial.	44 estudiantes de Geometría Espacial.	* Uso del mapa de referencia para establecer la estructura de conocimiento en geometría espacial. * De cada uno de los diez problemas de Geometría Espacial se realizó un mapa conceptual identificando las proposiciones representantes del conocimiento necesario para resolverlos.	* Las relaciones de prerrequisito identificadas dieron origen a los modelos de respuesta esperados de predicción de estructura de conocimiento. * Esa estructura de conocimiento derivada teóricamente fue comparada a los modelos de respuesta recogidos empíricamente. * Una vez que la estructura fue derivada del mapa de referencia, el mapa puede ser considerado como válido.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	TIFI, A.; LOMBARDI, A; VILLAMOR, J.D.V. (2008). Flexible concept mapping. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki.	País Vasco, España	Química	* Explicar el rechazo a la elaboración de mapas conceptuales por adultos y por algunos estudiantes de Enseñanza Secundaria como parcialmente relativa al carácter altamente elemental de la estructura proposicional ternaria de los mapas conceptuales, comparado con la complejidad de las relaciones que manejan los adultos en su lenguaje natural. * Mostrar como esos límites pueden (parcialmente) ser superados a través de la aproximación del lenguaje de los mapas conceptuales al lenguaje natural por el enriquecimiento de la variedad de formas admitidas en las frases de conexión y campos de conceptos, admitiendo excepciones a algunas reglas sintácticas de ambos lenguajes.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Estudiantes de una clase de Química con edad media de 15 años.	* Análisis de casos simples (pero problemáticos) de elaboración de mapas conceptuales.	* Para disminuir la distancia entre el lenguaje natural y el usado en los mapas conceptuales en adultos y para que se empeñen en la elaboración de mapas conceptuales, es necesario una mayor aceptación de la formalidad y subjetividad en sus elaboraciones como alumnos, considerando que algunos criterios básicos sean respetados. * Debe haber una mayor flexibilización en los criterios básicos de la elaboración de mapas conceptuales; el ajuste del conocimiento complejo y sofisticado requiere el uso del lenguaje natural, con de relaciones importantes y cajitas de conceptos bien escogidos en los mapas conceptuales.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	KOZMINSKY, E.; NATHAN, N. (2008). Does the form of concept map nodes matters? Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 359-364.	Israel	Psicología	Examinar los efectos de la forma geométrica de las cajitas de conceptos de los mapas conceptuales, presentados antes de la lectura de un texto, en su comprensión. También fue examinada la preferencia de los estudiantes sobre una particular forma de campos de conceptos.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	* Estudio 1: 162 estudiantes de Psicología. * Estudio 2: 43 estudiantes de Psicología.	* Estudios 1 y 2: los alumnos fueron divididos aleatoriamente en 5 grupos experimentales. Los alumnos estudiaron 3 textos con sus respectivos mapas conceptuales y respondieron a 4 preguntas, además de responder sobre su preferencia por aprender el texto para cada esquema de mapa.	* Estudio 1: el uso de un mapa conceptual con dos tipos de cajitas lleva a mayor comprensión que los mapas conceptuales que utilizan el mismo tipo de cajita o cuyos conceptos no presentan contorno (éstos obtuvieron los peores resultados). * Los mapas conceptuales con dos formas de campos, comparados a los mapas conceptuales con conceptos sin contorno, reducen la carga cognitiva por proporcionar informaciones adicionales a respecto del papel semántico de cada tipo de campo y lanzan recursos de memoria de trabajo para el pensamiento de alto nivel y actividades de estudio. * Los alumnos dijeron que en los mapas de dos tipos de campos las subcategorías son más perceptibles y que son mejores para estudiar que los mapas conceptuales sin las cajitas.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	VALADARES, J. SOARES, M.T. (2008). The teaching value of concept maps. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki.	Portugal	Ciencias	Defender el uso de mapas conceptuales en las clases de ciencias.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	* Estudio 1: alumnos de 9º curso de la Enseñanza Secundaria. * Estudio 2: 54 alumnos de grado de una Escuela Superior de Educación. * Estudio 3: alumnos de Ciencias Físicas y Químicas de la Enseñanza de Nivel Básico.	* Estudio 1: Alumnos de una clase experimental fueron sometidos a una estrategia constructivista basada en la elaboración de mapas conceptuales progresivos y a un proceso de evaluación formativa. * Estudio 2: aplicación de cuestionarios, mapas conceptuales hechos individualmente y cooperativamente, tablas de observación y grabación en audio de los diálogos de los trabajos cooperativos. * Estudio 3: pretest y postest sobre acústica, cuestionarios, mapas conceptuales y grades de observación.	* Estudio 1: La estrategia se mostró más efectiva para el aprendizaje de los conceptos de Mecánica que en el grupo control, que recibió la misma instrucción, pero no utilizó mapas conceptuales. * Estudio 2: Se encontraron diferencias significativas en el grupo experimental en relación al conocimiento después del uso de mapas conceptuales progresivos. * Estudio 3: Los resultados obtenidos por los alumnos en las dos clases de mapas conceptuales y en el pretest y postest fueron claramente más positivos en el grupo experimental que en el grupo control. * Las estrategias desarrolladas en ambientes constructivistas de aprendizaje, basadas en la implementación de actividades experimentales y en el uso de instrumentos cognitivos como los mapas conceptuales y las Uves de Gowin llevan a un aprendizaje más significativo que el uso de otras estrategias, aun experimentales, en ambiente tradicional.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	SILVEIRA, F.P.R.A.; SOUSA, C.M.S.G.; SANTOVITO, R.F. (2008). Concept maps as a useful instrument in the teaching practices: an applied research in the biological sciences. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 276-281.	Brasil	Biología	Ofrecer momentos de reflexión de una acción planificada para superar deficiencias iniciales presentadas por los estudiantes de grado usando como recursos una intervención, elaboración de mapas conceptuales y discusiones sobre conocimiento exteriorizado y dividido por los grupos de alumnos.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Estudiantes de grado de Ciencias Biológicas.	Diagnóstico y posterior intervención en la que constó la elaboración, discusión y presentación de mapas conceptuales de parte de los estudiantes.	* El trabajo con mapas conceptuales favorece el proceso de aprendizaje y estimula los estudiantes a poner en práctica el conocimiento adquirido en otras asignaturas o situaciones. * Con relación a los mapas conceptuales, el desafío es desmitificar la cuestión de que la jerarquía tiene que ser siempre de la parte superior a la inferior y no inter-direccional, que favorece la idea de los mapas como un diagrama de flujo, dificultando relaciones cruzadas entre los conceptos. * Se observó que aun elaborando varios mapas, algunos grupos fueron fieles a los diagramas iniciales como si fuesen una marca registrada del grupo. * Los alumnos cuestionaron la necesidad de incluir las palabras de conexión en el mapa ya que podían ser solamente dichas en el momento de la presentación.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DAHNCHE, H.; REISKA, P. (2008). Testing achievement with concept mapping in school physics. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki.	Alemania y Estonia	Física	Describir el uso de la elaboración de mapas conceptuales como test para medir cuánto alguien aprendió la Física enseñada en la escuela.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	* Estudio 1: 130 mapas conceptuales elaborados por alumnos de la Enseñanza Secundaria a partir de 51 conceptos y 10 relaciones dadas. * Estudio 2: 200 mapas conceptuales elaborados por 100 alumnos de 9º curso de la Enseñanza Secundaria.	* Estudio 1: conocimiento antes y después de la instrucción y relación entre conocimiento y toma de acciones. Fueron usados mapas conceptuales para verificar el conocimiento de los alumnos antes y después de una unidad de estudio. * Estudio 2: fue desarrollado un programa de ordenador (CMap), utilizado por los alumnos para la elaboración de los mapas conceptuales. Las técnicas utilizadas fueron la confección de mapas conceptuales por parte de los alumnos, toma de acciones en la realización de experiencias y en las intervenciones en simulaciones computacionales y método de pensar en voz alta.	* Estudio 1: cuanto más conocimiento es demostrado durante la elaboración del mapa conceptual, se observa mayor capacidad de anticipación en el pensamiento y menor frecuencia de errores con relación a las acciones durante la simulación computacional. * Estudio 2: los mapas conceptuales mostraron el efecto de las clases. Las acciones en el mundo real y en las simulaciones de ordenador se configuraron situaciones de aprendizaje. Se compararon los mapas conceptuales elaborados antes y después de las acciones tanto en el grupo STS como en el grupo control y la combinación enseñar-actuar llevó a un mayor conocimiento que en las clases del grupo control. 1) La instrucción en Física tiene influencia en el conocimiento medido con la elaboración de mapas conceptuales; 2) diferentes métodos de enseñanza tienen diferentes influencias en el conocimiento medido por mapas conceptuales; 3) la instrucción sobre tópicos no-relevantes no ejerce influencia en el conocimiento medido por medio de mapas conceptuales; 4) hay correlación entre la toma de acción y el conocimiento medido con mapas conceptuales.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	HENNO, I.; REISKA, P. (2008). Using concept mapping as assessment tool in school biology. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki.	Estonia	Biología	Examinar cómo la elaboración de mapas conceptuales puede mejorar las prácticas de instrucción y cómo puede ser usado para identificar la mala comprensión sobre los sistemas digestivo y excretor de los alumnos de la escuela media.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	29 estudiantes de 9º curso de la Enseñanza Secundaria de la asignatura de Biología.	Los estudiantes elaboraron mapas conceptuales mostrando cómo integraron las informaciones sobre los sistemas digestivo y excretor. Los mapas se configuraron como herramienta para recoger datos y para evaluar a los alumnos.	Al elaborar los mapas conceptuales, los estudiantes aclararon conceptos y se hicieron gradualmente conscientes a respecto de las interconexiones.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
4. Revisión	DALEY, B.J.; CONCEIÇÃO, S.; MINA, L.; ALTMAN, B.A.; BALDOR, M.; BROWN, J. (2008). Advancing concept map research: a review of 2004 and 2006 CMC research. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 84-91.	Estados Unidos	Variadas	Relatar los resultados del meta- análisis de todos los papers y pósteres presentados en las actas de las conferencias CMC de 2004 y 2006.	Teoría de la Educación de Novak.	322 papers y pósteres publicados en español y en inglés.	Se identificaron las siguientes áreas en que se trabajó con mapas conceptuales: enseñanza y aprendizaje; evaluación y puntuación; desarrollo de conocimiento; creación y expansión de <i>software</i> ; métodos de investigación y desarrollo profesional.	* Es necesario desarrollar investigaciones en mapas conceptuales en numerosas áreas del conocimiento. * Los mapas conceptuales están bien documentados como estrategia de instrucción efectiva para varias edades de variadas asignaturas. * Debe haber más investigaciones en el área de aprendizaje en grupo con mapas conceptuales. * Faltan estudios longitudinales sobre mapas conceptuales. * El software Cmap Tools necesita investigación continua. * La conexión de mapas conceptuales y enseñanza/aprendizaje de culturas ha sido un área de investigación descuidada. * El área de evaluación y atribución de notas a través de mapas conceptuales tiene que ser mucho más desarrollada. * Es necesario continuar investigando el uso de mapas conceptuales como herramienta de investigación tanto cuantitativa como cualitativa.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	WEHRY, S.; ALGINA, J.; HUNTER, J.; MONROE- OSSO, H. (2008). Using concept maps transcribed from interviews to quantify the structure of preschool children's knowledge about plants. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki.	Estados Unidos	Ciencias	Investigar la validez y confiabilidad del uso de mapas conceptuales para medir el desarrollo conceptual de niños pre-escolares que participan del proyecto <i>Young Florida Naturalist</i> .	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	30 niños pre- escolares con edad media de 4,5 años.	Entrevista individual con los niños preguntándoles "¿qué sabes sobre las plantas?". Los investigadores anotaron las respuestas y elaboraron mapas conceptuales reflejando las declaraciones sobre plantas.	* Es posible cuantificar la estructura de los mapas conceptuales de los niños pre-escolares elaborados a partir de las entrevistas. * Los mapas conceptuales pueden ser puntuados fidedignamente por investigadores universitarios y la complejidad de los mapas predice los resultados sobre las conquistas de los niños midiendo el desarrollo del conocimiento orientado para la persona y el conocimiento sobre los atributos de objetos comunes del ambiente. * Los mapas conceptuales pueden ser usados como evaluación formativa con niños pre-escolares.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica 3. Mapas conceptuales como instrumento de análisis de currículo	FUATA'I, K.A.; McPHAN, G. (2008). Concept mapping and moving forward as a community of learners. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 197-204.	Australia	Ciencias y Matemáticas	Los objetivos del trabajo fueron verificar a) cuáles son algunos de los problemas e inquietudes levantados por los profesores cuando eran introducidos a innovaciones como los mapas conceptuales; b) por qué procesos pasaron los profesores para resolver esas cuestiones y c) de qué manera los mapas conceptuales fueron útiles como herramienta de planificación para los profesores.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	10 profesores participantes de un taller de desarrollo profesional.	<ul style="list-style-type: none"> * Los profesores elaboraron cooperativamente, en pequeños grupos, mapas conceptuales a través de ideas creativas, compilación de listas de conceptos, organización de conceptos en jerarquías significativas, uniendo conceptos e incluyendo palabras de enlace describiendo el significado de las conexiones. * Los profesores practicaron la técnica de elaboración de mapas conceptuales en actividades relacionadas a los resultados de los planes de enseñanza, problemas específicos, actividades estructuradas y textos retirados de los libros de texto. 	<ul style="list-style-type: none"> * Los profesores reconocieron los beneficios del uso de los mapas conceptuales y crearon un ambiente no amenazador en el que discutieron abiertamente el aprendizaje de la nueva técnica y prepararon la presentación de sus mapas iniciales para posterior discusión. * Los mapas conceptuales fueron elaborados como organizador avanzado para el plan de enseñanza de un tema (Números) que llevó a la discusión sobre cómo el aprendizaje de los alumnos debe ser secuenciado. * Los profesores también usaron mapas conceptuales para identificar el conocimiento esencial y habilidades que los estudiantes deberían tener para resolver un problema particular de Matemáticas. * Las discusiones entre parejas posibilitaron a los profesores dividir sus conocimientos así como adicionar y refinar los mapas conceptuales construidos. * Los profesores consideraron que los mapas conceptuales eran una forma válida para documentar el consenso entre los pares y reunir los requisitos en un plan de enseñanza. * En el contexto de la nueva estrategia, colaboración, intercambio de conocimiento y documentos fueron modelados por los profesores de forma a proporcionar confianza para introducir los mapas conceptuales en sus clases.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	ÅHLBERG, M.; AHORANTA, V. (2008). Concept maps and short-answer tests: probing pupils' learning and cognitive structure. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 260-267.	Finlandia	Biología	Verificar si hay diferencia estadísticamente significativa entre los mapas conceptuales elaborados por los alumnos y sus respuestas a un test de conocimiento de preguntas cortas elaborado por el profesor como indicadores de la calidad de aprendizaje y comprensión.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	20 alumnos con edades entre 10 y 13 años.	<ul style="list-style-type: none"> * Suma individual de conceptos y proposiciones del último mapa conceptual elaborado por los alumnos. * Suma de conceptos y proposiciones de las respuestas de los alumnos al test de respuestas cortas. * Uso del mapa conceptual del profesor como herramienta. * Test-t pareado. * Coeficiente eta cuadrado usado para medir el efecto del tamaño. 	<ul style="list-style-type: none"> * En los cuatro delineamientos experimentales las respuestas de los alumnos a los tests de respuestas cortas elaborados por los profesores proporcionaron una verificación extra a los mapas conceptuales correspondientes. * Los autores se sorprendieron al notar a partir de las respuestas a los tests de respuestas cortas que los alumnos sabían mucho más que lo que demostraron saber al presentar los mapas conceptuales. * Lo que era presentado en los mapas conceptuales de los alumnos estaba, frecuentemente, en las respuestas a las preguntas de los tests, pero no siempre. Eso sugiere que las dos formas de evaluación del aprendizaje y conocimiento de los alumnos son complementarias.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	TIFI, A.; LOMBARDI, A. (2008). Collaborative concept mapping models. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 157-164.	Italia	Lenguas, Matemáticas, Historia, Ciencias	Diseñar algunos modelos de colaboración, los cuales serán comparados y criticados en la expectativa de que sean útiles para otros profesores para desafiar y planificar estrategias apropiadas que puedan ser utilizadas en experiencias similares.	Teoría de la Educación de Novak.	No cita.	<p>Metodologías propuestas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) comparación de mapas conceptuales independientes; b) contribuciones alternadas de varios compañeros en mapas conceptuales compartidos; c) mapa conceptual mezclado independiente-alternado y revisión de los compañeros; d) conceptos compartidos + revisión de los compañeros; e) lectura colaborativa de textos + <i>Knowledge Soup</i> compartido. 	<ul style="list-style-type: none"> * Los autores creen que la colaboración en un equipo internacional ayuda a perfeccionar un segundo lenguaje, a adquirir un sentido intercultural, a aumentar la perspectiva individual de los estudiantes y el interés por los otros, a superar la actitud de cerrarse en función de la repetición de los currículos y de la cristalización de la regla. * Además de las oportunidades de hacer de los propios estudiantes los protagonistas, los autores desean que los alumnos compartan nuevas experiencias de comunicación – herramientas de comunicación y recursos de internet. * Algunos estudiantes están creando mapas conceptuales con la finalidad de estudiar, aun fuera de su grupo de trabajo.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	FECHNER, S.; SUMFLETH, E. (2008). Collaborative concept mapping in context-oriented chemistry learning. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 152-156.	Alemania	Química	El proyecto se refiere a mapas conceptuales en el campo de la educación en Química en la Educación Secundaria. La herramienta educacional es implementada como tarea colaborativa: elaboración de mapas conceptuales de papel y lápiz en la que los estudiantes deben recordar y aumentar el conocimiento que adquirieron durante la fase de discusión en pequeños grupos.	Teoría de la Educación de Novak.	147 alumnos de sétimo curso con edad media de 13 años.	Los alumnos trabajaron juntos en una tarea de resolución de problemas de Química. Fue realizada una comparación del grupo experimental, que construyó mapas conceptuales, con un grupo control que escribió un resumen tradicional.	* El estudio corrobora resultados de meta-análisis anteriores en el sentido de que los efectos de la elaboración de mapas conceptuales en Química son pequeños. * Se observaron efectos positivos de conquistas en tests de aprendizaje administrados inmediatamente después de la sesión. Sin embargo, los estudiantes del grupo experimental no superaron el grupo control en el resultado medido en la comparación pretest-postest.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DERBENTSEVA, N.; SAFAYENI, F. (2008) Cmap construction: challenges for the first time users and perceptions of Cmap's values, a qualitative study. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 138-145.	Canadá	Ingeniería, Artes y Ciencias	Examinar la experiencia de alumnos sin experiencia previa en la elaboración de mapas conceptuales, es decir, sus dificultades en la primera experiencia al construir mapas conceptuales y actitudes subsiguientes en relación a esa forma de representación del conocimiento. También fue de interés investigar si la elaboración de mapas conceptuales con cantidades de conceptos-raíz reduce la dificultad de elaboración de los mapas, por lo menos parcialmente.	Teoría de la Educación de Novak.	150 alumnos de grado de Design Organizacional y Tecnología.	Los participantes primero elaboraron mapas conceptuales de un tema bien conocido y familiar, después expresaron las dificultades experimentadas y las ventajas percibidas a partir de la representación a través de mapas conceptuales. Todas las dificultades fueron destacadas por los alumnos, o sea, sin sugerencias de parte de los investigadores.	* La principal dificultad señalada fue sobre la creación de las proposiciones. * También fueron consideradas dificultades: a) planificación y organización del mapa conceptual sin perder el objetivo; b) prioridad de la información; c) organizar proposiciones de manera coherente; d) darse cuenta de la inadecuación del conocimiento de los otros revelada en el proceso de construcción del mapa conceptual. * Los puntos considerados más valiosos en relación a la construcción de mapas conceptuales fueron: a) articular relaciones; b) dar una visión general sobre el tema; c) su formato visual; d) facilitar el entendimiento del material de estudio; e) facilitar el proceso creativo; f) representación de relaciones cíclicas y de causa y efecto y g) ayudar a memorizar el material en la forma de mapas conceptuales.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	MOSTROM, A.M. (2008). A unique use of concept maps as the primary organizing structure in two upper-level undergraduate biology courses: results from the first implementation. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 76-83.	Estados Unidos	Biología	Comparar la eficacia de un curso basado en mapas conceptuales y de un curso impartido a través de clases tradicionales utilizando tres evaluaciones (dos actitudinales y una de conocimiento).	Teoría de la Educación de Novak.	3 alumnos de la clase de Comportamiento Animal y 13 alumnos de la clase de Ecología del curso de Biología.	Todo el curso de Comportamiento Animal y la primera mitad del curso de Ecología fueron impartidos en el formato de "Mapas Conceptuales". La segunda mitad del curso de Ecología fue impartida en el método tradicional. La primera evaluación consistió en el desarrollo de una base de conocimiento y habilidades de elaboración de mapas conceptuales; la segunda fue la percepción de los alumnos sobre los mapas conceptuales, comparados con el método tradicional, basada en un cuestionario de actitudes, y la tercera fue la percepción de los alumnos sobre los mapas conceptuales comparados con el método tradicional basada en los cinco elementos de enseñanza de Novak.	<p>* Los alumnos elaboraron mapas conceptuales progresivamente más complejos a lo largo del semestre y percibieron la experiencia en el curso con mapas conceptuales como centrada en el alumno, engrandeciendo experiencias que promueven interacciones así como la adquisición de conocimiento.</p> <p>* Generalmente los alumnos prefirieron el formato de curso con mapas conceptuales a las clases tradicionales.</p> <p>* Los alumnos percibieron la construcción de mapas conceptuales sobre la literatura científica como más útil que las discusiones de clase, pero percibieron la construcción de mapas conceptuales igualmente útil (no superior) que la lectura de un libro de texto.</p>
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	MILLER, N.L.; CAÑAS, A.J. (2008). A semantic scoring rubric for concept maps: design and reliability. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 60-67.	Panamá y Estados Unidos	Ciencias	Desarrollar una herramienta de medida que ayude a evaluar el progreso general del Proyecto <i>Conéctate al Conocimiento</i> con relación a la implementación de los mapas conceptuales para el aprendizaje significativo en las escuelas de enseñanza primaria públicas de Panamá. En ese trabajo, se presentó el design y la validez de un sistema de puntuación del componente semántico de los mapas conceptuales.	Teoría de la Educación de Novak.	10 mapas conceptuales evaluados por 12 evaluadores.	<p>* Primer estadio: promovió valioso <i>feedback</i> que sirvió para refinar el instrumento.</p> <p>* Segundo estadio: trató de la estadística de confiabilidad.</p>	<p>* El sistema fue retirado del esquema original de puntuación de Novak y Gowin (1984), pero también de ideas más recientes que pretenden mejorar el poder representacional de los mapas conceptuales a través de la inclusión de proposiciones dinámicas y ciclos, así como la experiencia de trabajo con los profesores de escuela panameños. A pesar de la complejidad e inevitable subjetividad implícita de la herramienta, el estudio de confiabilidad indicó un nivel moderado de consistencia entre los evaluadores compartiendo un entendimiento en común de los mapas conceptuales.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	RISSEL, J.; SOMMER, S.; FÜRSTENAU, B.; KUNATH, J. (2008). The effect of different concept-mapping techniques on promoting students' learning processes in the field of Business. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 238-241.	Alemania	Administración	Investigar el efecto de tres diferentes técnicas de elaboración de mapas conceptuales en la promoción de procesos de aprendizaje de los estudiantes del área de Administración.	Teoría de la Educación de Novak.	26 estudiantes de 9º curso de la Enseñanza Secundaria.	1) Los alumnos hicieron un pretest. 2) Los alumnos jugaron al juego <i>Easy Business</i> ™ en grupos. 3) Después del juego, los alumnos fueron divididos en tres grupos experimentales (completar el mapa, elaborar el mapa y mapa del especialista) y un grupo control. 4) Los alumnos realizaron un postest.	<p>* No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.</p> <p>* El análisis numérico mostró que el grupo "completar el mapa" tuvo el mayor aumento en términos de conocimiento y que el grupo "elaborar el mapa" fue superior al grupo "mapa del especialista".</p> <p>* Los buenos resultados del grupo control llevaron los investigadores a pensar en la posibilidad de que el juego hubiera desvirtuado el efecto de las técnicas de elaboración de mapas conceptuales.</p> <p>* La participación de los estudiantes en la auto-construcción refuerza la estructura cognitiva, mientras que los mapas completamente pre-estructurados deben inducir a confusiones en la estructura cognitiva individualmente generada por los estudiantes. En este caso, los estudiantes serían más desafiados a igualar su estructura cognitiva con la pre-estructura dada en lugar de reforzar su estructura cognitiva trabajando los contenidos una segunda vez.</p> <p>* Otra explicación sería que los estudiantes examinan el mapa del especialista sólo superficialmente por que el mapa parece plausible y los estudiantes confunden plausibilidad con entendimiento de los contenidos.</p>
3. Mapas conceptuales como instrumento de análisis de currículo	LÓPEZ, M.M. (2008). Propositional analysis model to the comparison of expert teachers' concept maps. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 218-221.	España	Multidisciplinar	Dar un paso adelante en la extracción de la pericia del conocimiento de buenos profesores.	Teoría de la Educación de Novak.	4 profesores universitarios.	Entrevista semiestructurada para extraer conocimiento, seguida de la elaboración de mapas conceptuales para representar el conocimiento de los profesores. Análisis de los mapas conceptuales hechos por los profesores a través del Modelo de Análisis Proposicional.	<p>* El proceso de planificación parece ser individual y no emerge de significados compartidos, más allá de los más institucionalizados.</p> <p>* El Modelo de Análisis Proposicional es una herramienta interesante en relación a la correspondencia conceptual y conceptos-clave, pero no tanto en relación a la correspondencia relacional, ya que ese criterio de comparación no fue utilizado.</p> <p>* Con ese modelo se puede, por un lado, extraer los conceptos clave compartidos por diferentes especialistas en un área y al mismo tiempo observar lo que se dejó fuera. Esos conceptos son los que hacen que el especialista sea singular.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	IRAIZOZ SANZOL, N.; GONZÁLEZ GARCÍA, F. (2008) The concept map as an aid to cooperative learning in primary education. A practical experiment. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 230-233.	España	Ciencias del Ambiente	Describir un experimento en construcción cooperativa de conocimiento con alumnos de la escuela primaria usando trabajo en grupo y el software <i>CmapTools</i> .	Teoría de la Mediación de Vygotsky.	24 estudiantes del 5 ^a curso de la Escuela Primaria.	1) Presentación del tópico sobre características, propiedades y cambios en la materia, lectura sobre el asunto en una enciclopedia y elaboración de un primer mapa conceptual individual. 2) Se les pidió a los niños que trabajasen, en grupos, en la construcción colectiva de un mapa conceptual. 3) Los mapas conceptuales fueron pasados para el <i>CmapTools</i> . * Los alumnos fueron divididos en 5 grupos por niveles de habilidad.	* Los mapas conceptuales construidos en grupo fueron más ricos que los construidos individualmente. * Al construir mapas conceptuales en grupo, cada miembro fue capaz de desarrollar las capacidades de aprender, compartir conocimiento, tomar decisiones, aceptar contribuciones de otros y defender su punto de vista, lo que favorece el aprendizaje significativo. Los alumnos se comprometieron con el aprendizaje. * Los mapas conceptuales de los grupos académicamente más fuertes fueron más elaborados e incluyeron, no solamente más informaciones, sino también links más detallados y uso de lenguaje más expresivo. * Los grupos con estudiantes de mayor potencial de aprendizaje se organizaron más rápidamente. * La intervención del profesor en el proceso de aprendizaje de los niños de esa edad se mostró esencial en la negociación de significados.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	ALONSO, M.E. (2008). Patagonia Argentina: an educational experience applying <i>CmapTools</i> , developing a didactic resource and its use as a tool for meaningful and collaborative learning. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 214-217.	Argentina	Geografía	Describir las ventajas del uso del software <i>CmapTools</i> como recurso pedagógico.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	Estudiantes de 16 a 17 años del 4 ^o curso de la Escuela Secundaria.	Los alumnos prepararon mapas conceptuales a través del <i>CmapTools</i> usando informaciones obtenidas de internet y de la interacción entre el <i>Google Earth</i> y <i>Google Map</i> para la localización geográfica, para la construcción de conocimiento y aprendizaje colaborativo.	* Se verificó que muchos resultados positivos pueden ser alcanzados cuando se usa el <i>CmapTools</i> como herramienta innovadora en lugar de métodos tradicionales de educación. * Algunas veces los estudiantes prefieren métodos tradicionales por exigir menos esfuerzos, aunque los mismos estudiantes admiten que recuerdan mucho más lo que aprendieron a través de los mapas conceptuales y que fue más fácil para ellos integrar el conocimiento usando esa metodología. * La aplicación de la colaboración síncrona, propuesta en el programa, promueve una participación más activa de los estudiantes.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	CESARINA, M. (2008). Motivation and learning – kindergarten children experiences with C-Maps in an italian school. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 189-193.	Italia	Ciencias	Destacar, a través de una experiencia didáctica, el progreso inicial realizado por los niños y sus ideas espontáneas.	Teoría de Desarrollo Cognitivo de Piaget. Teoría de la Mediación de Vygotsky.	Niños de 4 a 5 años del jardín de infancia.	Los niños elaboraron, a través de un juego exploratorio, mapas conceptuales que les ayudaron a enriquecer su conocimiento.	A través del juego y de la construcción de mapas conceptuales, la Tierra perdió su dimensión estática y se transformó en algo vivo a ser tocado, moldado trabajado hoy y administrado futuramente, como terreno no sólo físico, sino antropológico, con la responsabilidad de defenderla como bien común.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	POVEDA, M.R.F.; ZABALO, M.J.I. (2008). Expert/novice pairs working together on concept maps. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 167-170.	España	Ciencias	<ul style="list-style-type: none"> * Investigar cómo la elaboración de mapas conceptuales en parejas tiene mejores resultados y mejor calidad de aprendizaje para novatos que trabajar individualmente. * Observar que los estudiantes pueden aprender con otros estudiantes trabajando en pares <i>novato/especialista</i>. * Testar si el aprendizaje compartido beneficia el desarrollo metacognitivo del especialista. * Promover mecanismos de sobrevivencia y defensa como: autoestima, autonomía, éxito escolar, reconocimiento, competencia social, adaptación escolar y modelo de buena amistad. * Promover relación comunicativa con los otros a través del trabajo con diferentes parejas. 	Constructivismo. Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Teoría de la Mediación de Vygotsky.	60 estudiantes de la Escuela Secundaria.	<ul style="list-style-type: none"> * Actividad inicial (para motivación) – el profesor explica la técnica para toda la clase. * Lectura de un texto; selección de los conceptos y palabras de conexión; organización jerárquica de los conceptos y rótulo de las líneas de conexión. * Trabajo en parejas formadas por un novato y un especialista. 	<ul style="list-style-type: none"> * Los mapas finales no solamente revelaron la incorporación de más conceptos, sino también una mejora en la forma de utilizarlos. * El trabajo en parejas beneficia no sólo a los aprendices novatos, sino también a los especialistas por exigir que verbalicen lo que saben, que estructuren cognitivamente las informaciones que tienen que transmitir y desempeñen el papel de profesor, auxiliándolos a desarrollar procesos cognitivos de atención y reflexión.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DUARTE, P.V.E.; MESA, P.A.R. (2008). Concept maps in teaching and learning process of rate of change concept. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 121-124.	Colombia	Matemáticas	Presentar cómo fueron utilizados los mapas conceptuales en las clases y qué resultados se obtuvieron con relación a la exploración del concepto de <i>tasa de variación</i> .	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	No cita.	<ul style="list-style-type: none"> * Los alumnos formularon preguntas y entrevistaron profesionales para obtener respuestas. * Los alumnos elaboraron mapas conceptuales. * Otras cuestiones fueron propuestas y los alumnos elaboraron mapas conceptuales para presentarlos a los compañeros. El concepto de <i>tasa de variación</i> debía estar presente. 	<ul style="list-style-type: none"> * Las soluciones encontradas por los alumnos para varios problemas propuestos por ellos y por el profesor, así como, los mapas conceptuales desarrollados a título de síntesis final, permitieron identificar que los alumnos, a través de la experiencia, alcanzaron (de acuerdo con sus niveles académicos) una conceptualización apropiada a respecto del concepto de <i>tasa de variación</i>.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	ALIAS, M.; SURADI, Z. (2008). Concept mapping: a tool for creating a literature review. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 96-99.	Malasia	Educación Técnica y Vocacional	Identificar los mayores desafíos enfrentados por estudiantes al realizar una revisión de literatura, determinar qué conceptos están siendo usados en el proceso (de revisión de la literatura) y para determinar sus percepciones sobre la utilidad de los mapas conceptuales en la realización de una revisión de la literatura.	Teoría de la Educación de Novak.	45 estudiantes de Maestría en Educación Técnica y Vocacional en una asignatura de Metodología de la Investigación.	<p>* Cada estudiante tuvo que hacer una revisión de la literatura sobre un tópico elegido por él sobre entrenamiento y educación técnica y vocacional.</p> <p>* Los estudiantes escribieron preguntas de investigación relacionadas al tema escogido y procuraron respuestas a esas preguntas en periódicos impresos, online y mapas conceptuales para sintetizar y organizar las informaciones obtenidas.</p> <p>* Se solicitó que los estudiantes también construyesen tablas y mapas conceptuales para organizar las informaciones recogidas.</p>	<p>*La mayoría de los estudiantes consideró que hacer una revisión de la literatura es altamente desafiador con relación a la decisión del tema, extracción de ideas de un documento y síntesis y organización de las informaciones.</p> <p>* El contenido y calidad de los mapas conceptuales fueron determinados por las preguntas propuestas por los estudiantes así como por la comprensión de los materiales que leyeron y, también, por la variedad de la calidad de los artículos consultados.</p>
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	SAN MARTÍN ECHEVERRÍA, I.; ALBISU GARCÍA, S.; GONZÁLEZ GARCÍA, F. (2008). Constructing knowledge models. Cooperative autonomous learning using concept maps and V diagrams. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 140-143.	España	Educación Musical, Lengua Extranjera y Ciencias	Presentar una experiencia sobre construcción de modelos de conocimiento basada en las características de diferentes áreas de los jardines botánicos de la universidad, usando una metodología basada en el aprendizaje cooperativo y autónomo.	Teoría de la Educación de Novak. Teoría de la Mediación de Vygotsky. Modelo de Enseñanza-Aprendizaje de Gowin.	120 profesores-estudiantes de un curso de Especialización en Educación Musical y Lengua Extranjera Infantil.	<p>* Los estudiantes recibieron instrucción sobre el uso del <i>CmapTools</i> y sobre la construcción de diagramas V.</p> <p>* La propuesta fue basada en el trabajo de equipo supervisado por los profesores-educadores.</p> <p>* Los grupos presentaron los trabajos (mapas conceptuales y diagramas V) oralmente utilizando ordenador y proyector multimedia.</p>	<p>* Los modelos de conocimiento analizados revelaron alto nivel de habilidad en la construcción de mapas conceptuales y diagramas V por los profesores-estudiantes, lo que desempeña un papel fundamental en el proceso de construcción del conocimiento creativo, aprendizaje significativo y transformación de mera información en conocimiento útil.</p> <p>* Esa experiencia de trabajo en equipo les permitió a los estudiantes la adquisición de una serie de habilidades básicas que serán de gran utilidad en sus futuras carreras (habilidad de trabajar en grupo, de generar cooperación y empatía entre miembros de un grupo, comunicación oral y escrita).</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	TZEN, J.Y. (2008). Learners' perceptions and use of differently designed schematic concept maps on the formation of mental representations for different learning tasks. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 178-180.	Taiwán	Historia	Investigar cómo tres condiciones del mapa conceptual – inclusivo, temático y sin mapa – influyeron en la formación de representaciones mentales de los estudiantes sobre dos artículos de historia y cómo esas representaciones se relacionaron con la comprensión coherente y con la síntesis de los argumentos clave de los artículos.	Teoría de la Educación de Novak.	88 estudiantes de 10º curso.	Los estudiantes: a) escribieron todo lo que sabían sobre el incidente 228; b) leyeron el primer texto; c) respondieron 6 preguntas; d) escribieron lo que recordaron del primer texto y elaboraron un mapa conceptual; e) leyeron el segundo texto; f) respondieron las mismas 6 preguntas sobre el segundo texto; g) respondieron 2 preguntas de coherencia local y 4 de coherencia global; h) sintetizaron los dos textos y escribieron un ensayo sobre las causas del incidente 228 con base en los textos y cómo los mencionaron en el mapa conceptual elaborado para sintetizar los contenidos. * Los estudiantes fueron divididos aleatoriamente en un grupo de mapa conceptual inclusivo, otro de mapa conceptual temático y un grupo sin mapa.	* Diferentes <i>designs</i> de mapas conceptuales funcionan mejor con diferentes tareas cognitivas. Los profesores son aconsejados a presentar las estructuras de los mapas conceptuales progresivamente de los más generales a los más detallados.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	VELOZ, J.; RODRÍGUEZ, I.; VELOZ, E. (2008). Confusion and unknown about concept maps in ESIME-Culhuacan IPN Mexico. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 137-139.	México	Ingeniería de la Computación	Presentar los errores y la falta de conocimiento sobre mapas en el Instituto Nacional Politécnico ESIME-Culhuacan, obtenidos a través de entrevistas y cuestionarios, y pretende servir como estado del arte de la posición de los investigadores sobre ese tema, lo cual sirve para establecer líneas de investigación, entrenamiento y como muestra representativa del estado de esa institución.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	39 profesores de Ingeniería de la Computación.	Fueron realizadas entrevistas con profesores que tenían experiencia en los asuntos aprendizaje significativo y mapas conceptuales.	* Los investigadores observaron ignorancia y confusión sobre las reglas, representaciones e implementación de los mapas conceptuales, lo que los llevó a reflexionar sobre la necesidad urgente de un entrenamiento en esa y en otras técnicas tan rápido como fuera posible para que sean incorporadas en la experiencia de los profesores así como en la continuidad de la mejora de su desempeño profesional.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	DELGADO, J.A.; RIVERA, C.A. (2008). Concept mapping as an assessment tool in higher education activities. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 75-79.	Costa Rica	Multidisciplinar	Proponer tres posibilidades, las cuales son relacionadas a la construcción de proposiciones: abierta, cerrada y semiabierta. Se presentan dos mapas conceptuales con proposiciones abiertas y cerradas y una tercera opción mostrando un mapa de proposiciones semiabiertas.	Teoría de la Educación de Novak.	No cita.	Fueron propuestos y analizados tres tipos diferentes de mapas conceptuales: de proposiciones abiertas, de proposiciones cerradas y de proposiciones semiabiertas.	*La aplicación de los mapas conceptuales mostró: a) la efectividad de la herramienta para evaluar diferentes tipos de actividades en educación superior; b) la necesidad de ajustar y reconstruir los mapas de evaluación, considerando el tema y las características individuales de cada actividad, así como las personas que realizan la tarea; c) el momento de la aplicación de la herramienta debe ser decidido de acuerdo con la actividad en la educación superior; d) los mapas conceptuales deben ser claros; e) los destinatarios deben estar sensibilizados con la metodología de exposición de los mapas conceptuales.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	MARLIA, I. (2008). Concept mapping in knowledge intensive process. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 79-83.	Malasia.	Design	Introducir los mapas conceptuales en el estadio de concepción en procesos de <i>design</i> para construir el conocimiento del dominio en la fase de adquisición del conocimiento. Crear un aplicativo interactivo multimedia que estimule la creatividad y expresión usando medios de comunicación de tecnología digital.	No cita.	66 alumnos de Design y Tecnología.	* <i>Fase de posicionamiento</i> : se establecen el contexto y los objetivos. Los alumnos explotan el problema de <i>design</i> profundizando en el contenido. * <i>Fase de descripción</i> : tiene lugar la descripción visual con soporte de descripción verbal, textual y gráfica. Los mapas conceptuales auxilian a través de la explicación o por contar una historia. * <i>Fase de discusión</i> : el conocimiento tácito es exteriorizado a través de los mapas conceptuales, compartido con los otros, con feedback interiorizado y procesos de <i>design</i> refinados. * Los alumnos respondieron un cuestionario sobre mapas conceptuales en procesos de <i>design</i> .	* Los mapas conceptuales se mostraron mejores en el dominio de construcción y en la capacidad de extraer el conocimiento. Eso permite profundizar la comprensión y explotación del dominio del conocimiento y estimula el pensamiento crítico. * Los mapas conceptuales también funcionan como contadores de historia y guían el proceso de concepción.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	KHAMESAN, A.; HAMMOND, N. (2004). Taxonomy of analysis levels of learning effectiveness in collaborative concept mapping. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Reino Unido	No cita	Proponer una taxonomía para analizar niveles de efectividad de aprendizaje a través de la elaboración de mapas conceptuales colaborativos.	Teoría de la Educación de Novak	No cita.	Comparación de resultados de un pretest con los resultados de un postest. Se propusieron subniveles de análisis de los mapas conceptuales para tres niveles: efectividad del aprendizaje a nivel individual; efectividad del aprendizaje a nivel de grupo y efectividad del aprendizaje a nivel de interacción entre grupo e individuo.	La taxonomía del análisis de los niveles de efectividad de aprendizaje fue utilizada de Stoyanova y Kommers (2002) y, en el conjunto de experimentos usando mapas conceptuales colaborativos síncronos vía ICT (Khamesan & Hammond, 2004). Estos estudios mostraron que el sistema de puntuación puede dar cuenta de un entendimiento cuantitativo profundo de los procesos de aprendizaje y de colaboración en la elaboración de mapas conceptuales colaborativos. Khamesan y Hammond (2004) midieron la confiabilidad del sistema de puntuación con tres evaluadores y demostraron alta confiabilidad inter-evaluadores para la mayoría de las categorías, con correlaciones entre $r = .52$ y $r = .99$.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	SHEU, J.J. (2008). A study on students' learning achievement with concept map in senior high school ecology course in Taiwan. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 25-27.	Taiwán	Biología	Estudiar el efecto de la elaboración de mapas conceptuales en el curso de Biología Fundamental en alumnos sénior de la Enseñanza Secundaria.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.	204 alumnos de la Enseñanza Secundaria de dos clases: Ciencias Naturales y Ciencias Sociales.	* Comparación de la diferencia de los resultados diagnósticos de los estudiantes en dos métodos de enseñanza diferentes (método tradicional y por medio de mapas conceptuales). * Comparación de la diferencia de los resultados diagnósticos entre estudiantes con diferentes orientaciones de interés en un mismo método de enseñanza. * Comparación de la diferencia de los resultados diagnósticos entre estudiantes de la misma orientación de interés en diferentes métodos de enseñanza.	Los resultados del estudio muestran que los resultados diagnósticos de las muestras de estudiantes adoptando la elaboración de mapas conceptuales fueron mayores que los de los estudiantes en el método tradicional (y no influidos por diferencias en la orientación de interés).

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DEMIRDOVER, C.; YILMAZ, M.; VAYVADA, H.; ATABEY, A.; EYLUL, D. (2008). Comparison of learning with concept maps and classical method among medical students. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 58-61.	Turquía	Medicina	Comparar el aprendizaje de estudiantes de medicina que utilizaron mapas conceptuales con métodos clásicos.	Teoría de la Educación de Novak. Modelo de Enseñanza-Aprendizaje de Gowin.	112 alumnos de la asignatura de Cirugía Plástica del 5º semestre de Medicina.	Los alumnos fueron divididos en dos grupos: el primero enseñado a través del método tradicional y el segundo, a través de mapas conceptuales. La evaluación de los grupos tuvo lugar a través del Examen Clínico de Objetivo Estructurado y de un test escrito con 20 preguntas. Los resultados fueron analizados a través del test <i>t</i> de Student.	Los estudiantes del grupo de mapas conceptuales obtuvieron resultados más altos comparados al grupo enseñado a través del método tradicional. Los resultados tuvieron significancia estadística.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	NICUSANTI, S.; POZZI, G. (2008). Building concepts and concept maps. Proceedings of the Third Conference on Concept Mapping. Tallinn & Helsinki. pp. 40-44.	Italia	Matemáticas, Geociencias, Educación Física y Ciencias de la Información.	Relatar una experiencia de creación de un Grupo de Trabajo Interdisciplinar para alumnos de 5º curso de la Escuela Primaria basándose en la idea de que los alumnos deben ser los actores del proceso personal de aprendizaje.	Teoría de la Educación de Novak.	21 alumnos de 5º curso de la Escuela Primaria (edades entre 9 y 10 años).	El proceso incluyó: a) dar oportunidad a los niños de formular hipótesis, construir experiencias y verificarlas; b) centrarse en conceptos básicos del tópico científico y adquirir su lenguaje específico; c) evaluación continua durante las experiencias, durante las preguntas que surgieron a lo largo del proceso, con continuo <i>feedback</i> entre profesores y alumnos, en cuanto estudiantes realizan tests de evaluación al final del proceso.	* Para los estudiantes la experiencia interdisciplinar fue enriquecedora y estimulante. * Los alumnos se transformaron en actores de su propio proceso de aprendizaje y, además, tomaron la ciencia del conocimiento obtenido a través de los conceptos adquiridos en el pasado y de los adquiridos recientemente (ciencia metacognitiva). * Los mapas conceptuales muestran la forma en que progresa cada estudiante y le da a todos la oportunidad de decir algo. Los mapas juntan y relacionan nociones que normalmente están separadas en la organización escolar tradicional.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	TAMAYO, M.F.A.; SILVA, A.J.M. (2004). El mapa conceptual de enfoque y su aplicación en la "Guía para Elaborar Mapas Conceptuales". Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	México	No cita.	Describir aspectos de la técnica de los mapas conceptuales de enfoque (MCE), destacando elementos como la narrativa y su uso para presentar una explicación didáctica en desarrollo de algún tema.	Teoría de la Educación de Novak.	No cita.	Presentación de un "Guía para Elaborar Mapas Conceptuales". Utilizando la técnica MCE es posible representar en una misma unidad visual y, en una misma unidad narrativa, varias preguntas de enfoque.	El mapa conceptual de enfoque es considerado como una unidad de significado sujeta a interpretación; esto permite tratar la elaboración del mapa conceptual como una estrategia narrativa además de su significado cognitivo y de aprendizaje en los sujetos.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	COLLI, A.; ROSSI, P.; MONTAGNA, C. (2004). Conceptual maps and preservice teachers learning. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Italia	Pedagogía y Ciencias	Justificar la importancia de los mapas conceptuales como herramienta en un curso de entrenamiento en Pedagogía y Ciencias para profesores en formación.	Constructivismo. Teoría del Aprendizaje significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	Profesores en formación haciendo un curso universitario (Escuela Interuniversitaria para la Enseñanza Secundaria). (No cita cuántos).	Profesores en formación elaboraron mapas conceptuales identificando y definiendo conceptos estructurales y representaron gráficamente sus interrelaciones. El resultado representó la organización espacial del conocimiento de esos profesores sobre el currículo y la pedagogía.	Los mapas conceptuales son útiles para profesores en formación a) para determinar los conceptos “estructurales” del tema que enseñarán en su entrenamiento en las escuelas secundarias; b) para descubrir las concepciones alternativas (equivocadas) de los alumnos; c) para trazar una ruta para sus itinerarios de enseñanza-aprendizaje.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	SANABRIA, I.; RAMÍREZ DE M.; M.S. (2004). Una estrategia de aprendizaje para integrar teoría y laboratorio de Física I mediante los mapas conceptuales y la V de Gowin. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Venezuela	Física	Relatar el desarrollo de una estrategia para incorporar los mapas conceptuales y la V de Gowin al trabajo en Física I, tanto en la teoría como en el laboratorio en el tema “Rotación de un Cuerpo Rígido alrededor de un Eje Fijo”.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Modelo de Enseñanza-Aprendizaje de Gowin.	90 alumnos de la asignatura de Física I durante dos semestres consecutivos.	1) Diagnóstico de las dificultades de los alumnos. 2) Introducción a los mapas conceptuales. 3) Elaboración del mapa sobre Cuerpos Rígidos I. 4) Presentación de la V de Gowin usando un mapa conceptual. 5) Construcción de la V de Gowin sobre el tema de la experiencia. 6) Construcción individual de una V de Gowin sobre un experimento de Física usando como apoyo el Mapa de la V de Gowin. 7) Desarrollo de una experiencia de Cuerpos Rígidos I usando el Mapa de Cuerpos Rígidos y de la V de Gowin. 8) Evaluación a través de un diario de anotaciones del profesor, análisis cualitativo de los mapas y de las Uves de Gowin y listas de confrontación, además de un cuestionario abierto sobre el uso de los mapas.	* La combinación de las dos herramientas (mapas conceptuales y V de Gowin) en la misma asignatura facilita la construcción de conocimiento desde el punto de vista conceptual y experimental. * Los estudiantes utilizan el mapa como guía de apoyo para identificar los elementos que forman parte en la construcción de sus Uves. Los mapas conceptuales le facilitan al estudiante la identificación de las leyes relacionadas a las situaciones experimentales delineadas, generando ellos mismos los caminos o pasos a seguir en la búsqueda de las respuestas a las preguntas correspondientes de la situación experimental delineada.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	RAMOS G., M.G. (2004). El mapa conceptual, estrategia didáctica significativa. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Venezuela	Ciencias	Relato de una experiencia de un curso de extensión en <i>Formación de Facilitadores en Desarrollo de Habilidades de Pensamiento y Creatividad</i> en el cual fueron presentadas nuevas técnicas (en ese caso, los mapas conceptuales) para favorecer el modelo educativo actual y mejorar la facilitación didáctica en el proceso educativo.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	22 profesionales de la Educación en servicio matriculados en un curso de Desarrollo de Habilidades de Pensamiento y Creatividad.	1) Explicación de la técnica para la elaboración de mapas conceptuales. 2) A partir de la entrega de un texto, se sugirió la elaboración de un mapa conceptual para comprobar la capacidad de comprensión y síntesis (actividad en grupo). 3) Se elaboró un mapa global, considerando la mejor organización de las ideas.	* De acuerdo con la opinión de los participantes, la técnica mejora la comprensión y el conocimiento de las estructuras temáticas, facilita el recuerdo de lo que fue aprendido, ayuda a diferenciar conceptos y sus subordinados. Economiza tiempo, es original, sirve para resumir temas, discrimina elementos fundamentales, sirve para evaluar los conocimientos, la globalización ayuda a percibir fácilmente los conceptos más importantes, es agradable de hacer en grupo, fomenta el desarrollo de actitudes de pertenecer, colaborar e integrarse a un grupo, incorporando, así, contenidos actitudinales.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica 3. Mapas conceptuales como instrumento de análisis de currículo	SALAZAR, S.F.; RENAULD, M.E.V. (2004). La estructura conceptual de los cursos en la educación superior: la experiencia con mapas conceptuales en los cursos de didáctica universitaria de la Universidad de Costa Rica. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Costa Rica	Licenciaturas	Contribuir con la mejora de los procesos didácticos del profesor universitario mediante el desarrollo de competencias conceptual-metodológicas para la estructuración de sus prácticas pedagógicas. Analizar formas y procedimientos usados por el profesor universitario para estructurar y reorganizar cursos bajo su responsabilidad a partir de mapas conceptuales y del programa <i>CmapTools</i> como recurso teórico-metodológico en la enseñanza universitaria y valorar la utilidad didáctica de los mapas conceptuales y del <i>CmapTools</i> como recurso teórico-metodológico en los procesos didácticos en la clase universitaria.	Teoría de la Educación de Novak.	80 profesores de la Universidad de Costa Rica.	El proceso seguido durante los cursos de Didáctica Universitaria incorporó fases de trabajo con los profesores universitarios participantes: descripción del enfoque del curso; análisis de los programas de curso; entrega de premisas epistemológicas y pedagógicas que sustentan los mapas conceptuales; conferencias con el software <i>CmapTools</i> y la discusión sobre la reestructuración conseguida en relación a la propuesta inicial y a la argumentación.	* El mapa conceptual es un recurso significativo en la explicación de las intenciones educativas orientadas a las conquistas de aprendizajes no solamente en términos de los conceptos-clave, sino también con respecto a las relaciones entre ellos que le permiten sustentarse como conocimiento. * El equipo de investigadores consideró el uso de mapas conceptuales de gran ayuda para la constitución de nuevas competencias en la formación pedagógica del docente. Coherente con el marco de referencia teórica de los mapas conceptuales, el docente gana autonomía en la identificación del desarrollo conceptual del objeto de estudio y busca consciente e intencionalmente la transformación de la consciencia intelectual del estudiante, tarea específicamente pedagógica.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	VALADARES, J.; FONSECA, F.; SOARES, M.T. (2004). Using conceptual maps in physics classes. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Portugal	Física	Presentar algunas ideas elaboradas y discutidas por los autores, las cuales son aplicables en lo que concierne a los mapas conceptuales y, consecuentemente someterlas a discusión con profesores e investigadores.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.	2 mapas, uno de un alumno del 11° curso y otro de un alumno de 8° de la Enseñanza Secundaria.	Las estrategias se basaron en el soporte de los mapas conceptuales como soporte para la evaluación proactiva formativa y fortalecer su papel didáctico.	La experiencia confirmó los resultados de investigaciones anteriores que señalan los mapas conceptuales como estrategia eficiente para el aprendizaje significativo. Con ellos, se puede ayudar los estudiantes a organizar su conocimiento y a superar sus dificultades.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	RESTREPO, C.M.Z.; ATUESTA V., M.R. (2004). Proyectos colaborativos y mapas conceptuales: una propuesta válida para lograr aprendizajes significativos en ciencias. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Colombia	Ciencias	Compartir una experiencia de trabajo con mapas conceptuales articulados al desarrollo de proyectos colaborativos como estrategias que se acompañan y complementan de forma apropiada para ofrecerles a los estudiantes de Educación Primaria y Secundaria una alternativa que les permita potencializar su aprendizaje y les asegure obtener informaciones y estructuras confiables que les faciliten la aproximación a los diversos temas relacionados a las ciencias.	Teoría de la Educación de Novak.	Estudiantes de instituciones de Educación Primaria y Secundaria (no citaron cuántos).	El esquema de actividades desarrolladas por los estudiantes se centra inicialmente en el reconocimiento de la situación para el cual son orientados a realizar un análisis en grupo que incluye temáticas y conceptos, que serán investigados por los estudiantes en grupos colaborativos y para lo cual se apoyan en la lectura de los mapas conceptuales.	Todos los conceptos encontrados en los planes analizados pertenecen a la forma correcta de elaborar un plan de emergencia, o sea, se encuentran dentro de las fases delineadas en el mapa conceptual como el antes, el durante y el después. Esas circunstancias de uso de los conceptos indican que los estudiantes consiguieron apropiarse de tales conceptos.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	UNZUE, F.T. (2004). Aplicaciones didácticas de los mapas conceptuales en un centro educativo. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	España	No específica.	Exponer el trabajo desarrollado en cada una de las etapas educativas y en la gestión de la formación realizada dentro del centro Zangoza Ikastola de Sangüesa y cómo se trasladan los conocimientos y conceptos adquiridos individualmente en la formación individual y externa al centro para todo el Claustro. Explicar cómo se utilizan los mapas conceptuales para la formación de las familias y la comunicación con toda la comunidad educativa.	Constructi- vismo.	Alumnos de la Educación Infantil, Primaria y Secundaria, profesores, gestores y familiares.	1) Aplicación de los mapas conceptuales como recurso didáctico en clase: a) en la <i>educación infantil</i> , diariamente usados por los profesores para pedirles a los alumnos la activación de los procedimientos de análisis ante la resolución de problemas; b) en la <i>educación primaria</i> , como elemento de evaluación continua a través de las exposiciones de los trabajos por los alumnos; c) en la <i>educación secundaria</i> , en el cotidiano de las explicaciones didácticas. 2) Aplicación a la gestión formativa del personal y de las familias. 3) Utilización del mapa conceptual en los canales de comunicación interna y con las familias del centro educativo.	El hecho de convertir el recurso didáctico (mapa conceptual) en un elemento habitual en la vida diaria del alumnado, para que sea un recurso que facilite el desarrollo de los procesos cognitivos básicos en el principio de las etapas educativas y, de especial forma, debe servir, posteriormente, para el desarrollo personal en la aplicación de la vida diaria y profesional del alumnado.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	<p>NAVARRO-CLEMENTE, M.E.; DOMÍNGUEZ-PÉREZ, A.E.; ORTIZ-ESQUIVEL, L.R. (2004). Uso de mapas conceptuales para facilitar el aprendizaje del concepto soluciones. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.</p>	México	Química	<p>Estudiar el grado de aprendizaje de los conceptos centrales del curso de Química de Soluciones ofrecido en el segundo semestre de la carrera de Ingeniería Química en la ESIQIE-IPN.</p>	Teoría de la Educación de Novak.	63 alumnos de Ingeniería Química.	<p>1) Por parte de los docentes: selección de conceptos relacionados con “soluciones” y construcción de un mapa conceptual básico de referencia.</p> <p>2) Por parte de los alumnos: escribir la definición para el concepto de “soluciones”, preparar una lista de conceptos relacionados a ese término y construir un mapa conceptual con los términos enumerados mostrando las inter-relaciones.</p> <p>3) Comparación de los mapas elaborados en el inicio y al final del curso.</p>	<p>Ese tipo de ejercicio le permite al docente detectar las ideas iniciales en el comienzo del curso y, así, orientar sus tareas de acuerdo con las necesidades de cada grupo y también de cada individuo. El uso de la técnica de construcción de mapas conceptuales ayudó a aclarar conceptos y localizarlos dentro de los conjuntos correspondientes, permitiendo que se desarrolle su capacidad de discriminación y clasificación, así como una mejor definición de los niveles de importancia de cada concepto básico.</p>
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	<p>MANCINELLI, C.; GENTILI, M.; PRIORI, G.; VALITUTTI, G. (2004). Concept maps in kindergarten. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.</p>	Italia	Ciencias	<p>Relatar una experiencia sobre enseñanza del lenguaje científico para niños del jardín de infancia con 4-5 años.</p>	Teoría de la Educación de Novak.	56 alumnos del Jardín de Infancia con 4 a 5 años.	<p>Los niños: a) manipularon objetos; b) conversaron y c) prepararon diseños y elaboraron mapas conceptuales.</p> <p>Después, los niños se sientan en círculo, hablan y dejan los otros hablar para favorecer la reformulación de los pensamientos.</p>	<p>Los mapas conceptuales se mostraron útiles porque estimularon y facilitaron la reflexión de los niños sobre la experiencia y la organización de la experiencia, haciendo que afloren en ellos significados y conocimientos. La comparación e intercambio de aprendizajes favorecieron el desarrollo del lenguaje verbal e icónico, así como la socialización.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	LÓPEZ-GOÑI, I.; ZUFIAURRE, I.A. (2004). Enseñanza y aprendizaje de los mapas conceptuales con alumnado de primer ciclo de educación primaria. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	España	Pedagogía	<p>1) Describir el proceso de enseñanza-aprendizaje de la elaboración de mapas conceptuales en un centro escolar.</p> <p>2) Profundizar en las funciones que pueden tener los mapas conceptuales desde el punto de vista pedagógico sobre la práctica.</p> <p>3) Concluir, junto con el profesorado del centro, una valoración de la utilidad pedagógica de los mapas conceptuales en su centro escolar.</p>	Teoría de la Educación de Novak.	1 profesora del 2º ciclo de Primaria, 3 profesoras del 3º ciclo de Primaria, 1 orientadora psicopedagógica de Secundaria y los alumnos del 1º ciclo de Primaria (6 años) y del 2º ciclo de Primaria (8-10 años).	<p>1) Aprendizaje de la técnica por parte del cuerpo docente.</p> <p>2) El proceso de enseñanza- aprendizaje constó de 3 fases: a) identificación de los conceptos, palabras de conexión y diferenciación; b) elaboración de los mapas conceptuales a partir de conceptos dados; c) selección de conceptos a partir de un texto, jerarquización y construcción de un mapa conceptual; d) elaboración de los propios mapas conceptuales por los alumnos.</p> <p>3) En el 1º ciclo, los mapas fueron usados para la enseñanza de contenidos; en el 2º ciclo como técnica facilitadora del aprendizaje y de detección de ideas previas de los alumnos; en el 3º, además de las utilidades anteriores, fueron utilizados como instrumento de evaluación.</p>	<p>*La elaboración del mapa conceptual consensuado en clase refuerza la motivación y la participación activa del alumnado en general.</p> <p>* Se trata de una técnica altamente creativa y, por tanto, con aplicabilidad en distintos campos (comprensión de la lectura, análisis de conceptos previos, determinación de errores conceptuales...).</p> <p>* La realización conjunta de los mapas conceptuales por parte de los alumnos como introducción al tema a ser desarrollado es una buena forma de explotar esos conceptos previos.</p> <p>* El hecho de que no exista un mapa conceptual definitivo o único hace posible que los alumnos expresen el aprendizaje sin las limitaciones que impone el hecho de saber que cometerán errores.</p> <p>* Una de las funciones más importantes de los mapas conceptuales es el poder organizativo que tienen a respecto del conocimiento.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	HUGO, D.; CHROBAK, R. (2004). Mapas conceptuales: una valiosa herramienta para aprender "cinemática" por autorregulación. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Argentina	Física	Presentar una propuesta fundamentada de utilización de los mapas conceptuales para promover en estudiantes universitarios de Física I el aprender "Cinemática" por autorregulación.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.	Estudiantes de Física I en un curso de Ingeniería (no cita cuántos).	Los alumnos elaboraron mapas conceptuales sobre "cinemática" y realizaron autoevaluación (autorregulación puntual de sus aprendizajes sobre el tema complementado con instancias de evaluación mutua a partir del intercambio de mapas con sus compañeros y comparación con el mapa conceptual del profesor).	* La mayoría de los alumnos consideró útil la construcción de mapas conceptuales para el aprendizaje de la cinemática y se sintieron bien con la tarea que parece haber sido importante para la futura automatización. * Varios alumnos negociaron las discrepancias entre su mapa conceptual y el del profesor para mejorarlo, indicando autorregulación.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	HILL, L.H.; ROSLAN, M.M. (2004). Using visual concept mapping to communicate medication information to chronic disease patients with low health literacy. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Estados Unidos	Farmacia	Describir el desarrollo de un proyecto de investigación exploratorio en el cual mapas conceptuales sobre medicaciones siendo desarrollados para ayudar pacientes de bajo nivel de instrucción a entender como tomar sus medicaciones.	No cita.	Estudiantes universitarios de Farmacia y, futuramente, pacientes.	1) Revisión de la literatura; 2) Selección de las enfermedades crónicas (asma y diabetes) y 3) Desarrollo de modelos de mapas conceptuales.	La eficacia del uso de mapas conceptuales para la comunicación con los pacientes podría ser determinada rastreando si el entendimiento de los pacientes sobre sus tratamientos médicos aumentó y si hubo retención.
4. Revisión	SAFAYENI, F.; DERBENTSEVA, N.; CAÑAS, A.J. (2005). Concept maps: a theoretical note on concepts and the need for cyclic concept maps. <i>Journal of Research in Science Teaching</i> , 42(7): 741-766.	Estados Unidos y Canadá	No especifica.	Destacar que los mapas conceptuales son una herramienta útil para la representación del conocimiento, primeramente por representar relaciones estáticas entre conceptos. Segundo, que las representaciones dinámicas entre conceptos pueden ser representadas a través de mapas conceptuales cíclicos, los cuales representan relaciones funcionales entre una constelación de conceptos.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Gestalt.	No cita.	El trabajo consiste en fundamentación teórica y revisión de la literatura sobre la construcción de mapas conceptuales cíclicos.	Los mapas conceptuales cíclicos son considerados una herramienta apropiada para la representación del conocimiento sobre relaciones funcionales, o dinámicas, entre conceptos. Los mapas conceptuales, por otro lado, son vistos como una herramienta apropiada para representar el conocimiento estático o jerárquico. Los dos mapas son complementarios y, colectivamente, capturan un amplio dominio del conocimiento, formando de esa manera una herramienta más efectiva de representación del conocimiento.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	FONSECA, A.P.; EXTREMINA, C.I.; FONSECA, A.F. (2004). Concept mapping: a strategy for meaningful learning in medical microbiology. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Portugal	Medicina	Discutir estrategias para ayudar estudiantes de Medicina a organizar, integrar conceptos presentados en un curso tradicional de Microbiología del tercer año de Medicina y a adquirir habilidades en la elaboración de mapas conceptuales. La actividad tuvo tres objetivos: 1) proporcionar una experiencia inicial con mapas conceptuales; 2) ilustrar la naturaleza idiosincrásica de la elaboración de mapas conceptuales ya que cada mapa es diferente porque refleja el pensamiento y experiencias del autor y 3) ser capaz de evaluar el mapa en la medida en que los estudiantes van adquiriendo habilidad en la elaboración de mapas conceptuales.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	50 alumnos de Medicina, de la asignatura de Microbiología Médica.	* Los profesores organizaron clases prácticas haciendo mapas conceptuales para ser usados como guía de enseñanza. * Los mapas fueron compartidos con los alumnos. * Los mapas también fueron utilizados para obtener <i>feedback</i> . * Los alumnos realizaron un trabajo de investigación sobre parasitología y se lo presentaron a los compañeros en la forma de mapas conceptuales. * Fue realizado un examen para evaluar las habilidades en mapas conceptuales.	* Los estudiantes creen que la construcción de un mapa conceptual requiere un completo entendimiento del material y que los mapas son útiles para ayudar a aprender y entender el material del curso. * La mayor parte de los alumnos usa mapas conceptuales para reforzar y entender el significado de lo que están estudiando. * Para los estudiantes tradicionales, el mayor obstáculo para utilizar mapas conceptuales es decidir cuál el nivel de detalle que es apropiado (es decir, cuáles son los conceptos esenciales). * La evaluación de las habilidades relativas a la elaboración de mapas conceptuales reveló excelentes resultados en comparación con cuestiones más tradicionales.
4. Revisión	NOVAK, J.D.; CAÑAS, A.J. (2006). La teoría subyacente a los mapas conceptuales y a cómo construirlos. Proceedings of the Second Conference on Concept Mapping. Costa Rica.	Estados Unidos	Ciencias.	Presentar las bases teóricas y los orígenes de los mapas conceptuales.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Teoría de la Mediación de Vygotsky.	No cita.	Presenta ejemplos aislados para ilustrar la teoría propuesta.	Se demostró que construir mapas conceptuales ayuda los estudiantes a aprender, los investigadores a crear nuevos conocimientos, los administradores a estructurar y administrar mejor las organizaciones, los escritores a escribir y los evaluadores a evaluar el aprendizaje.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
4. Revisión	NESBIT, J.C.; AESOPE, O.O. (2006). Learning with concept and knowledge maps: a meta-analysis. <i>Review of Educational Research</i> , 76(3): 413-448	Estados Unidos	No específica.	El objetivo del meta-análisis fue revisar todos los estudios experimentales y cuasi-experimentales sobre los efectos de los mapas conceptuales en el aprendizaje obedeciendo criterios específicos.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	Revisión de 55 estudios con 5818 participantes.	Los criterios de inclusión en el meta-análisis fueron: a) contraste de los efectos del estudio, construcción o manipulación de mapas conceptuales con otras actividades de aprendizaje; b) medida de los resultados cognitivos o motivacionales como recuerdo, transferencia en resolución de problemas, habilidades de aprendizaje, interés y actitudes; c) suficiencia de datos reportados que permitiesen una estimativa del efecto del tamaño de la diferencia media estandarizada; d) número específico de participantes en grupos para diferentes tratamientos y e) elección aleatoria de los participantes en los grupos, o usados en el pretest u otra variable inicial correlacionada con el resultado del control para diferencias preexistentes entre los grupos.	<p>* Las actividades con mapas conceptuales son más efectivas para adquirir, retener y transferir conocimiento cuando se comparan con actividades como lectura textos, asistir a las clases y participar en discusiones de clases.</p> <p>* Los beneficios del uso de mapas conceptuales previamente construidos fueron evidentes en el aprendizaje individual, pero no en parejas ni en aprendizaje cooperativo. En algunos pocos estudios, pareció que los mapas conceptuales previamente construidos son particularmente útiles como medio de comunicación para estudiantes con baja habilidad verbal y pueden ofrecer poca o ninguna ventaja a alumnos con alta habilidad verbal. El estudio con mapas conceptuales en lugar de la lectura de texto ayuda a la evocación tanto de la idea central como de las ideas más específicas, pero el efecto es mayor en relación a la idea central. Hay pocas evidencias que determinen si estudiar a través de mapas conceptuales es particularmente eficaz para la transferencia de conocimiento y desarrollo de habilidades de aprendizaje.</p> <p>* No se encontraron categorías o condiciones en las que los mapas conceptuales hayan producido efectos negativos.</p>

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	ARBEA, J.; CAMPO, F. (2004). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo de las ciencias naturales: análisis de los mapas conceptuales realizados antes y después de la implementación de un módulo instruccional sobre la energía. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	España	Ciencias	Describir una situación de aprendizaje concreta, la implementación de un módulo de instrucción innovador, conceptualmente transparente sobre el tema “Energía” y sustentado por los mapas conceptuales.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	19 alumnos de la Escuela Secundaria obligatoria (13-14 años)	<ul style="list-style-type: none"> * El profesor elaboró un mapa conceptual de referencia. * Fueron identificados los núcleos conceptuales más significativos con relación a los cuales se trazaron estrategias de instrucción. * 1ª fase: se presentan y trabajan proposiciones más generales y el alumno construye un mapa conceptual previo. * 2ª fase: se trabajan los conceptos más inclusivos, así como la diferenciación progresiva y las reconciliaciones más significativas. * 3ª fase: realización de otro mapa conceptual por parte de los alumnos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Hubo un aumento del número de conceptos utilizados y una disminución del número de errores en el segundo mapa con relación al primero. * Se observó una clara mejora con relación a los niveles de jerarquía en todos los casos, aumentando el número de diferenciaciones progresivas. * El único indicador de aprendizaje significativo que no mejoró con la instrucción fue el número de relaciones cruzadas.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DELGADO, J.A.; AGÜERO, O.S. (2004). Los mapas conceptuales en Costa Rica: ideas nuevas, odres nuevos. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Costa Rica	No específica.	Relatar una experiencia sobre la incorporación de los mapas conceptuales y del <i>CmapTools</i> en una institución educativa de Costa Rica.	Teoría de la Educación de Novak.	Todos los profesores y estudiantes de la institución investigada.	A nivel administrativo se propuso un cambio en la plataforma tecnológica y a nivel curricular se dio un nuevo enfoque del conocimiento utilizando mapas conceptuales y <i>CmapTools</i> . Se creó un modelo de unión entre capacitación y asesoría (Moreno) donde el centro productor del conocimiento genera la capacitación y mantiene un vínculo de retroalimentación y seguimiento con el usuario.	La experiencia provocó un cambio en la cultura académica y organizacional de la institución. Actualmente, todos los profesores y estudiantes están trabajando con la herramienta, conquistando una actitud de identificación con relación a los mapas conceptuales y un mejor uso de las herramientas digitales.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	FIGUEIREDO, M.; LOPES, A.S.; FIRMINO, R.; SOUZA, S. (2004). "Things we know about the cow": concept mapping in a preschool setting. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Portugal	Ciencias	Presentar una experiencia con mapas conceptuales y discutir ventajas potenciales de la herramienta en la Pre-Escuela.	Teoría de la Educación de Novak.	13 alumnos preescolares con edades entre 3 y 5 años.	<ul style="list-style-type: none"> * Discusión sobre animales y lo que ellos nos dan. * Construcción del primer mapa conceptual (de pared) para organizar ideas iniciales sobre la vaca. * Proceso de evaluación: a) tarea de organizar y clasificar aproximadamente 40 figuras sobre la vaca; b) los niños organizaron individualmente las imágenes en una estructura vacía en tres niveles; c) intervención individual respondiendo a la pregunta "¿qué sabemos sobre la vaca?" y d) preguntas sobre el entendimiento del mapa "¿Qué representan esas imágenes? ¿Para qué sirve ese esquema?" 	<ul style="list-style-type: none"> * El poco tiempo disponible para el trabajo con los mapas conceptuales tuvo impacto en los resultados. * Los niños frecuentemente faltaron a las clases, por tanto, no fue posible comparar los resultados. * Cuando se les solicitó que elaborasen el propio mapa conceptual a partir de una estructura ya diseñada, los niños fueron capaces de organizar ideas jerárquicamente. * Sin ningún tipo de ayuda, el grupo no consiguió establecer relaciones jerárquicas entre los conceptos.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	BRÜCHNER, K.; SHANZE, S. (2004). Using concept maps for individual knowledge externalization in medical education. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Alemania	Medicina	Verificar si los estudiantes de Medicina son capaces de exteriorizar el conocimiento médico amplio a través de mapas conceptuales.	Teoría de la Educación de Novak.	39 estudiantes de Medicina divididos en un grupo experimental (n=28) y un grupo control (n=21).	Los alumnos elaboraron mapas conceptuales, individualmente, antes y después de un curso de laboratorio. Se les dio 5 conceptos y 3 palabras de conexión como punto de partida, pero los alumnos no tenían que utilizarlas y se les incentivaba a añadir otros conceptos y palabras de conexión. Los alumnos respondieron a un cuestionario de autoevaluación.	Los estudiantes de Medicina fueron capaces de exteriorizar el conocimiento médico de manera amplia en sus propios mapas conceptuales. Los alumnos integrantes del grupo experimental también representaron temas más específicos referentes al tema electrocardiograma en sus mapas conceptuales en comparación con el grupo control.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	ARROYO, E.A. (2004). Desarrollo de mapas conceptuales con niños de kinder y primer grado. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Costa Rica	Ciencias	Descripción de una propuesta de trabajo (investigación-acción) que, además de favorecer la creación de algunas acciones metodológicas que enriquecerán la estrategia Enfoque de Aprendizaje por Proyectos, indica qué aprenden los niños del jardín de infancia y del primer grado al construir mapas conceptuales en el ambiente de aprendizaje informatizado.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Modelo de Enseñanza-Aprendizaje de Gowin.	Niños del Jardín de Infancia y Primaria (4 a 6 años). No cita cuántos.	El profesor utilizó el método ecléctico de lectura-escrita para trabajar con los niños. Los niños seleccionan el tema que más les agrada y dibujan individualmente lo que saben sobre el asunto. En grupos, comparan los dibujos y extraen elementos de su agrado para representarlos en el ordenador. Se conversa con los alumnos sobre el significado de las imágenes y jerarquía. Se les solicita que hagan en una lámina de papel un dibujo colectivo para formar un mural.	* Al construir mapas conceptuales en un ambiente de aprendizaje informatizado, los niños aprenden a: a) representar esquemáticamente los conceptos relacionados con los temas en estudio; b) definir con mayor claridad los conceptos y conexiones respectivas, de forma independiente; c) jerarquizar conceptos; d) retomar sus mapas conceptuales para recolocar los conceptos y/o utilizar conexiones más concretas y definidas. * De modo paralelo, la experiencia posibilitó: a) la construcción de una identidad de grupo; b) el desarrollo de la expresión oral, corporal y artística; c) que los niños trabajasen en una perspectiva de orden, respeto e independencia.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	RAMÍREZ, S.C. (2004). Entre conector y conector, un pensamiento. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Costa Rica	Educación	Explicar y sustentar el uso real de los mapas conceptuales como estrategia organizadora y constructiva del pensamiento y, por tanto, del aprendizaje.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	34 estudiantes universitarios de 3° curso de Educación Preescolar.	1) A cada 15 días los alumnos entregaban un mapa conceptual acompañado de una lista de conceptos sobre la temática estudiada. 2) la semana siguiente, los alumnos recibían el <i>feedback</i> del profesor. 3) Al término de la clase, se prestaba atención individual para oír explicaciones y ofrecer sugerencias. 4) Los alumnos devolvían los mapas una semana después (hasta 3 veces). 5) Atención individualizada para atender a algunas personas.	* La utilización de los mapas conceptuales posibilita el pensamiento versátil ya que esa estructura y forma de construcción permite el establecimiento de diversas conexiones. * Los mapas conceptuales permiten una valoración más equitativa con respecto a cada persona. * Las principales dificultades de los alumnos residen en: a) diferenciar claramente conceptos de conectores; b) identificar conceptos generales y específicos; c) claridad entre uso de proposiciones o afirmaciones; d) claridad del papel mediador del profesor.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DERBENTSEVA, N.; SAFAYENI, F.; CAÑAS, A.J. (2007). Concept maps: experiments on dynamic thinking. <i>Journal of Research in Science Teaching</i> , 44(3): 448-465.	Canadá y Estados Unidos	No específica.	<ul style="list-style-type: none"> * Revisar la literatura sobre mapas conceptuales. * Discutir argumentos teóricos e hipótesis. * Presentar un design experimental y procedimientos para tres condiciones: a) comparación de las estructuras cíclica y jerárquica; b) examen del impacto de la cuantificación del concepto inicial en el mapa y c) exploración del efecto de la pregunta central en el mapa. 	Teoría de la Educación de Novak.	<ul style="list-style-type: none"> * Estudio 1: 112 estudiantes universitarios de los cursos de Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Computación. * Estudio 2: 75 estudiantes universitarios. * Estudio 3: 81 estudiantes universitarios. 	<ul style="list-style-type: none"> * Estudio 1: los alumnos, primeramente, rellenaron lagunas de conceptos en un modelo de mapa conceptual cíclico y en otro jerárquico. Después, incluyeron palabras de conexión sobre las flechas. * Estudio 2: semejante al estudio 1, diferenciándose en relación al concepto inicial del mapa. * Estudio 3: inicialmente los estudiantes escribieron un párrafo respondiendo a la pregunta central. Después, circularon los principales conceptos que consideraron como ayuda para responder la pregunta central y seleccionaron los 5 principales para rellenar la estructura dada. Finalmente, hicieron las conexiones entre los campos de conceptos identificando la dirección de las relaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> * Estudio 1: las estructuras cíclicas, en función de la interdependencia entre los conceptos, aumentan la posibilidad de pensamiento dinámico, en cuanto estructuras jerárquicas actúan como restricción al pensamiento dinámico. * Estudio 2: la cuantificación, una técnica poderosa para estimular el pensamiento dinámico en mapas conceptuales – más poderosa que la estructura cíclica. * Estudio 3: la estructura del mapa y la pregunta central afectan el pensamiento dinámico en términos de relación de los conceptos, como opuesto a la cuantificación de conceptos. * Es posible estimular la representación dinámica a través de restricciones estructurales, de la cuantificación de conceptos y de la pregunta central. * El pensamiento dinámico dentro del contexto del mapa conceptual es posible, aunque raramente practicado. * Existen por lo menos 3 formas de estimular el pensamiento dinámico. * La cuantificación de conceptos parece ser la forma más robusta de estimular el pensamiento dinámico. * El estudiante debe dar atención especial a la pregunta central; ésta no sólo influye en la selección de los conceptos, sino también en las relaciones entre ellos. * La estructura cíclica estimula el pensamiento dinámico a nivel de sistema, además del nivel de proposiciones individuales.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	ÅHLBERG, M.; VUOKKO, A. (2004). Six year of design experiments using concept mapping – at the beginning and at the end of each of 23 learning projects. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Finlandia	Ciencias	Verificar, después de 6 años de experiencia con mapas conceptuales, qué tipo de teoría elaboraron los profesores sobre los beneficios y obstáculos de los mapas conceptuales. Verificar en qué medida es fidedigna la elaboración de mapas conceptuales a largo plazo. Obtener informaciones sobre a) tiempo compartido de enseñanza- estudio-aprendizaje; b) nivel previo de conquista escolar y c) influencia del sexo de los alumnos con relación a la variación de los indicadores de aprendizaje significativo.	Ciencia Cognitiva. Constructivis- mo	46 alumnos de Educación Primaria (entre 10 y 12 años).	La experiencia fue conducida en dos períodos durante 3 años. En cada uno de los períodos, los niños elaboraron mapas conceptuales individualmente en el inicio y al término de diferentes proyectos de aprendizaje.	* Los datos demostraron que la mayor parte del aprendizaje educativo tuvo lugar entre el inicio y el final de los proyectos de aprendizaje y que los mapas conceptuales son una herramienta sensible que promueve un método útil para medir estadísticamente el aprendizaje significativo. * El tiempo compartido entre enseñanza-estudio- aprendizaje cuenta con 72-80% de la variación de los indicadores seleccionados para el aprendizaje significativo. * Las conquistas anteriores a la escuela no contaron para la variación del aprendizaje significativo en alumnos desde los primeros 3 años del período de investigación, aunque haya contado considerablemente para la variación encontrada en el segundo grupo de alumnos. * El sexo de los alumnos no interfirió en la variación de indicadores del aprendizaje significativo.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DALEY, B.J. (2004). Using concept maps with adult students in higher education. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Estados Unidos	No cita.	Investigar las formas a través de las cuales el uso de los mapas conceptuales influye en los procesos de aprendizaje de estudiantes de grado (adultos) en el contexto de la educación superior y responder las siguientes preguntas: 1) ¿las estrategias constructivistas (es decir, los mapas conceptuales) contribuyen con el éxito de estudiantes adultos? 2) cuando los estudiantes adultos aprenden a usar los mapas conceptuales en un curso, ¿ellos colocan la estrategia en práctica en los cursos subsiguientes? 3) ¿cómo cambia el pensamiento de los estudiantes adultos el uso de mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje? 4) ¿los mapas conceptuales pueden transformarse en la estrategia prioritaria de estudiantes adultos?	Constructivis- mo	21 estudiantes universitarios (no cita el curso).	Los estudiantes desarrollaron mapas conceptuales para reflejar las lecturas del curso, trabajos referentes al curso y para comparar y contrastar informaciones referentes a las discusiones del curso. Al final del semestre se hicieron entrevistas con los participantes sobre el uso de los mapas conceptuales.	* Los resultados indicaron que los estudiantes adultos aprendieron a desarrollar mapas conceptuales y, a través del proceso de uso de esa estrategia constructivista de aprendizaje, desarrollaron sus habilidades de pensamiento y demostraron aumento de la comprensión de sus propios procesos de aprendizaje. * Los alumnos apuntaron como dificultades en relación a la construcción de mapas conceptuales: a) encontrar tiempo para completar los mapas; b) decidir sobre los detalles que deberían ser incluidos e c) incluir y superar la falta de voluntad para cambiar la estrategia de aprendizaje. * El mayor desafío para el cuerpo docente de programas de enseñanza superior es cambiar las estrategias de enseñanza para incorporar lo que se sabe a respecto del aprendizaje de los alumnos. El uso de los mapas conceptuales demanda que el cuerpo docente tenga un buen entendimiento del aprendizaje constructivista y de las formas en las que los mapas representan el conocimiento de los alumnos.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
3. Mapas conceptuales como instrumento de análisis de currículo	ALI, M.; ISMAIL, Z. (2004). Assessing student teachers' understanding of the biology syllabus through concept mapping. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Malasia	Biología	Describir el resultado de un ejercicio realizado con 100 alumnos de grado de formación de profesores de Biología. El objetivo de ese ejercicio fue familiarizar los estudiantes con el plan de enseñanza y hacer que entiendan el objetivo del propio plan de enseñanza de forma que esos profesores en formación sepan qué contenidos destacar entre los que ya enseñan en clase.	Teoría de la Educación de Novak. Constructivismo	100 estudiantes universitarios haciendo la asignatura de Métodos de Enseñanza de Biología.	Se les pidió a los alumnos que elaborasen mapas conceptuales para la forma cuatro del plan de enseñanza de Biología de la Escuela Secundaria Malasia. Los estudiantes fueron estimulados a incluir otros gráficos como símbolos o figuras en sus mapas conceptuales. El sistema de puntuación utilizado fue una adaptación del sistema propuesto por Wallace y Mintzes (1990) en que las puntuaciones son realizadas de acuerdo con los componentes involucrados (jerarquía; completa inclusión de los temas; adecuación de las proposiciones; adecuación de las habilidades en procesos científicos en cada tema y adecuación de valores científicos y nobles asociados al tema.	A través de ese ejercicio, los estudiantes se familiarizaron con el objetivo del plan de enseñanza de la Biología y se informaron de las habilidades científicas relacionadas y valores necesarios para la interacción en la enseñanza de la Biología en las clases. Se espera que una vez que esos profesores estudiantes hayan pasado por ese ejercicio con mapas conceptuales, aprecien y apliquen la técnica con sus estudiantes de forma que la Biología sea presentada de forma conexas y el proceso de aprendizaje de la Biología sea más significativo.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	CASSATA, A.E.; HIMANGSHU, S.; IULI, R.J. (2004). "What do you know"? Assessing change in student conceptual understanding in science. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Estados Unidos	Ciencias	Utilizar mapas conceptuales como una herramienta de evaluación para estudiar el efecto de los métodos de enseñanza en el aprendizaje de los alumnos en cursos de grado en ciencias.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.	400 estudiantes universitarios de cursos de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.	Fue utilizado un mapa de referencia confeccionado por los docentes para servir de parámetro de comparación para los mapas realizados por los alumnos en el inicio y final del semestre. El análisis (individual) se basó en criterios cualitativos. Fue aplicado un cuestionario de estudio y aprendizaje.	* Los mapas conceptuales pueden ser una herramienta efectiva para medir el cambio en el entendimiento conceptual de los estudiantes de cursos de grado en ciencias. * Los mapas conceptuales proporcionan un medio visual de representar potenciales inexactitudes, relaciones entre conceptos y organización del conocimiento, factores que no son fácilmente captados a través de herramientas de evaluación tradicionales.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	SOTO, B.D.G. (2004). El uso de mapas conceptuales como técnica de aprendizaje en la algoritmia. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	México	Matemáticas	Proponer una metodología para la aplicación de la técnica de mapas conceptuales a los temas de algorítmica empleando como material didáctico interactivo de apoyo el aprendizaje, el cual tuvo como fundamento el uso y manejo del software y hardware del ordenador, por lo cual la principal función del laboratorio de informática fue aplicar la técnica mencionada en forma de mini-curso.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	Alumnos de la asignatura de Análisis de Algoritmos del curso de Ingeniería de Computación (no cita cuántos).	* Los alumnos confeccionaron (en grupos) mapas conceptuales para resolver problemas de manera que generasen discusiones e intercambio de ideas. * Algunos grupos presentaron los resultados con el fin de hacer observaciones y correcciones necesarias y provocar la participación activa y colaborativa del grupo. * Fue evaluado el uso correcto de los mapas conceptuales en la solución de los problemas propuestos.	* Al aplicar esta técnica de aprendizaje, se obtuvo como resultado que el alumno entendió mejor el tema, lo que puede ser afirmado en virtud de que, al aplicar un ejercicio con preguntas sobre el tópico desarrollado mediante los mapas conceptuales, los alumnos mejoraron sus notas. * Los mapas conceptuales fueron de gran ayuda para los alumnos y sirvieron como guía para resolver problemas del tipo matemático contemplados en la asignatura, dando soluciones utilizando formalismos matemáticos.
4. Revisión	NOVAK, J.D.; CAÑAS, A.J. (2004). Building on new constructivist ideas and <i>CmapTools</i> to create a new model for education. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Estados Unidos	Ciencias	Explotar el poder del <i>CmapTools</i> y cómo puede dar soporte a los mapas conceptuales y, después, discutir cómo esas herramientas y nuevas ideas pueden llevar al Nuevo Modelo de Educación.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Teoría de la Mediación de Vygotsky.	Alumnos de la Enseñanza Primaria.	Usar los libros de texto <i>The World of Science</i> como punto de partida para demostración del proyecto <i>A New Model of Education</i> . Se prepararán mapas conceptuales para todas las secciones de los libros para servir de punto de partida para profesores y alumnos, entonces, los alumnos usarían esos mapas conceptuales con el <i>CmapTools</i> para buscar en internet recursos e ideas pertinentes.	* El mayor desafío esperado es cambiar factores situacionales en la escuela en la dirección del profesor como técnico y aprendiz en lugar del modelo que aún prevalece de profesor como diseminador del conocimiento. * Existe el desafío de cambiar las prácticas de evaluación que ahora consisten primariamente en tests de selección múltiple que miden básicamente el aprendizaje mecánico (en el sentido de recordar la información), para tests que instiguen los estudiantes a demostrar qué entienden sobre los conceptos básicos y pueden usar esos conceptos en nuevas resoluciones de problemas y que ellos puedan usar recursos de internet para aumentar y modificar sus conceptos y aprender nuevos conceptos.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
4. Revisión	ÅHLBERG, M. (2004). Varieties of concept mapping. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Finlandia	No cita	Comparar algunos tipos de mapas conceptuales y explicar sus principales diferencias.	Teoría de la Educación de Novak.	No cita.	Presenta un pequeño histórico de los mapas conceptuales, muestra diferencias (principalmente entre mapas conceptuales jerárquicos y cíclicos) y discurre sobre elementos de un método mejorado de elaboración de mapas conceptuales.	<p>* El método mejorado de elaboración de mapas conceptuales presupone: a) todos los conceptos son interpretados como elementos principales del pensamiento y aprendizaje y están siempre dentro de cuadros. Para Novak y Gowin, los conceptos están algunas veces dentro de cuadros, a veces no; b) Novak y Gowin prefieren pequeños rótulos verbales para los conceptos, sin embargo, los conceptos a veces requieren varias palabras para que sean correctamente rotulados; c) para tener una proposición significativa, todos los links deben tener una flecha para mostrar la dirección de la conexión entre los conceptos, sin embargo, si siguiesen sus propias reglas, Novak y Gowin colocarían flechas sólo en relaciones horizontales o leídas del concepto principal en adelante; d) las expresiones que conectan los links pueden ser cortas o largas, pero deben expresar precisamente el pensamiento de la persona que construye el mapa. Novak y Gowin estimulan expresiones verbales cortas; e) pueden ser incluidos figuras, vídeos, sonidos, etc., en mapas conceptuales; Novak y Gowin nunca hacen eso; f) Novak y Gowin siguen la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Åhlberg concluye que, independientemente de la teoría, se deben usar mapas conceptuales como método general mientras se habla o escribe; g) Novak y Gowin defienden mapas conceptuales jerárquicos, sin embargo, a veces el concepto principal puede ser posicionado en el centro del mapa o en cualquier otro lugar. También se acepta el uso de mapas conceptuales cíclicos, que no son jerárquicos; h) en un buen mapa conceptual, cada concepto es mencionado sólo una vez; por otro lado algunas veces un concepto posee muchos links con otros conceptos, entonces la única opción imaginable es repetir ese concepto en el mapa conceptual, mas ese tipo de procedimiento debe ser explícitamente bien explicado; i) si cada concepto es mencionado solamente una vez en el mapa conceptual, es fácil contar cuántas conexiones cada concepto tiene con los otros. El número de conexiones da una buena estimativa de la centralidad del concepto en el pensamiento de la persona que está construyendo el mapa conceptual; j) algunas veces es útil estar apto para leer un mapa conceptual en un determinado orden. No siempre ese orden es de arriba abajo.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	AMORETTI, M.S.M. (2004). Categorization process and conceptual maps. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Brasil	Semiótica	Describir la investigación en curso en el Laboratorio de Educación a Distancia: Investigación en Ciencias Cognitivas y Semiótica de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul, empleando mapas conceptuales como forma de que los participantes entiendan el proceso de categorización.	Ciencias Cognitivas.	Estudiantes de Educación a Distancia (no cita cuántos).	Los mapas conceptuales fueron construidos colaborativamente y adoptaron un enfoque del tipo “aprender haciendo”, centrada en la actividad de construcción de mapas conceptuales desarrollada.	<p>* La habilidad altera la competencia de organización de niveles conceptuales. En los primeros mapas, los novatos privilegiaban el nivel básico, que poseía alta coherencia y directividad. Después de pensar en esos conceptos, los alumnos – ahora expertos – repitieron la experiencia y elaboraron otro mapa sobre el mismo asunto, esa vez con mucho más detalle en un nivel superordenado, con alta coherencia y baja directividad. Los alumnos consiguieron eso a través del proceso de categorización.</p> <p>* La autora considera que la evaluación de la categorización en mapas conceptuales contribuirá significativamente para varias formas de situaciones de aprendizaje colaborativo y desarrollará la competencia para la negociación en el sentido de llegar al consenso en la pluralidad de perspectivas culturales y puntos de vista de los usuarios y ayudar a la transformación de la competencia en categorización de los novatos en competencia de expertos.</p>
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	AFAMASAGA-FUATA'I, K. (2004). An undergraduate student's understanding of differential equations through concept maps and vee diagrams. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Australia	Matemáticas	Presentar un estudio de caso de un alumno (Nat) que participó de un estudio a lo largo de un semestre, el cual investigó el impacto del uso de mapas conceptuales y diagramas V en el entendimiento de los estudiantes sobre tópicos avanzados de matemáticas.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Modelo de Enseñanza-Aprendizaje de Gowin.	Un alumno de grado.	Se recogieron datos del alumno Nat: mapas conceptuales progresivos (4 versiones) y diagramas V progresivos de 4 problemas (2 versiones) e informes finales. Las percepciones de valor de los mapas/diagramas fueron obtenidas a través de respuestas escritas en preguntas sobre ventajas y desventajas del uso de mapas/diagramas para aprender matemáticas.	<p>* Tanto los mapas conceptuales finales como los diagramas V finales de Nat mostraron cambios significativos al final de la unidad de estudio en relación al inicio.</p> <p>* Evidentemente, el entendimiento de las ecuaciones diferenciales se hizo más estructurada, mejor organizada y más enriquecida hasta el punto de facilitar grandemente la construcción de los diagramas V.</p> <p>* El alumno Nat empezó a darse cuenta del valor de la jerarquía conceptual claramente organizada como guía para la toma de decisiones en efectiva resolución de problemas.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DERBENTSEVA, N.; SAFAYENI, F.; CAÑAS, A.J. (2004). Experiments on the effects of map structure and concept quantification during concept map construction. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Canadá y Estados Unidos	Ciencias	* Estudio 1: investigar los efectos de la estructura y de la cuantificación en la naturaleza dinámica de las proposiciones construidas. * Estudio 2: identificar cualquier preferencia subjetiva por la estructura cíclica sobre la estructura jerárquica en mapas conceptuales.	Teoría de la Educación de Novak.	* Estudio 1: 112 estudiantes de grado. * Estudio 2: 72 estudiantes de grado.	* Estudio 1: los estudiantes entraron con conceptos y palabras de conexión en 3 tipos diferentes de estructura de mapas conceptuales (cíclico, jerárquico en forma de árbol y jerárquico con conexión cruzada). Para cada una de las estructuras, se testó la condición cuantificada y no-cuantificada. * Estudio 2: los sujetos seleccionaron el mapa más interesante entre los presentados y explicaron su elección.	* Estudio 1: la cuantificación del concepto inicial no aumenta el número de proposiciones dinámicas en la estructura cíclica o en ambas formas de estructura jerárquica. La estructura cíclica estimula la construcción de proposiciones más dinámicas que ambas estructuras jerárquicas. * Estudio 2: hubo una fuerte preferencia subjetiva por el prototipo de estructura cíclica sobre la estructura jerárquica.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	PATRY, J.; BOURGEOYS, M. (2004). Effects of short term training in concept-mapping on the development of metacognition. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Canadá	Física	Verificar cuáles son los efectos de un entrenamiento de corta duración para la elaboración de mapas conceptuales en el desarrollo de la metacognición.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Psicología Cognitiva.	Estudiantes de Ciencias Físicas del 10º grado: 6 en el grupo experimental y 8 en el grupo control.	* Se ofreció un entrenamiento en mapas conceptuales al grupo experimental. * La introducción fue seguida de 5 sesiones de 45 minutos de exposición durante 4 meses de clases prácticas con construcción de mapas conceptuales y uso de progresiva devolución de los mapas conceptuales al final de cada segmento (4 veces). Dos meses después del final del tratamiento, en ambos grupos fueron administrados postests.	* Los resultados no demostraron que el entrenamiento de corta duración en la elaboración de mapas conceptuales afecta al alumno de modo perceptible. La metacognición, la consciencia y control del propio proceso cognitivo, es, de hecho, un “trabajo en progreso” el cual se desarrolla a lo largo de los años mientras el alumno va madurando. La elaboración de mapas conceptuales le ayuda a aprender a aprender, a organizar y sintetizar su conocimiento. * El presente estudio mostró que no hay “solución rápida”. El alumno, el cerebro, debe tomar tiempo y practicar para desarrollar sus competencias.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	CAÑAS, A.J.; CARVALHO, M.; ARGUEDAS, M.; LEAKE, D.B.; MAGUITMAN, A.; REICHERZER, T. (2004). Mining the web to suggest concepts during concept map construction. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Estados Unidos	No específica	<p>* Relatar la usabilidad del módulo <i>sugestión de concepto</i>, parte de la versión 4 del <i>CmapTools</i>, la cual automáticamente analiza un mapa conceptual en construcción, extrae informaciones de éste, proactivamente busca en internet conceptos que pueden ser relevantes para el contexto del mapa y presenta al usuario una lista de conceptos como sugerencia para una posible inclusión en el mapa.</p> <p>* Determinar, a través de un procedimiento experimental, la proporción de usuarios que considerarían útiles las sugerencias durante el proceso de construcción del mapa conceptual.</p>	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	14 participantes.	<p>* El proceso de preparación de la lista de conceptos consiste en: a) analizar el mapa conceptual parcial y preparar una pregunta relevante para usar en la búsqueda realizada en la web; b) recuperar documentos relevantes de la web; c) extraer conceptos relevantes de las páginas recuperadas de la web y d) presentar los conceptos a los usuarios.</p> <p>* La evaluación experimental se basó en una clasificación realizada por personas sobre la relevancia de los conceptos proactivamente sugeridos durante la construcción del mapa conceptual. Se propuso un tema simple para todos los sujetos, los cuales tenían que construir un mapa conceptual sobre "ordenadores" con por lo menos 20 conceptos relacionados. Durante la construcción del mapa, la herramienta de sugestión de conceptos proactivamente sugería conceptos. Los usuarios pidieron sugerencias por lo menos 5 veces durante la construcción de cada mapa. Cuando el mapa alcanzaba 20 conceptos, la experiencia era interrumpida.</p>	<p>* Los resultados mostraron que el algoritmo de sugestión es realmente efectivo en los estadios iniciales de construcción de un mapa conceptual.</p> <p>* Sin embargo, se observó que, en la medida en que el mapa conceptual crece, el algoritmo es menos efectivo en encontrar términos relevantes.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	BERIONNI, A.; BALDONI, M.O. (2004). The words of science: the construction of science knowledge using concept maps in Italian primary school. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Italia.	Ciencias.	Relatar una experiencia desarrollada en una escuela primaria italiana con niños de 6 a 11 años. La experiencia es sobre el uso de mapas conceptuales en relación al proyecto de ciencias <i>The words of science.</i>	Teoría de la Educación de Novak.	Niños con edades entre 6 y 11 años (no cita cuántos).	Un pequeño grupo de niños del primer año (6 años) utilizó mapas conceptuales y gradualmente aprendió a aplicarlos en otros nuevos campos del conocimiento y experiencias. El grupo del tercer año (8 años) aprendió a usar los mapas conceptuales. Cada grupo leyó cuidadosamente lo que anotó durante una experiencia de laboratorio sobre el ciclo vital de las plantas, apuntó las palabras que supuestamente eran significativas y las anotó en <i>Post-it</i> . Al final, los niños organizaron los <i>Post-it</i> en el espacio de una cartulina para conseguir establecer relaciones entre los conceptos.	* Las respuestas mostraron que los niños, a través del uso sistemático de los mapas conceptuales, no solamente desarrollan competencias cognitivas, sino también competencias metacognitivas en pensar sobre pensar y testar su grado de conocimiento. * Competencias cognitivas y metacognitivas, adquiridas en contextos motivacionales y significativos, son el punto de partida para el desarrollo de la más importante competencia de todas que es <i>aprender a aprender.</i>
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	SERRADÓ, A.; CARDEÑOSO, J.M.; AZCÁRATE, P. (2004). Los mapas conceptuales y el desarrollo profesional del docente. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	España	Matemáticas	Presentar los mapas conceptuales como instrumento que facilita la evaluación diagnóstica de los obstáculos surgidos durante el proceso de enseñanza y aprendizaje del conocimiento matemático.	Teoría de la Educación de Novak.	Alumnos de 4º curso de la Educación Secundaria Obligatoria (16 años) y profesores (no cita cuántos).	Análisis de las particularidades de cada uno de los conceptos introducidos en los mapas conceptuales elaborados por los alumnos para favorecer la reflexión sobre tres tipos de obstáculos: epistemológicos, ontológicos y didácticos.	A partir de la perspectiva de la regulación del proceso de enseñanza-aprendizaje, los mapas conceptuales son una fuente de información sobre los obstáculos didácticos que surgen durante el desarrollo del mismo. La superación de estos obstáculos demanda una reflexión sobre las necesidades de cambio en los procesos de enseñanza y aprendizaje propuestos, y en la misma práctica educativa.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	CAÑAS, A.J.; HILL, G.; CARFF, R.; SURI, N.; LOTT, J.; GÓMEZ, G.; ESKRIDGE, T.C.; ARROYO, M.; CARVAJAL, R. (2004). <i>CmapTools: a knowledge modeling and sharing environment. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping.</i> Pamplona.	Estados Unidos	No cita	Describir el <i>CmapTools</i> , un kit software de aplicación cliente/servidor, desarrollado en el <i>Institute for Human and Machine Cognition (IHMC)</i> diseñado para dar soporte a la construcción de mapas conceptuales por parte de usuarios de todas las edades y para permitir la colaboración y coparticipación durante el proceso.	Teoría de la Educación de Novak.	Investigadores del IHMC.	El <i>CmapTools</i> fue desarrollado con objetivos-clave en mente: a) <i>bajo umbral, alto techo</i> : combinar un sistema que puede ser aprendido en pocos minutos con un ambiente que soporta la construcción de complejos mapas conceptuales por especialistas; b) <i>soporte extensivo para la construcción de modelos de conocimiento</i> : proveer un ambiente que soporte el desarrollo de modelos de conocimiento sin limitaciones sobre dónde van a residir los recursos y los mapas; c) <i>soporte extensivo para colaboración y coparticipación</i> : desarrollar un ambiente donde usuarios de todas las edades y dominios pueden colaborar y compartir sus esfuerzos de construcción de conocimiento; d) <i>arquitectura modular</i> : estructura donde componentes pueden ser adicionados o removidos de acuerdo con la necesidad.	* Se dio énfasis a la implementación de un software que fuese fácil de aprender y, al mismo tiempo, lo suficientemente poderoso como para soportar un uso avanzado. * Las herramientas basadas en multimedia que permiten la construcción de mapas conceptuales y fuerte soporte para colaboración son componentes del conjunto de herramientas.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	CÁLAD, M.H. (2004). Experiencia con el uso de mapas conceptuales como estrategia de enseñanza en un curso de ingeniería del conocimiento. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Colombia	Ingeniería	Aplicar los mapas conceptuales no solamente como técnica de representación del conocimiento sino como estrategia pedagógica para la enseñanza de principios básicos de la Ingeniería del Conocimiento.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Psicología Cognitiva.	43 estudiantes del curso de Ingeniería de Sistemas.	Los mapas conceptuales fueron utilizados en la asignatura Ingeniería del Conocimiento como: a) organizador previo; b) técnica de representación; c) técnica de representación de un conocimiento nuevo; d) estrategia de evaluación; e) herramienta para aprender mapas conceptuales y f) técnica para reflejar un conocimiento nuevo.	El uso de mapas conceptuales en clase genera múltiples ventajas desde que la estrategia de representación sea manejada apropiadamente. Aunque la herramienta informática para representar mapas sea excelente y fácil de manejar, es importante entrenar primero la construcción de los mapas antes de empezar la utilización de la herramienta, pues de esa manera se valora más el entrenamiento apropiado de la técnica de los mapas y el manejo correcto del conocimiento del dominio.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	FLORES, R.P. (2004). Mapas conceituais: elementos fundamentais para a intervenção. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	México	Matemáticas	Describir el papel fundamental de los mapas conceptuales en el programa de intervención "Sistema Mediado de Aprendizaje" (SAM), desarrollado en México para el aprendizaje del cálculo en nivel universitario. Además de los mapas conceptuales elaborados por el profesor y alumnos, el programa tiene como objetivos el desarrollo del raciocinio lógico y la orientación espacial.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Teoría de la Mediación de Vygostky. Teoría del Desarrollo Cognitivo de Piaget. Teoría de Bruner.	Alumnos y profesores del SAM (no cita cuántos).	Los alumnos fueron divididos en dos grupos: uno de control y uno experimental. Fue realizado un pretest con los dos grupos. El programa de intervención fue aplicado al grupo experimental. Al final del programa, ambos grupos realizaron un postest con el fin de verificar si hubo un aumento significativo en la inteligencia general de los alumnos del grupo experimental en comparación con el grupo control.	El programa de intervención aplicado a la asignatura de Cálculo I desarrolla capacidades y destrezas tal como se observó en la aplicación de los tests. Se entiende que el programa SAM mejora el aprendizaje de los contenidos.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	AFAMASAGA-FUATA'I, K. (2004). Concept maps & vee diagrams as tools for learning new mathematics topics. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Australia	Matemáticas	Relatar parte de un curso de estudios sobre mapas conceptuales y diagramas uve conducidos como parte de un curso de investigación en la Universidad Nacional de Samoa.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	6 estudiantes de grado	El estudio fue conducido como un experimento didáctico exploratorio usando mapas conceptuales y diagramas uve. Los estudiantes participaron en un proceso de presentación – revisión – crítica – presentación (por lo menos 3 interacciones). El análisis de los mapas conceptuales fue realizado a través de la puntuación de Novak modificada y los diagramas uve fueron analizados cualitativamente en los términos de criterios generales y específicos.	<p>* Los mapas conceptuales progresivos y los diagramas uve de los alumnos mostraron mejora a lo largo del tiempo como consecuencia de las presentaciones de los grupos, trabajos individuales, críticas por parejas y consultas uno a uno.</p> <p>* Los diagramas uve mostraron crecimiento en la correspondencia entre métodos de solución de problemas y principios enumerados y optimización de la integridad conceptual de los principios identificados. El aumento de la complejidad estructural y conceptual reflejó el crecimiento en la extensión y profundidad de la comprensión de los estudiantes a respecto de los links entre principios teóricos y métodos de solución de problemas.</p> <p>* El valor más enaltecido por los estudiantes fue la autorrealización que la construcción de los mapas y diagramas requieren y demandan un entendimiento más profundo de las interconexiones que simplemente saber cuáles son los principales conceptos y fórmulas.</p> <p>* Los estudiantes percibieron que la comunicación de su entendimiento es más efectiva si se realiza de manera jerárquica.</p>
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	NATIVIDAD IRAIZO, C.P.; HUARTE, J.M. (2004). Los mapas conceptuales como agentes facilitadores del desarrollo de la inteligencia en alumnos de enseñanza primaria. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	España	Matemáticas	Evaluar la influencia que la construcción de mapas conceptuales, considerados como instrumentos de evaluación, enseñanza y aprendizaje, tiene en el desarrollo del aprendizaje significativo frente al aprendizaje mecánico y valorar el desarrollo de la inteligencia experimentado por alumnos y medido por una batería de actitudes diferenciales y generales.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	43 alumnos del tercer ciclo de la Enseñanza Primaria (entre 10 y 12 años).	El análisis de la evolución de los mapas conceptuales construidos por los alumnos tuvo lugar en tres fases: inicial individual; final individual y compartidos en grupos a través de muestras de los alumnos sobre lo que aprendieron significativamente.	Los resultados obtenidos a través de la aplicación de la batería de actitudes diferenciales y generales mostraron que hubo un incremento en la inteligencia puesto en evidencia por la evolución del cociente de inteligencia (QI) y de la llamada inteligencia fluida.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DUTRA, I.; FAGUNDES, L.; CAÑAS, A.J. (2004). Un enfoque constructivista para uso de mapas conceptuales en educación a distancia de profesores. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Brasil y Estados Unidos	Informática Educativa	Ofrecer una contribución de herramientas y métodos para cursos a distancia de formación de profesores que favorezcan el conocimiento sobre el proceso de aprendizaje humano.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Teoría del Desarrollo Cognitivo de Piaget.	Grupos de 15 profesores en formación y un docente del Laboratorio de Estudios Cognitivos de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul. (No cita cuántos grupos)	Construcción de mapas conceptuales en pequeños grupos que expresasen el conocimiento de los profesores sobre un asunto escogido por ellos. Los mapas conceptuales fueron publicados en un <i>webfolio</i> en el servidor. Cada profesor debería analizar, preguntar y proponer modificaciones en los mapas de los compañeros usando un fórum de discusión. Los profesores elaboraron 3 versiones de los mapas.	La investigación apunta para la construcción de un segundo nivel de análisis de los mapas conceptuales en el cual se busca conocer las implicaciones que el cambio de las frases de conexión provoca en el sistema de significados representado. Con esos resultados, la colaboración entre los grupos de investigación puede pasar a un nuevo nivel, donde una aproximación innovadora a través de los mapas conceptuales puede contribuir con el desarrollo de nuevas herramientas que ayuden los usuarios a evaluar los mapas y planificar intervenciones.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	COSTA JR., J.V.; ROCHA, F.E.L.; FAVERO, E.L. (2004). Linking phrases in concept maps: a study on the nature of inclusivity. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Brasil	Ciencias	Presentar una estrategia para minimizar la imprecisión de las frases de conexión analizando la naturaleza de la inclusión de las jerarquías de conceptos en mapas conceptuales.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	Los propios autores.	La propuesta de evaluación a través de mapas conceptuales supone el uso del dominio de las ontologías y máquina de aprendizaje vía algoritmos genéticos. En el CMTTool las ontologías son mecanismos que almacenan conocimiento en la forma de conceptos y relaciones binarias entre ellos. Ellos también almacenan la gramática inclusiva descrita en el artículo, la cual usa algoritmos genéticos para analizar y determinar el significado de las relaciones binarias genéricas.	La primera versión de la gramática está siendo convertida para Java.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
I. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	GOUVEIA, V.; VALADARES, J. (2004). Concept maps and the didactic role of assessment. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Portugal	Química	Presentar ejemplos que muestren cómo los mapas conceptuales pueden ser útiles en evaluaciones que busquen no sólo verificar lo que el alumno adquirió en términos de conocimiento que es parte de los objetivos predefinidos, sino también para encontrar lo que el alumno sabe, entiende o es capaz para alcanzar conquistas por sí solo.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	Estudiantes del octavo y décimo curso de la educación formal (análisis de dos mapas de alumnos).	Análisis cualitativo, basado en los criterios descritos por los autores, de los mapas para: a) detectar deficiencias de los profesores; b) verificar el progreso significativo de los alumnos en la comprensión del asunto ácido-base (en ese caso se comparó un grupo experimental con un grupo control); c) verificar el aumento de las interacciones interpersonales en clase.	* Los alumnos que trabajaron con mapas conceptuales desarrollaron un mayor conocimiento sobre el tema ácido-base. * Los mapas conceptuales permitieron que los profesores planificaran la enseñanza de acuerdo con las necesidades de los alumnos. * Al crear mapas, los alumnos se hicieron gradualmente más conscientes de los cambios ocurridos en sus procesos de pensamiento. * Las opiniones divergentes de los alumnos mientras construían mapas conceptuales les ayudaron a percibir la importancia del intercambio de ideas, de la conquista del crecimiento personal y de equipo y de las actitudes positivas en relación al respeto a los diferentes puntos de vista, tolerancia y de la comprensión sobre la importancia del diálogo.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	HEINZE-FRY, J. (2004). Applications of concept mapping to undergraduate general education science courses. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Estados Unidos	Ciencias	Describir el uso de los mapas conceptuales como principal estrategia de instrucción utilizada en la promoción del desarrollo de la estructura cognitiva.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Constructivismo	Aproximadamente 500 estudiantes de cursos de grado en Ciencias.	En el primer semestre, los mapas conceptuales fueron utilizados como organizadores avanzados para las clases y como polígrafos y los estudiantes crearon mapas como evento culminante del semestre. En los semestres siguientes los alumnos usaron mapas conceptuales individualmente y en grupos como representaciones de sus pensamientos sobre secciones del curso y como forma de ver la estructura conceptual antes y después del curso y como organizadores para un <i>web site</i> creado por los propios estudiantes. Fueron analizados aproximadamente 2800 mapas conceptuales.	* El uso de los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje fue facilitado por profesores y alumnos realmente interesados en clarificar y comunicar su pensamiento. Algunos alumnos incluso comentaron: “¿Por qué nunca nos enseñaron a usar eso antes?” * Restricciones e inquietudes fueron expresadas por alumnos y profesores. Los alumnos se quejaron del tiempo necesario para crear los mapas, de la “confusión tipo espagueti” de algunos mapas en función de muchas relaciones sobrepuestas, de la carga visual de mapas con muchos conceptos y la preferencia por un pensamiento secuencial. Los profesores expresaron inquietud a respecto de la variedad de estrategias apropiadas de enseñanza/aprendizaje. Para ellos, el uso del <i>software Inspiration</i> en pequeños grupos parecía amenizar ese problema. * Mientras los mapas conceptuales presentados por el instructor durante las clases y los producidos individualmente por los estudiantes se mostraron herramientas efectivas, las aplicaciones más innovadoras que surgieron de ese Estudio fueron: (1) la elaboración de mapas conceptuales en pequeños grupos y la presentación en clase; (2) los mapas conceptuales como evento culminante y (3) el mapa conceptual en los proyectos e investigaciones de los alumnos en un <i>web site</i> de la clase.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	YOVAL, P.G.; MARINA, S.H.; SANDOVAL, E.C.; DEL VALLE, L.G. MARTÍNEZ, C.V. (2004). Valoración cuantitativa para evaluar mapas conceptuales. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	México	Biología	Presentar la metodología de análisis bidimensional o Prueba de Asociación Olmstead-Tukey como una herramienta diagnóstica y de evaluación en el manejo de conceptos del tipo grupal.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	221 alumnos de la asignatura de Biología IV del 5° año de un Curso Técnico de Nivel Secundario.	Los alumnos confeccionaron mapas conceptuales a partir de 20 conceptos dados. El análisis se centró en diferentes conceptos relacionados con Biología, habiendo asociaciones con la Prueba Olmstead-Tukey y corroboradas por la prueba estadística de chi cuadrado.	La aplicación de esta prueba en otros grupos permitirá verificar la confiabilidad de la prueba, para en el futuro diseñar un <i>software</i> que permita facilitar la interpretación de los mapas conceptuales de grupos numerosos de alumnos.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	ÅHLBERG, M. (2004). Concept mapping for sustainable development. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Finlandia	Biología	Describir el uso de los mapas conceptuales en un curso avanzado con el foco en el profesor como investigador y desarrollador de su propio trabajo y sus precondiciones. Describir cómo los relatos de los estudiantes y, en particular, sus mapas conceptuales pueden ser usados como datos para responder la pregunta de investigación “¿Qué tipo de actividades fueron realizadas en el sentido de promover el desarrollo sustentable en pequeñas escuelas rurales entre 1992 y 2003?”.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Alumnos del tercer semestre de un curso universitario de formación de profesores (no cita cuántos).	Los alumnos elaboraron mapas conceptuales mostrando cómo el desarrollo sustentable fue promovido en sus escuelas de práctica.	Los resultados mostraron claramente que, por lo menos de acuerdo con las observaciones de los alumnos universitarios, las escuelas rurales de Finlandia usan más tiempo y energía para promover actualmente el desarrollo sustentable que anteriormente.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	ROCHA, F.E.L.; COSTA JR., J.V.; FAVERO, E.L. (2004). A new approach to meaningful learning assessment using concept maps: ontologies and genetic algorithms. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Brasil	Biología	Presentar el sistema de evaluación del aprendizaje CMTool, basado: (a) en la ontología dominante que almacena conceptos, relaciones binarias, palabras de conexión y la función que mide la distancia semántica entre conceptos, proposiciones y mapas conceptuales; (b) en un algoritmo genético que, basado en datos ontológicos, genera colecciones de mapas conceptuales para la realización de la evaluación y (c) en un asesor que usa el espacio de búsqueda generado por el algoritmo genético y la ontología para detectar evidencias de aprendizaje en los mapas conceptuales de los alumnos.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	Los propios autores.	Los autores presentaron una descripción general de la herramienta CMTool y presentaron ejemplos de evaluación de un mapa conceptual simple.	La propuesta de evaluación de los mapas conceptuales implica el uso de ontologías y aprendizaje de máquina (a través de algoritmos genéticos). Las ontologías pueden describir los dominios del conocimiento, pero no los tipos de aprendizaje significativo. Por otro lado, los operadores genealógicos en un algoritmo genético son capaces de, basados en una ontología, simular la construcción de las situaciones de aprendizaje conocidas como diferenciación progresiva y reconciliación integradora. Adicionalmente, el componente de evaluación, usando una función almacenada en la ontología, puede medir la distancia semántica entre mapas conceptuales. Esto es importante porque el ambiente puede presentar situaciones de aprendizaje alternativas, así como, enfatizar posibles concepciones alternativas.
5. Mapas conceptuales como herramienta de investigación	DALEY, B.J. (2004). Using concept maps in qualitative research. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Estados Unidos	Educación	Presentar ejemplos de cómo los mapas conceptuales pueden ser usados en estudios cualitativos.	Teoría de la Educación de Novak.	No cita, sólo presenta ejemplos de mapas conceptuales.	Fueron presentados ejemplos de mapas conceptuales utilizados para: (a) estructurar o planificar proyectos de investigación; (b) reducir datos de investigación de manera significativa; (c) explotar y analizar temas en la investigación cualitativa, a través de las conexiones entre conceptos; (d) ayudar en la creación de categorías o sistemas de categorización en investigación cualitativa y (e) presentar los resultados de una investigación cualitativa.	* La principal ventaja de utilizar mapas conceptuales en la investigación cualitativa es que pueden ser aplicados en múltiples estudios y con varios tipos de datos. * A pesar de la desventaja de la complejidad, los mapas conceptuales pueden servir como importante avance en la investigación cualitativa y análisis de datos.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación 5. Mapas conceptuales como herramienta de investigación	COFFEY, J.W.; ESKRIDGE, T.C.; SANCHEZ, D.P. (2004). A case study in knowledge elicitation for institutional memory preservation using concept maps. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Estados Unidos	Física	Describir un estudio piloto sobre la obtención del conocimiento para la preservación de la memoria institucional en la industria de energía nuclear a través de mapas conceptuales.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	3 especialistas en energía nuclear.	El trabajo se basó en una variedad de representaciones en mapas conceptuales: mapas conceptuales tradicionales conforme descritos por Novak (1984), mapas del proceso con links para documentos que dan soporte al resultado del proceso y mapas de la actividad que capturan y aclaran las actividades a las que se dedican los expertos.	El trabajo apunta para un aspecto de la retención de conocimiento basada en mapas conceptuales parece facilitar fuertemente: la evaluación del conocimiento y de habilidades necesarias para dar realizar un determinado trabajo y la evaluación de las actividades basadas en esos conocimientos y actividades.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	FREEMAN, L.A. (2004). The power and benefits of concept mapping: measuring use, usefulness, ease of use, and satisfaction. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Estados Unidos	Administración	Verificar: a) cuáles son los efectos del uso de los mapas conceptuales al permitir una comprensión compartida, incluyendo afecto, equilibrio de esfuerzos y participación de los clientes; b) a través de qué medios los mapas conceptuales alcanzan esos beneficios y c) de qué formas perciben los usuarios el mapa conceptual y cómo el mapa conceptual afecta a la comunicación.	Teoría de la Educación de Novak.	Estudiantes avanzados de un curso de Administración de Empresas.	Los alumnos fueron divididos en grupos: uno utilizó mapas conceptuales durante la sesión de comunicación y el otro no utilizó mapas conceptuales.	* El estudio demostró que los mapas conceptuales son una buena herramienta de comunicación y ambas partes los consideraron benéficos, fáciles de usar y útiles. Esos beneficios fueron verificados tanto cuantitativa como cualitativamente. * Como limitaciones del estudio se destacaron: a) el escenario, que aunque no haya sido una situación real de negociación, fue realista; b) el uso solamente de estudiantes como sujetos de investigación (elección hecha para garantizar la homogeneidad de la muestra).
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	ENGEL, C.A.; EBRON, P.A. (2004). Mapping key concepts in cultural anthropology. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Estados Unidos	Antropología	Describir una experiencia de explotación de alternativas para explicar teoría social en un curso de grado en Antropología Social y Cultural.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	Alumnos de grado en una asignatura de Antropología Cultural (no cita cuántos).	* Alumnos, en grupos de 3 ó 4, elaboraron un mapa de palabras-clave colectivo en la pizarra. * El software <i>CmapTools</i> fue usado para introducir la idea de mapa conceptual, complementado por una aplicación de hiperglosario.	* La técnica de iniciar el trabajo a través de una colección de palabras-clave más informalmente ayudó a incluir más alumnos en las actividades de clase. * Los mapas conceptuales producidos en clase no necesariamente tenían una estructura jerárquica, pero son coherentes con la teoría de aprendizaje en la cual el aprendizaje tiene lugar por asimilación de nuevos conceptos y proposiciones en la estructura cognitiva existente. Sin embargo, por cuestiones de consistencia, es más apropiado aplicar el término "mapas de temas" en lugar de mapas conceptuales.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	RAMÍREZ DE M., M.; SANABRIA, I. (2004). El mapa conceptual como elemento fundamental en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Física a nivel universitario. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Venezuela	Física	Describir una estrategia general de trabajo que permita incorporar los mapas conceptuales al proceso de enseñanza- aprendizaje de la Física de manera que los alumnos puedan comprender más fácilmente la materia y utilizar esa herramienta para la construcción de su propio conocimiento.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Aproximada- mente 1260 alumnos universitarios de la asignatura Física I distribuidos en clases de 180 alumnos a lo largo de 7 períodos.	1ª etapa: diseño de la estrategia de uso de los mapas conceptuales y prueba en pequeños grupos. 2ª etapa: incorporación de los mapas conceptuales a la metodología central de trabajo a través de cursos y de la producción de materiales educativos. Los mapas conceptuales fueron utilizados de diferentes maneras: a) introducción a los mapas conceptuales; b) uso de los mapas conceptuales como organizador previo para organizar y desarrollar un tema; c) uso de los mapas conceptuales para hacer la síntesis de una explicación; d) uso de los mapas conceptuales para integrar conceptos vistos; e) construcción de mapas conceptuales a partir de un texto escrito.	* Se concluye que, a pesar de las dificultades con grupos de 45 alumnos para construir individualmente mapas conceptuales, son valiosos para mejorar la comprensión y facilitar la construcción de su propio conocimiento, en la medida en que el alumno, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tenga la oportunidad de usarlos, analizarlos, cuestionarlos o mejorarlos. * Algunos alumnos aprenden a hacer mapas para construir su conocimiento, pero generalmente los prefieren para organizar y comprender la información. * Los profesores usan los mapas conceptuales mayoritariamente como organizadores del conocimiento.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	RUIZ-PRIMO, M.A. (2004). Examining concept maps as an assessment tool. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Estados Unidos	No explícita.	Describir los mapas conceptuales como estrategia de evaluación para medir un aspecto de la conquista: la organización del conocimiento declarativo en un dominio.	Teoría de la Educación de Novak. Cita varios trabajos anteriores de Ruiz-Primo.	Revisión de la literatura de la propia autora.	La autora presenta un resumen de sus trabajos anteriores.	* Existe potencial de uso de los mapas conceptuales como instrumento de evaluación, por lo menos desde la perspectiva de calidad técnica. * Quedan algunas cuestiones a ser estudiadas como: a) la cantidad de conceptos necesarios para medir la estructura de conocimiento del alumno; b) en qué medida son estables las puntuaciones de mapas conceptuales y c) en qué medida son permutables las técnicas de construcción de mapas conceptuales que usan diferentes modos (papel y lápiz x ordenador).

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
<p>1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación 5. Mapas conceptuales como herramienta de investigación</p>	<p>IULI, R.J.; HELLDÉN, G. (2004). Using concept maps as a research tool in science education research. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.</p>	<p>Estados Unidos y Suecia</p>	<p>Biología</p>	<p>Describir el uso de los mapas conceptuales en cuatro estudios de investigación.</p>	<p>Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.</p>	<p>1° estudio: 24 alumnos con edades entre 9 y 15 años. 2° estudio: estudiantes con edades entre 7 y 16 años (no cita cuántos). 3° estudio: un equipo de científicos (no cita cuántos) 4° estudio: 10 estudiantes de grado.</p>	<p>1° estudio: los mapas conceptuales fueron usados como herramienta para analizar datos de entrevistas sobre el entendimiento de los alumnos sobre procesos ecológicos durante un período de 6 años. 2° estudio: los mapas conceptuales fueron utilizados para comparar el entendimiento individual de los estudiantes sobre las transformaciones de la materia con el entendimiento compartido de los estudiantes. 3° estudio: los mapas conceptuales fueron usados como herramienta de investigación por un equipo de científicos. 4° estudio: los mapas conceptuales fueron usados para investigar el desarrollo de la comprensión conceptual de los estudiantes sobre medio-ambiente basada en problemas en facultades y universidades americanas.</p>	<p>1° estudio: los mapas conceptuales fueron usados para analizar datos de entrevista a lo largo de un período de 6 años. 2° estudio: la comparación de los mapas conceptuales individuales y colectivos mostró que los estudiantes presentaron dificultad para diferenciar los conceptos de materia y energía. 3° estudio: los mapas conceptuales ayudaron al equipo de investigadores a construir un plan global de sus esfuerzos en la investigación; también ayudaron algunos miembros del equipo a identificar preguntas de investigación que guiaron sus proyectos de investigación individuales. 4° estudio: los mapas conceptuales construidos individualmente antes y después de las entrevistas de instrucción fueron comparados en función del crecimiento en calidad y cantidad de comprensión. También fueron comparados con los mapas del cuerpo docente para verificar la exactitud y profundidad de la comprensión.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
4. Revisión	TAMAYO, M.F.A. (2004). El mapa conceptual: un texto a interpretar. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	México	Psicología Cognitiva	Fundamentar algunos ejes generales para el estudio de los mapas conceptuales como texto.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin. Psicología cognitiva.	No cita.	El artículo pretendía presentar el mapa conceptual como un sistema de representación que pueda ser utilizado para comunicar y representar conocimiento y que su estructura proposicional, junto con el uso de símbolos culturales, permita darle una estructura que lo dote de sentido y lo configure como texto.	<ul style="list-style-type: none"> * Un mapa conceptual que es realizado para ser presentado a otra persona deberá tener mayor consistencia en las convenciones de técnica, claridad y aspecto gráfico, lo que le dará “legibilidad” y “presentabilidad” de la obra del autor. * Leer un mapa conceptual como <i>lector</i> y no como profesor o investigador altera la experiencia de la misma lectura. * Una forma de convertir el mapa conceptual en texto es imprimirlo y publicarlo. De esa forma, el mapa conceptual queda disponible para una comunidad y sujeto a interpretación. * Otra forma de transformar el mapa conceptual en texto es mediante la acción del lector, que puede valerse de instrumentos metodológicos para establecer relaciones entre representaciones y textos para construir el mapa conceptual como texto a interpretar. * Una vez constituido el texto, el autor pierde el control de las interpretaciones que los otros puedan hacer sobre el texto.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	CONLON, T. (2004). ‘But is our concept map any good?’: classroom experiences with the reasonable fallible analyzer. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Reino Unido	Educación	Presentar una descripción sobre un <i>software</i> de análisis (<i>Reasonable Fallible Analyser – RFA</i>), desarrollado para generar resultados y pistas para mapas conceptuales de estudiantes comparándolos a mapas conceptuales de expertos.	No explícita. Cita algunos trabajos de Novak, Novak y Gowin, y Ruiz-Primo, entre otros.	40 estudiantes de la Enseñanza Secundaria con edades entre 14 y 16 años.	<p>Los alumnos, que ya hacían usualmente mapas conceptuales utilizando el <i>software Conception</i>, fueron estimulados a utilizar el <i>software RFA</i> para obtener feedback sobre sus mapas conceptuales.</p> <p>Los investigadores realizaron observaciones directas de las clases, registraron datos (histórico) del <i>software</i> y aplicaron un cuestionario a los estudiantes sobre el uso del <i>software</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * La investigación demostró que aun careciendo de mejoras, el <i>software RFA</i> enriqueció la experiencia de los alumnos con los mapas conceptuales. * A los alumnos les gusta argumentar con el ordenador, aceptan los resultados como justos, son receptivos a las pistas y son estimulados a revisar sus mapas para acomodar el <i>feedback</i> recibido. * El <i>RFA</i> posibilita una evaluación formativa de los mapas conceptuales de los alumnos sin imponer restricciones cuanto a la libertad de expresión y, en función de su flexibilidad en adaptarse a cada nuevo dominio meramente por la adición de un mapa de comparación, se pretende que esa tecnología asociada a la pedagogía represente una significativa contribución a la elaboración de mapas conceptuales.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	REYES, E.; BARBERÁ, D. (2004). Los mapas conceptuales como herramienta de aprendizaje organizacional: aproximación a un marco teórico y presentación de resultados parciales de un proyecto. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	España	Biomecánica Industrial	Presentar resultados preliminares de un proyecto de aprendizaje organizacional que emplea los mapas conceptuales y otros elementos de esa teoría, así como reflexiones teóricas sobre la posible integración de la Teoría del Aprendizaje Significativo en las diversas teorías de aprendizaje organizacional.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría del Aprendizaje Organizacional de Pawloswsky.	Funcionarios de la empresa Lafitt SA.	Primeramente, se identificaron las carencias de conocimiento. El paso siguiente consistió en identificar los expertos cuyo conocimiento pudiese resolver las carencias detectadas. Esos expertos elaboraron mapas conceptuales para ayudar a reorientar la formación de los supervisores comerciales. Cuando fue elaborado el artículo, aún faltaba implementar las fases de diseminación, integración y transformación del proyecto.	<p>* Los mapas conceptuales pueden ser una herramienta muy poderosa en el aprendizaje organizacional.</p> <p>* Si la herramienta funciona, como parece ser el caso de los mapas conceptuales, es de suponer que la Teoría del Aprendizaje Significativo puede ser adecuada al ámbito empresarial, aunque en algunas situaciones esa teoría parezca no adaptarse al marco conceptual resultado de las reflexiones que hasta ahora se encuentran en la literatura sobre aprendizaje organizacional.</p>
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	NOVAK, J.D. (2004). A science education research program that led to the development of the concept mapping tool and a new model for education. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona.	Estados Unidos	Ciencias	Describir un estudio de 12 años realizado por el autor y describir el desarrollo de la estrategia de elaboración de mapas conceptuales.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	Estudio de 12 años: 191 alumnos (inicialmente con 6 a 8 años)	<p>* Estudio de 12 años: a) desarrollo de un programa audio-tutorial para enseñanza de ciencias para niños de 6 a 8 años; b) instrucción; c) entrevistas.</p> <p>* Intervención de los mapas conceptuales: fueron concebidos inicialmente para simplificar la transcripción de las entrevistas. Después, se pedía que los propios alumnos elaborasen los mapas conceptuales para captar el estado inicial de conocimiento del alumno y para percibir los cambios en su estructura cognitiva.</p>	<p>* El uso de los mapas conceptuales construidos a partir de las entrevistas como fuente de información primaria posibilitó extraer proposiciones válidas e inválidas o nociones evidenciadas en los mapas conceptuales.</p> <p>* Los niños que recibieron instrucción presentaron menos concepciones alternativas a lo largo del período escolar que los niños no instruidos.</p> <p>* Los alumnos que son más constructivistas en su orientación epistemológica tienden a ser más receptivos, a utilizar estrategias de aprendizaje significativo, que los alumnos de orientación más positivista.</p> <p>*La tecnología audio-tutorial actualmente es obsoleta y hay más oportunidades para facilitar el aprendizaje significativo en ciencias o en otras áreas usando estrategias educacionales guiadas a partir de un ordenador y excelentes <i>softwares</i> para la elaboración de mapas conceptuales como el <i>CmapTools</i>, disponible gratuitamente para las escuelas por el <i>Institute for Human and Machine Cognition</i>.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	RENAULD, M.E.V. (2006). El empleo de los mapas conceptuales en la educación superior universitaria. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José.	Costa Rica	No explícita	Describir el uso de los mapas conceptuales en la educación superior universitaria en Costa Rica.	Teoría de la Educación de Novak.	Docentes, alumnos de grado y postgrado.	La autora presentó una descripción de cómo se usan los mapas: a) en cursos obligatorios de capacitación docente (Didáctica Universitaria); b) en asesorías pedagógicas; c) en cursos de grado y postgrado.	<p>* En los cursos obligatorios de capacitación docente el empleo de los mapas conceptuales no siempre es valorado por algunos docentes que consideran que no es necesario hacer representaciones exhaustivas de los temas de sus cursos.</p> <p>* En asesorías pedagógicas el empleo de los mapas conceptuales fue una vía para proponer modificaciones en el desarrollo de un curso, introducir temas y cambios metodológicos.</p> <p>* En el caso de los cursos de postgrado, se aprovecha mejor la técnica, en especial para representar la comprensión de lecturas, conferencias y clases.</p>
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	BEIRUTE, L. (2006). Reflexiones teóricas para la implementación de estrategias metodológicas que faciliten la construcción de mapas conceptuales “profundos”. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 503-510.	Costa Rica	No explícita	Ofrecer, a partir de una síntesis sobre las teorías que subyacen a los mapas conceptuales (constructivismo de Piaget y aprendizaje significativo de Ausubel), elementos que permitan la comprensión de los procesos lógicos del pensamiento y su relación con el diseño de diferentes tipos de mapas.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de Desarrollo Cognitivo de Piaget.	No cita.	Las etapas de construcción de un mapa conceptual parecen similares a la génesis del pensamiento infantil: a) pasa por un proceso de clasificación y formación de clases; b) avanza aplicando procesos de seriación; c) la presencia del esquema de reversibilidad le permite al niño la posibilidad de establecer relaciones de causa y efecto y de efecto y causa; d) el uso del lenguaje se hace posible gracias a la función simbólica.	<p>* El aprender a construir “mapas profundos” (mapas que expresen relaciones significativas) es producto de un proceso de pensamiento lógico.</p> <p>* El proceso contempla las etapas en la construcción de categorías: primero clasificaciones, luego seriaciones, después formación de clases, culminando con procesos de reversibilidad que facilitan la aparición de las relaciones cruzadas.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	GIOMBINI, L. (2006). Complex thought, conceptual maps and <i>CmapTools</i> . Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 95- 103.	Italia	Comunicación	Describir experiencias y prácticas (enseñanza basada en la narración, enseñanza con objetivos específicos usando mapas conceptuales y escritura hipertextual para comunicación y representación) para ayudar en el desarrollo del lenguaje en el cotidiano de la enseñanza, combinando competencia y metacognición con el fin de enseñar la mente a aprender y a usar la tecnología computacional e internet de formas más eficientes, gracias al <i>CmapTools</i> .	Teoría de la Mediación de Vygotsky.	Alumnos de preescolar y escolares con edades entre 2/3 a 13 años. No cita cuántos.	El proyecto contó con actividades relacionadas a las fases cruciales de aprendizaje del lenguaje: a) garabatos sin escritura, en el caso de los niños entre 3 y 5 años; b) la fase cuando el niño aprende a escribir y aprende contextualmente a usar procesadores de texto y el <i>software CmapTools</i> (entre 5 y 6 años); c) la adquisición de los principios y reglas de lenguaje (7 años) y d) el uso competente de la escritura en hipertexto (8 a 12 años).	Con base en la creencia de que la capacidad de lenguaje, un instrumento y producto de inteligencia específica de la especie, es la matriz de las interacciones sociales y de sistemas de símbolos (herramientas esenciales para comunicación y transmisión del conocimiento entre generaciones), el método educacional se situó en sus modalidades naturales de comunicación y representación de conocimiento y habilidades en utilizar mapas conceptuales y el <i>CmapTools</i> . Eso culminó en aprendizaje significativo para todos los alumnos, principalmente para los que presentaban problemas de lenguaje al ingresar en la escuela.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	TOIGO, A.M.; MOREIRA, M.A.; COSTA, S.S.C. (2010) Estudio comparativo sobre la construcción de mapas conceptuales en pequeños grupos e individualmente por alumnos de grado de las facultades de Educación Física y Fisioterapia en la disciplina de Biomecánica. . Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 230-238.	Brasil	Biomecánica	Investigar si hay diferencia estadísticamente significativa en el resultado de la evaluación de mapas conceptuales construidos en pequeños grupos o individualmente.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.	32 alumnos de las facultades de Educación Física y de Fisioterapia.	La evaluación de la asignatura fue concretada por medio de dos instrumentos: a) presentación de los mapas conceptuales construidos colectivamente y b) examen escrito individual. Los datos fueron sometidos a un test no paramétrico de Mann- Whitney.	Hay diferencia estadísticamente significativa en las calificaciones atribuidas a los mapas conceptuales en las dos situaciones, a favor de la construcción grupal. El mismo test hizo posible identificar el papel de cada variable de corrección de los diagramas: no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para las variables estructura, proposiciones y ejemplos; para las variables jerarquía, relaciones cruzadas y presentación, fueron encontradas diferencias estadísticamente significativas.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	ROJAS, M.A.R.; COLOMA, E. (2006). Mapas conceptuales en las aulas panameñas: aptitud para cambiar actitud. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 391-398.	Panamá	Ciencias	Destacar cómo el trabajo docente está directamente relacionado al alcance del éxito (es decir, en la forma como los estudiantes construyen su conocimiento) y describir la estrategia utilizada para trabajar con mapas conceptuales en una escuela panameña.	Teoría de la Educación de Novak.	18 alumnos del 6° año de la Enseñanza Primaria.	<p>* Introducción de los mapas conceptuales: a) se inició la construcción de mapas conceptuales a partir de una lluvia de ideas sobre temas cotidianos; b) los primeros mapas conceptuales fueron contruidos colectivamente en la pizarra; c) los mapas siguientes fueron contruidos en grupos grandes, en papel.</p> <p>* Uso de los mapas conceptuales como medio de aprender significativamente: a) la construcción se inició en grupos numerosos, hasta llegar a la construcción individual; b) después de una clase de un tema, los alumnos construían un mapa conceptual individualmente; c) los alumnos, en grupos, montaban un mapa colectivo a partir de los mapas individuales; d) los mapas eran discutidos en plenarias y e) los alumnos llegaban a un consenso sobre sus mapas.</p> <p>Los resultados obtenidos por esos alumnos fueron comparados a los de la clase del año anterior, que no utilizó mapas conceptuales.</p>	<p>* Los alumnos que trabajaron con mapas conceptuales en la asignatura de Ciencias Naturales obtuvieron resultados mejores que los alumnos de la clase del año anterior (que no utilizaron mapas conceptuales).</p> <p>* Es necesario realizar una investigación con más control para determinar cuál es el factor, incluyendo el uso de mapas conceptuales, que explica mejor los cambios observados; qué particularidades son del grupo y qué procesos se pueden reproducir.</p> <p>* Lo que es cierto es que dentro de todos los cambios realizados en la asignatura de Ciencias Naturales, los mapas conceptuales eran una de las innovaciones que no estaban presentes en las otras asignaturas.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
<p>2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica</p> <p>5. Mapas conceptuales como herramienta de investigación</p>	<p>MAGNTORN O.; HELLDÉN, G. (2006). Reading nature from a bottom-up perspective. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 485-493.</p>	<p>Suecia</p>	<p>Ecología</p>	<p>El principal objetivo del estudio fue seguir el desarrollo de la comprensión de los estudiantes sobre ecología. También fue objetivo del trabajo presentar un enfoque metodológico donde se muestran tipos de entrevistas semejantes a la construcción de mapas conceptuales.</p>	<p>Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.</p>	<p>23 alumnos de 3° y 4° años de la Enseñanza Primaria con edades entre 10 y 11 años.</p>	<p>* Se desarrolló un nuevo sistema de entrevista (<i>tray interview</i>) donde algunos alumnos hacen una especie de mapa conceptual conectando un determinado número de objetos en una amplia base (<i>tray</i>).</p> <p>* Se le solicitó a los alumnos que describiesen cada objeto y lo relacionasen a tantos objetos como fuera posible explicando cómo se relacionan.</p> <p>* Cada alumno fue entrevistado en el inicio, en medio y al final de la unidad de enseñanza.</p> <p>* Cada entrevista fue analizada por un investigador e interpretada como un mapa conceptual.</p>	<p>* En la primera entrevista, antes de la instrucción, la habilidad de los alumnos en leer la naturaleza era bastante limitada.</p> <p>* Antes de la segunda entrevista, los alumnos cogieron y estudiaron gambas de agua dulce y cogieron animales de río. Eso auxilió los alumnos a discutir el ecosistema en niveles taxonómico y autoecológico.</p> <p>* En la tercera entrevista los estudiantes hicieron experiencias con alimentación, modelos de cadena alimenticia y pirámide alimenticia relacionados a los animales encontrados en el río. La mayoría de los alumnos fue capaz de relacionar los organismos a sus hábitat y relacionarlos a factores abióticos como oxígeno y luz y hacer referencias al ecosistema como un todo.</p> <p>* Eventos memorables como actividades extra-clase experimentos desafiantes parecen importantes para la retención significativa del conocimiento, ya que los alumnos comúnmente los refieren cuando leen la naturaleza.</p> <p>* El tipo de entrevista propuesto en el estudio se mostró fructífero por extraer informaciones sobre el entendimiento de los estudiantes sobre el funcionamiento del ecosistema y sus relaciones parte-todo. La semejanza de la construcción de mapas conceptuales con el componente metacognitivo de las entrevistas es importante ya que los alumnos responden oralmente, eliminando la necesidad de la escritura, que algunas veces era muy cansado.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	MANCINELLI, C.(2006). Learning while having fun. Conceptualization itineraries in kindergarten children experiences with c-maps in an Italian school. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 343-350.	Italia	Ciencias	Presentar una descripción del proyecto piloto <i>The Words of Science</i> , aplicado en un jardín de infancia con niños de 4 a 6 años, basado en la observación directa y manipulación del objeto y uso de los lenguajes verbal, icónico, musical y cenestésico para describir propiedades de objetos y ambiente.	Teoría de la Educación de Novak. Teoría de Desarrollo Cognitivo de Piaget. Teoría de la Mediación de Vygostsky.	Niños del jardín de infancia con edades entre 4 y 6 años (no cita cuántos).	* La estrategia de enseñanza constó de las siguientes etapas: a) juego exploratorio (observación y descubrimiento); b) trabajo en grupo (mirar, encontrar y dibujar una planta); c) construcción de un mapa conceptual a partir del dibujo; d) relato de la experiencia de construir el mapa. * El profesor le preguntaba a los niños qué significaba para ellos construir un mapa conceptual.	Los niños no tienen la tendencia de compartir sus ideas con otros niños o seguir el grupo. Ellos prefieren trabajar solos porque el mapa conceptual es percibido como una secuencia de situaciones individuales, que expresa la peculiaridad del proceso de aprendizaje. Por otro lado, a los niños les gusta discutir y hablar sobre sus experiencias, tanto durante la implementación como después de la conclusión.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	KHARATMAL, M.; NAGARJUNA, G. (2006). A proposal to refine concept mapping for effective science learning. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 1-7.	India	Ciencias	Presentar una propuesta para refinar la elaboración de mapas conceptuales de forma que promueva un aprendizaje efectivo de las ciencias.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	Los propios investigadores	Los investigadores apuntaron problemas en el sistema de puntuación de Novak a través de la comparación de mapas conceptuales encontrados en la literatura con mapas reconstruidos por los propios investigadores.	* La mayor parte de los problemas puede ser resuelta centrándose en la elección del tipo correcto de palabras de conexión. * La propuesta de utilizar mapas conceptuales para fomentar el aprendizaje significativo no se alcanza cuando los mapas conceptuales resultantes son ambiguos y llevan a un entendimiento vago. * Al considerar que los expertos usan un menor número de tipos de relaciones, entonces, cuando se realiza un mapa conceptual en educación en ciencias, se debería de hacer un mayor esfuerzo para disciplinar la selección de los tipos correctos de relaciones. No parece inapropiado atribuir una nota mayor por la elección de un tipo correcto de relación mientras se construye un mapa. Si el uso cuidadoso de un tipo de relación es un buen índice de habilidad y reestructuración de conocimiento, cada tipo de relación válida debería recibir una nota mayor. * Tomando cuidado con los tipos apropiados de relaciones, el problema de la jerarquía también se resolvería.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	GOMEZ, G. (2006). An authoring concept mapping kit for the early childhood classroom. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 32-39.	Australia	No explícita	Presentar un kit de autoría de mapas conceptuales que permite que niños preescolares le den verbalmente significado a las representaciones simbólicas.	Teoría de la Educación de Novak.	9 niños de preescolar con edades entre 4 y 5 años.	El kit era desarrollado con materiales concretos como tiras de velcro o magnéticas, rotuladores, bolígrafos, lápices de colores, <i>post-it</i> magnéticos y un chip de grabación de voz. Para hacer explícito el conocimiento de los niños, éstos utilizaron el kit rotulando representaciones simbólicas con grabaciones de voz y mostraron la dirección de la lectura con flechas (hechas de símbolos magnéticos). Los símbolos rotulados ayudaron a distinguir conceptos de proposiciones, a identificar conceptos abstractos y cuáles las relaciones que se formaron entre conceptos usando frases de conexión.	<ul style="list-style-type: none"> * La experiencia con mapas conceptuales indicó que los niños fueron capaces de ocuparse con la representación, la organización y la manipulación conceptuales. * El kit fue planificado y testado y está pronto para ser aplicado en cualquier clase de preescolar. Ahora los niños pre-alfabetizadas pueden fácilmente accesar una herramienta que las haga poseedores de sus producciones en términos de explicitación de conocimiento. * Llamó la atención el alto nivel de participación de los niños en la tarea (en torno de 77,3 minutos).
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D.; MILLER, N.L.; RODRÍGUEZ, M.; CONCEPCIÓN, M.; SANTANA, C.; PEÑA, L. (2006). Confiabilidad de una taxonomía topológica para mapas conceptuales. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 153-161.	Estados Unidos y Panamá	Ciencias	Describir el proceso de validación de una taxonomía topológica para mapas conceptuales.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	26 evaluadores vinculados al proyecto <i>Conéctate al Conocimiento</i> .	Se realizó un estudio de confiabilidad, en el que 26 facilitadores evaluaron individualmente una muestra de 50 mapas conceptuales en cuanto a la taxonomía topológica.	<ul style="list-style-type: none"> * Los resultados del estudio sugirieron que la taxonomía topológica desarrollada por los autores tiene un nivel de confiabilidad de moderada a buena. * En función de las discrepancias entre evaluadores, las cuales parecen haber ocurrido principalmente por falta de práctica o de rigor en la aplicación de la herramienta, los autores creen que, con la experiencia, la taxonomía puede llegar a tener niveles de confiabilidad superiores a los observados en ese estudio.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	STODDART, T. (2006). Using concept maps to assess the science understanding and language production of English language learners. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 606-612.	Estados Unidos	Ciencias	Describir una forma de uso de los mapas conceptuales para evaluar la comprensión de conceptos de ciencias y producción en el lenguaje científico en alumnos de la Enseñanza Primaria que son estudiantes de lengua inglesa.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	200 alumnos mexicanos de 2° a 5° curso. Estudiantes de lengua inglesa.	* Se le aplicó a los alumnos un protocolo de mapas conceptuales que constaba de tres partes: a) introducción a los mapas conceptuales; b) se le dan a los alumnos los tres conceptos más amplios, que deberán hacer una lista de conceptos adicionales relacionados al tópico principal y c) producción de los mapas conceptuales de los alumnos a partir del banco de conceptos construido por ellos mismos. * El sistema de puntuación se basó en tres criterios de contenido en ciencias: a) número total de proposiciones; b) exactitud científica y c) profundidad de la explicación.	Los datos de los mapas conceptuales demostraron que hubo un significativo aumento en la comprensión científica de los estudiantes durante la escuela de verano. La proporción de conceptos científicamente adecuados que los estudiantes produjeron aumentó de 14% para 53% del pretest para el postest. Los estudiantes también mostraron un aumento significativo en su vocabulario científico y aumentaron su habilidad en usar tanto términos científicos comunes como términos científicos especializados en ciencias de la vida y de la tierra.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	CALDWELL, W.H.; AL-RUBAEE, F.; LIPKIN, L.L.; CALDWELL, D.F.; CAMPESE, M. (2006). Developing a concept mapping approach to mathematics achievement in middle school. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 170-176.	Estados Unidos	Matemáticas	Describir un proyecto de uso de los mapas conceptuales en la enseñanza de las Matemáticas en la enseñanza secundaria.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Tres profesores universitarios de la <i>University of North Florida</i> , dos profesores de la Enseñanza Secundaria y dos profesionales del Instituto de Educación de la <i>University of North Florida</i> .	El equipo formado por los profesores y profesionales primeramente realizó un entrenamiento extensivo en el uso del <i>CmapTools</i> y produjo mapas conceptuales de expertos para la asignatura de Álgebra I. Posteriormente, ofrecieron mini-cursos sobre el uso de los mapas conceptuales en la planificación; transferencia para las clases y evaluación. También se impartieron mini-cursos sobre el uso del <i>CmapTools</i> .	El propósito inicial de ese tipo de proyecto es tener impacto en el desempeño de los estudiantes en Matemáticas y animarlos a que se dediquen más a los cursos de matemáticas. El estudio aún no estaba concluido y los autores tenían como idea de continuidad, introducir los mapas conceptuales en las clases regulares.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
I. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	IULI, R.; HIMANGSHU, S. (2006). Conceptualizing pedagogical change: evaluating the effectiveness of the EPS model by using concept mapping to assess student conceptual change. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 136-143.	Estados Unidos	Ciencias	1) Examinar los métodos de enseñanza, cultura de clase y aprendizaje de los estudiantes en cursos de grado en Ciencias ofrecidos por el cuerpo docente del Proyecto de Workshops Regional, los cuales adaptaron una metodología de Resolución de Problemas del Medio Ambiente para enseñar en cursos de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. 2) Examinar cómo enfoques de enseñanza innovadores interactúan con las variables individuales y de clase para producir cambios en la comprensión conceptual de los estudiantes en ciencias.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.	79 estudiantes de cursos de grado en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, 59 especialistas en ciencias y 20 no-especialistas.	Se compararon observaciones realizadas en las clases de la didáctica con mapas conceptuales como estrategia de evaluación para estudiar el efecto de los métodos de enseñanza de los docentes en cursos de grado en Ciencias en el aprendizaje de los estudiantes. Se analizaron mapas conceptuales construidos individualmente para determinar si los estudiantes integraron nuevos conceptos científicos con los conceptos existentes y si hubo aumento en la profundidad de la comprensión conceptual.	La adaptación del modelo de Resolución de Problemas del Medio Ambiente se mostró efectiva en el aumento de la comprensión conceptual de los estudiantes, medida por los mapas conceptuales. El gran determinante de ese aumento a lo largo de un semestre fue el enfoque de auto información de los estudiantes para aprender y estudiar. Abordagens al aprendizaje, por otro lado, fueron indicativos de diferencias en la calidad de los mapas conceptuales. Concomitantemente, los mapas conceptuales de los estudiantes reflejaron aumento del contenido y profundidad a lo largo del semestre comparados a los mapas de los expertos. Los resultados también sugieren que los estilos de enseñar y el nivel de interacción entre los docentes y los alumnos están asociados al aumento de los estudiantes en profundidad de comprensión.
I. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	HUERTA, M.P. (2006). La evaluación de mapas conceptuales multidimensionales de matemáticas: aspectos metodológicos. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 319-326.	España	Matemáticas	Explotar la capacidad de los participantes en construir mapas conceptuales de matemáticas multidimensionales: a) cuando los signos a ser relacionados pertenecen a un nivel del sistema matemático de signos y b) cuando los signos a ser relacionados pertenecen a niveles diferentes.	Cita trabajos de Huerta, Ruiz Primo y otros. No explicita la base teórica.	16 estudiantes de Postgrado del curso de Aptitud Pedagógica en Matemáticas.	1) Los estudiantes elaboraron un mapa conceptual sobre probabilidad sin instrucción previa. 2) Los mapas fueron cuantificados. 3) Se les proporcionó un conjunto de 15 conceptos y fue elaborado un segundo mapa conceptual. 4) Sucesivamente se añadían más conceptos a cada nueva fase, de forma que los estudiantes deberían establecer conexiones con los conceptos ya existentes. 5) A cada fase los mapas conceptuales eran cuantificados.	La metodología propuesta de obtención de los mapas conceptuales de los participantes no solamente permite explotar un mapa conceptual en un determinado instante sino que también permite analizar la evolución de la representación de las estructuras cognitivas mediante un curso de mapas conceptuales. Los análisis puntuales y comparados de tales mapas permiten explotar en los estudiantes la multidimensionalidad de la representación y obtener conclusiones sobre el aprendizaje de una determinada estructura conceptual cuando ésta se expresa mediante signos que pueden situarse en más de un nivel del sistema matemático de signos en el que es posible su representación.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	RAMÍREZ DE M., M.; SANABRIA, I; ASPÉÉ, M. (2006). El control metacognitivo de la borrosidad decreciente en la elaboración de mapas conceptuales. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 119-217.	Venezuela	Física	Verificar si es posible formular una estrategia orientada para la depuración de los mapas conceptuales iniciales construidos por el alumno, que sea práctica y efectiva para el aprendizaje significativo de estructuras conceptuales complejas.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	26 estudiantes de maestría en Enseñanza y Aprendizaje de la Física.	Para evaluar la experiencia se utilizaron los mapas conceptuales construidos por los alumnos de maestría, los registros escritos de observaciones y la grabación en audio realizadas mientras los alumnos construían los mapas conceptuales y comentarios de los profesores.	<ul style="list-style-type: none"> * La mayoría de los alumnos evidenció mejora en la aproximación a una claridad y extensión de las sucesivas representaciones de mapas conceptuales. * La estrategia adoptada parece ser un buen camino para asegurar el ejercicio de la metacognición en cada alumno; para el perfeccionamiento de los mapas conceptuales, los alumnos deben darse cuenta del aprendizaje adquirido en cualquier tema. * Los mapas conceptuales ayudan al estudiante a desarrollar su capacidad de síntesis y le permiten ejercitar su metacognición. * La resistencia ofrecida por algunos profesores en incorporar los mapas conceptuales a su metodología de aprendizaje obedece a una orientación comportamentalista tan marcada que dificulta la contemplación de nuevas posibilidades de acción, donde ellos mismos puedan construir más activamente su propio conocimiento al reflexionar sobre los conceptos e intentar conseguir una imprecisión decreciente de los mismos empleando la metacognición. * La estrategia de construcción de mapas conceptuales a través de sucesivas depuraciones, utilizando metacognición, parece ser promisoría para la conquista de un aprendizaje significativo; por eso se recomienda la continuidad de su uso.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	FLORES, R.P. (2006). Mapas conceptuales y aprendizaje de matemáticas. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 407-414.	México	Matemáticas	Verificar si, con la actuación del profesor orientada con mapas conceptuales que elabora y con el uso y elaboración de mapas por parte de los alumnos, se consigue un desarrollo del pensamiento substancial en el estudiante y si se consigue un aprendizaje de las Matemáticas.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Estudiantes universitarios de la asignatura de Cálculo I (no cita cuántos).	Comparación de un grupo experimental que hizo parte de un proceso de enseñanza aprendizaje apoyado en mapas conceptuales con un grupo control haciendo la misma asignatura por el método tradicional.	A partir del análisis estadístico se puede concluir que la forma de trabajo en clase guiada por la información de los mapas conceptuales que el profesor elabora contribuye para desarrollar la cognición del estudiante.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DERBENTSEVA, N.; SAFAYENI, F.; CAÑAS, A.J. (2006). Two strategies for encouraging functional relationships in concept maps. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 582-589.	Canadá y Estados Unidos	No explícita	1) Examinar el impacto de la cuantificación de los conceptos-raíz en el mapa conceptual. 2) Examinar el efecto de la pregunta central en el contenido de los mapas conceptuales.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Experimento 1: 75 estudiantes universitarios. Experimento 2: 81 estudiantes universitarios.	Experimento 1: los alumnos debían colocar conceptos y frases de conexión en uno de los tres prototipos de estructuras suministradas. El procedimiento de entrega de las estructuras fue aleatorio. Experimento 2: los alumnos fueron aleatoriamente divididos en dos grupos que deberían responder preguntas centrales distintas. Cada grupo recibió una estructura con 6 campos no conectados y dispuestos en forma de círculo. En la parte superior constaba sólo el concepto de “coche”.	Experimento 1: la cuantificación de los conceptos es una técnica poderosa para estimular el pensamiento dinámico en mapas conceptuales – más poderosa que la estructura cíclica sola. Experimento 2: la pregunta central afecta a la selección de los conceptos usados en los mapas y cómo éstos son usados.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DUTRA, I.; FAGUNDES, L.; JOHANN, S.P.; PICCININI, C.A. (2006). Logical Systems and natural logic: concept mapping to follow up the conceptualization processes. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 359-366.	Brasil	No explícita	Analizar, a través de mapas conceptuales contruidos y compartidos a través del <i>CmapTools</i> , los procesos de construcción de conceptos en situaciones de aprendizaje escolar.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Teoría del Desarrollo Cognitivo de Piaget.	7 alumnos de la Enseñanza Primaria con edades entre 10 y 12 años.	La investigación se dio en un sistema de aprendizaje por proyectos. Se les solicitó a los alumnos que construyesen mapas conceptuales en el inicio de sus proyectos y los revisasen y los actualizasen periódicamente a la luz del progreso de sus investigaciones. Además de las 5 versiones construidas para cada mapa, los alumnos también elaboraron textos escritos.	En el caso presentado en ese estudio, los autores mostraron que hubo establecimiento de diferenciaciones conceptuales en el alumno a lo largo de su proyecto de investigación. Los autores mostraron que el análisis fue capaz de identificar evidencias en su progreso, basado no sólo en las proposiciones expresadas en sus mapas, sino también en lo que dijeron y en el texto escrito.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación 2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	RAMÍREZ, M.; BARRIGA, F.D.; ZÁRATE, K. (2006). El uso de mapas conceptuales para promover el aprendizaje significativo del tema prevención de adicciones con adolescentes mexicanos de nivel secundario. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 232-239.	México	Prevención de drogadicción	* Determinar si a través de los mapas conceptuales se favorece la adquisición significativa de conceptos relacionados al tema prevención la drogadicción en función de su uso como estrategia de aprendizaje, enseñanza y evaluación. * Hacer una propuesta para entrenar los alumnos en el empleo de mapas conceptuales así como para enseñar el tema referido a través de la referida estrategia. * Contrastar si la enseñanza de mapas conceptuales es más efectiva en función del tipo de entrenamiento recibido, que el uso que se hace de los mismos y que el tipo de enseñanza que ofrece el agente educativo frente al grupo.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	96 estudiantes de la Enseñanza Secundaria con edades entre 12 y 14 años.	Estudio cuasi-experimental con tres grupos intactos evaluados a través de pretest y postest (el grupo 1 no recibió entrenamiento con mapas conceptuales; el grupo 2 recibió entrenamiento con mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje; el grupo 3 recibió entrenamiento con mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje y la enseñanza fue, a su vez, apoyada por mapas como estrategia de instrucción).	* El análisis estadístico de los datos indica que los mapas conceptuales contribuyeron con la construcción significativa del conocimiento. El grupo donde se emplearon los mapas conceptuales en la modalidad doble de estrategia de aprendizaje y enseñanza resultó más favorecido, seguido del grupo donde se emplearon solamente como estrategia de aprendizaje; estos dos grupos superaron considerablemente el grupo que no recibió entrenamiento. * Comparando el pretest con el postest, se verifica que los alumnos de los grupos 2 y 3 aumentaron las puntuaciones obtenidas en los mapas, lo que demuestra tanto un mayor dominio de la técnica como de la calidad de la representación del conocimiento.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	HILL, L.H. (2006). Using visual concept mapping to communicate medication information to patients with low health literacy: a preliminary study. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 621-628.	Estados Unidos	Farmacia	Presentar una explotación preliminar sobre la eficacia del uso de mapas conceptuales en la comunicación de informaciones sobre el tratamiento medicamentoso para pacientes de bajo nivel de instrucción con enfermedades crónicas.	Teoría de la Educación de Novak.	86 estudiantes universitarios del primer año de Farmacia.	Tres mapas conceptuales fueron testados previamente para dos enfermedades crónicas (diabetes y asma). El pretest consistió en preguntarles a los estudiantes sobre sus interpretaciones y percepciones sobre tres mapas conceptuales visuales que ilustran regímenes de medicaciones para diabetes y asma.	Los tres mapas conceptuales fueron interpretados correctamente por la mayoría de los estudiantes a una tasa que excedió la recomendada por el Instituto Americano de Normas Nacionales de un mínimo de 85%, indicando que el mapa conceptual visual tiene potencial como herramienta de comunicación.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DALEY, B.; TORRE, D.; STARK-SCHWEITZER, T.; SIDDARTHA, S.; PETKOVA, J. (2006). Advanced teaching and learning in medical education through the use of concept maps. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 24-31.	Estados Unidos	Medicina	Investigar los mapas conceptuales como recurso pedagógico utilizado para promover aprendizaje con estudiantes del tercer año de Medicina Interna. El objetivo de esa investigación fue extender la comprensión de las estrategias de instrucción que pueden auxiliar los educadores médicos a preparar futuros médicos prácticos.	Teoría de la Educación de Novak.	63 estudiantes universitarios del tercer curso de Medicina.	Se les enseñó a los estudiantes a utilizar mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje en el inicio de la asignatura de Medicina Interna. El primer mapa y el último de esos estudiantes fueron recogidos y recibieron una puntuación.	* Los resultados indicaron que hubo diferencia significativa en las puntuaciones de los mapas conceptuales de los estudiantes durante el período de estadío. * Hubo un aumento en la habilidad de pensar críticamente y de relatar conceptos médicos relevantes usando un método completamente nuevo, lo que es de extrema importancia en la habilidad de estudiantes médicos júnior.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	TARTÉ, G. (2006). Conéctate al conocimiento: una estrategia nacional de Panamá basada en mapas conceptuales. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 144-152.	Panamá	Multidisciplinar	Describir el proyecto <i>Conéctate al Conocimiento</i> , que implica promover cambios en la cultura educativa donde se asuman la innovación y las nuevas tecnologías como estrategia de desarrollo y progreso. Se trata de cambios que procuran un enfoque altamente participativo entre todos los integrantes, sean éstos dirigentes, supervisores, directores, docentes o estudiantes, todos asumidos como aprendices. Se trata de innovar sobre el enfoque tradicional basado en autoridad, jerarquía y rigidez que predomina en sistemas educativos.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Teoría de Desarrollo Cognitivo de Piaget.	3200 profesores que participaron en 140 conferencias en 250 escuelas.	Para la ejecución del proyecto, se montó un grupo interdisciplinar de profesionales (facilitadores), capacitados para trabajar con los enfoques de aprendizaje significativo y mapas conceptuales. Esos facilitadores formaron profesores de las escuelas participantes, dieron asesoría directa en sus clases y apoyaron su aplicación con los niños. Un equipo de consultores aseguró la transferencia de métodos y herramientas interactuando con profesores, directores, supervisores, coordinadores regionales y autoridades educativas.	El proyecto <i>Conéctate</i> propicia un espacio inédito de observación y experimentación sobre las teorías de aprendizaje significativo y sus herramientas, en una dimensión de escala nacional.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	AZEVEDO, A.M.P.; LANDO, V.R.; FAGUNDES, L.; ZARO M.A.; TIMM, M.I. (2006). Concept maps as a strategy to assess learning in biochemistry using virtual dynamic metabolic diagrams (DMDV). Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 120-127.	Brasil	Medicina	Relatar la aplicación de los mapas conceptuales para acompañar el aprendizaje del Ciclo de Krebs y metabolismo de los carbohidratos usando un software educacional llamado de Diagrama Metabólico Dinámico Virtual (DMDV).	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de Educación de Novak. Teoría de Desarrollo Cognitivo de Piaget.	Estudio 1: 24 alumnos universitarios del curso de Medicina. Estudio 2: 36 alumnos universitarios del curso de Medicina.	Todos los estudiantes podían acceder el sistema a cualquier momento a través de intranet. Los mapas conceptuales fueron usados en ese estudio para evaluar el aprendizaje e identificar conceptos no comprendidos por los estudiantes después del uso del DMDV. La evaluación fue realizada analizando tres mapas conceptuales de cada estudiante en tres momentos: a) un mapa antes del estudio con DMDV; b) el segundo después del estudio y c) el tercero, dos meses después. Los criterios de análisis fueron: predominio de carácter asociativo sobre el clasificadorio; corrección de los conceptos y relaciones; número de relaciones; creatividad y lógica.	Los resultados obtenidos sugieren la validez del uso de los mapas conceptuales como estrategia para acompañar el proceso cognitivo, tanto para el profesor como para el estudiante y para el aprendizaje utilizando el software educacional DMDV.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	CHROBAK, R.; BENEGAS, M.L. (2006). Mapas conceptuales y modelos didácticos de profesores de Química. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 415-422.	Argentina	Química	Determinar el perfil de los modelos didácticos que sustentan los profesores de Química en ejercicio en la Educación Secundaria en Argentina.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	Profesores de la Enseñanza Secundaria (no cita cuántos).	Para cada modelo didáctico fue elaborado un mapa conceptual y, a partir de ellos, se elaboró una entrevista para los profesores.	La investigación permitió determinar que el modelo didáctico determinado alternativo es el más difundido. Los mapas conceptuales resultaron de una ayuda inestimable como herramienta para representar modelos didácticos de forma rápida y comprensible.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	BRENES, J.; COTO, A.S.; HURTADO, G.; RIVERA, I.; RODRÍGUEZ, W.; VÁSQUEZ, C. (2006). La utilización de mapas conceptuales como estrategia didáctica para la construcción y organización del pensamiento en edad preescolar. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 335-324.	Costa Rica	Educación	Verificar cuáles son los procedimientos didácticos más pertinentes en uso de mapas conceptuales que favorecen la organización y construcción del pensamiento infantil, según sus intereses.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Teoría de Desarrollo Cognitivo de Piaget. Teoría de la Mediación de Vygotsky.	Un grupo de 10 niños de 4 años y medio a 5 años y medio y un grupo de 11 niños de 5 años y medio a 6 años y medio.	1) Explotación del concepto de mapa conceptual. 2) Formulación, de parte del docente, de preguntas generadoras sobre un tema propuesto por los niños para estimular la participación activa del grupo. 3) Representación y organización de las proposiciones. 4) Construcción del mapa conceptual y lectura completa del mismo de forma individual y en grupo, identificando y construyendo relaciones horizontales o proposicionales de segundo nivel.	La experiencia permitió la construcción de dos mapas conceptuales sobre temas propuestos y seleccionados por los niños y niñas, los cuales reflejaron la funcionalidad del mapa conceptual como estrategia didáctica, generadora de aprendizaje significativo y el papel del equipo investigador como agente mediador en el proceso de construcción y organización de conocimiento de los niños.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	CASSATA, A.E.; FRENCH, L. (2006). Using concept mapping to facilitate metacognitive control in preschool children. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 598-605.	Estados Unidos	Educación	Explotar las formas en las que los mapas conceptuales pueden mejorar las experiencias de aprendizaje de preescolares a través de la facilitación de habilidades metacognitivas incluyendo planificación, predicción, corrigiendo errores y evaluando el progreso.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	17 niños de 4 años.	El estudio utilizó análisis del discurso de las transcripciones de los videotapes para explotar las interacciones entre adultos y niños en tres pequeños grupos siendo que cada uno construyó un mapa conceptual para el tema <i>calabaza</i> . Las observaciones específicamente buscaron: a) identificar el esqueleto del control metacognitivo realizado por los adultos durante la actividad y b) evidencias de regulación-en-acción evidenciadas por las palabras y por el comportamientos de los niños.	Los descubrimientos sugirieron que la extensión en la que los preescolares están aptos para participar en procesos metacognitivos depende de la manera de estructurar y construir la actividad por el mismo adulto que hace su supervisión, destacando la importancia del contexto social en la promoción del uso efectivo de herramientas metacognitivas.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	ARROYO, A.P.; TAMAYO, M.F.A.; ALMAZÓN, I.C. (2006). El mapa conceptual y la narrativa histórica. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 208-214.	México	Historia	Reflexionar sobre el mapa conceptual como instrumento que sirve al historiador en el proceso de construcción de la narrativa histórica y como medio para representar y contener la narrativa, por tanto, representando el conocimiento histórico.	Teoría de la Educación de Novak.	Historiadores (no cita cuántos).	Elaboración de mapas conceptuales durante el delineamiento metodológico para el estudio de la <i>juventud</i> en un tiempo y espacio determinados. Los conceptos de <i>identidad</i> y de <i>género</i> representaron las dos perspectivas analíticas, así como dos perspectivas narrativas.	El mapa conceptual puede ocupar un lugar fundamental dentro de la <i>narración histórica</i> y ser un modo de acceso al conocimiento histórico y legitimarse y validarse ante la comunidad académica.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	TRUJILLO-VARGAS, J.A.; JARON ILLO-RAMÍREZ, C.M.; GUTIÉRREZ, C. (2006). Ruta de estudios musicales. La utilización de mapas conceptuales en procesos de aprendizaje. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 511-518.	Colombia	Música	Trazar una estrategia didáctica con la mediación de tecnologías de información y comunicación (TIC) que permita integrar conceptos musicales a estudiantes que no tuvieron formación musical previa, a partir de la interpretación de los procesos creativos en diferentes momentos históricos.	Cita trabajos de Cañas, Johnson-Larid y otros. No explicita la base teórica.	Estudiantes de los primeros semestres de diversos programas profesionales (no cita cuántos).	Construcción colectiva, a través del <i>CmapTools</i> , de mapas conceptuales que proporcionan la integración de los conceptos musicales a partir de la “interpretación” de procesos de creación musical en diferentes momentos históricos.	* No todos los estudiantes consiguieron diferenciar un mapa conceptual de la construcción de un texto lineal en los primeros procesos de análisis. * Las principales ventajas fueron: a) la autogestión del conocimiento; b) el desarrollo de proyectos colaborativos; c) la eficacia en la apropiación del conocimiento; d) la ampliación de la clase convencional a los espacios asíncronos; e) la modernización en los procesos pedagógicos; f) la mejora en los sistemas comunicativos y g) la captación y renovación de la actitud de los docentes y de los alumnos con respecto a la tecnología.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	KOZMINSKY, E.; NATHAN, N.; VAIZBERG, A. (2006). Effects of constructing concept maps on the quality of web-searched information and subsequent inquiry projects. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 193-198.	Israel	Biología	* Investigar si el uso de mapas conceptuales como estadio preparatorio para identificar informaciones relevantes sobre un determinado tema de investigación mejora los resultados de investigación. * Analizar los efectos del proceso de búsqueda en la calidad de los proyectos de investigación preparados por estudiantes de 6° curso.	Teoría de la Educación de Novak.	78 estudiantes de 6° curso.	Los alumnos fueron divididos en tres grupos: el primero recibió instrucción en preparación de mapas conceptuales con el objetivo de procurar informaciones relevantes en la <i>web</i> ; el segundo fue instruido para preparar listas con el propósito de busca y el grupo control fue instruido para buscar ideas principales en textos.	* Todos los grupos buscaron en la <i>web</i> una cantidad similar de documentos. * Los grupos de los mapas y de las listas encontraron materiales de mejor calidad en relación al grupo control. * Se encontró ventaja del grupo de los mapas en relación al grupo de las listas y al grupo control. El grupo de los mapas fue superior con relación al grupo de las listas en integrar conceptos relevantes en sus proyectos y produjo proyectos más coherentes como resultado de su participación en la actividad de elaboración de mapas conceptuales.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
5. Mapas conceptuales como herramienta de investigación	LÓPEZ, M.M.; BERAZA, M.A.Z. (2006). Los mapas conceptuales como recurso para representar y analizar buenas prácticas docentes en la educación superior. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 375-382.	España	Veterinaria	Verificar: a) qué piensan los docentes universitarios que desarrollan “buenas prácticas” sobre la enseñanza; b) sobre qué ideas, creencias, percepciones fundamentan su “buena práctica docente”; c) cómo reconstruyen lo que aprendieron a través de su experiencia profesional; d) de qué forma y en qué modalidades de representación podrían expresar su experiencia y conocimientos de tal forma que pudiese servir como ejemplo y marco de referencia para la mejora de la calidad de la docencia universitaria dentro del proceso de convergencia para un Espacio Europeo de Educación Superior que confronta en la actualidad las universidades públicas.	No explicita la base teórica.	Una profesora de Veterinaria con 21 años de docencia y un premio por innovación en la docencia.	El conocimiento de especialista de los profesores definidos como “buenos docentes” fue obtenido a través de mapas conceptuales. Fueron realizadas entrevistas de “extracción de conocimiento” y grabaciones de sus prácticas docentes para obtener informaciones sobre sus experiencias personales, ideas y opiniones sobre la docencia universitaria en general y la suya en particular.	A partir del estudio de caso realizado fue posible destacar la importancia de algunos elementos: * la participación de la profesora como “alumna interna” en grupos de investigación durante su formación; * el trabajo en grupo de los profesores encargados de la materia que alternan los temas a cada tres años para no caer en una docencia de rutina; * el montaje teórico-práctico de la materia dándole gran importancia a las prácticas organizadas que son concluidas con la presentación de un caso clínico por parte de los estudiantes; * la interpretación del “aprendizaje autónomo” y de la “toma de decisión” por parte de los estudiantes; * la mención constante de la profesora de que una buena docencia implica un gran esfuerzo por parte del docente; * una idea muy positiva de la profesora sobre los alumnos y * la concepción de la profesora sobre la docencia como proceso de motivación de los estudiantes para aprender y sobre la reducción de los contenidos a sus componentes más básicos, factibles y útiles para futuros veterinarios.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	SÁNCHEZ, J.; ALARCÓN, P.; FLORES, H. (2006). Diseño centrado en el usuario de una herramienta para que usuarios no videntes construyan mapas conceptuales. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 177-184.	Chile	No explicita	Delinear y desarrollar una herramienta centrada en el usuario que les permita a los aprendices ciegos construir mapas conceptuales.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	11 niños ciegos del 5° y 6° curso de la Enseñanza Primaria.	El estudio se desarrolló en 3 etapas: 1) observación de los alumnos; 2) delineamiento del AudiodMC y 3) evaluación preliminar de la usabilidad de las interfaces.	* Inicialmente, la mayoría de los alumnos ciegos desconocía la técnica de mapas conceptuales y se mostraron incompetentes para abordar las actividades. * Inicialmente los mapas que los alumnos ciegos elaboraron fueron basados en conceptos sobrepuestos o muy próximos a los otros, sin conectores o palabras de conexión. Progresivamente, y con la incorporación de referencias espaciales externas como las indicaciones del facilitador o material concreto, consiguieron construir mapas donde se nota una diferenciación y jerarquización de conceptos. Los aprendices ciegos presentaron más dificultades que los de baja visión. * El resultado más importante de la etapa de delineamiento del <i>software</i> es que el diseño basado en el usuario de un <i>software</i> con las características específicas mejora substancialmente la interacción del usuario no vidente con el <i>software</i> resultante.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	TAMAYO, M.F.A.; LEÓN, O.G.P.; ALMAZÁN, I.C.; HERNÁNDEZ, V.M. (2006). La escritura y lectura de los mapas conceptuales en los alumnos de educación superior. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 311-318.	Estados Unidos y México	No explícita	El objetivo del estudio fue conocer cuál es la secuencia de lectura del mapa conceptual cuando éste es utilizado para la exposición del tema. A partir de la secuencia de lectura se puede comparar: a) el orden en el que los autores del mapa conceptual exponen y leen los conceptos; b) si el orden de esos conceptos deriva de la asignatura y teoría de las que forman parte y c) si el orden está relacionado con el orden expositivo del texto sobre el cual fue realizado el mapa conceptual.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Alumnos de educación superior en niveles de licenciatura y postgrado (maestría) y un grupo de profesores de enseñanza secundaria (no cita número ni el curso). El análisis en ese artículo se centró en 4 alumnos de maestría.	Se realizó una sección para exposición de la técnica del mapa conceptual, luego los alumnos elaboraron un mapa conceptual y lo presentaron ante el grupo.	* La observación realizada reveló que existe una tendencia a escribir y leer el mapa conceptual de la izquierda para la derecha. * Esa práctica parece derivar de la propia práctica de lectura alfabética, desviando la interpretación y construcción jerárquica del mapa conceptual. * La jerarquía del mapa conceptual es vista desplazada por secuencias narrativas de los textos sobre los cuales los alumnos elaboran el mapa conceptual. El estudio considera que esas prácticas son mecanismos comunes para evitar la tarea de aprender significativamente.
4. Revisión	TAMAYO, M.F.A. (2006). Origen y destino del mapa conceptual. Apuntes para una teoría del mapa conceptual. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 461-468.	México	No explícita	Analizar el origen y la transformación del mapa conceptual para comprender las prácticas educativas y de investigación actuales en torno de la herramienta, intentando entender el mapa conceptual como un <i>objeto de estudio</i> , lo que resulta relevante para la comunidad académica y de investigación que, con sus prácticas, genera la necesidad de una <i>teoría del mapa conceptual</i> .	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	Revisión de la literatura.	Se presentaron: a) una perspectiva histórica de los mapas conceptuales; b) la teoría y la técnica de los mapas conceptuales; c) el mapa conceptual y la replanificación de la investigación educativa; d) el mapa conceptual en la galaxia binaria y d) una propuesta para la construcción de una teoría del mapa conceptual.	El trabajo permitió advertir un cambio de prácticas y de sus propósitos, es una provocación para sugerir algunos conceptos y las relaciones entre ellos. Se presentaron algunas anotaciones para contribuir con la construcción de una teoría sobre el mapa conceptual.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	RAMÍREZ, S.C. (2006). La pregunta pedagógica como instrumento de mediación en la elaboración de mapas conceptuales. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 327-334.	Costa Rica	Educación	Presentar una propuesta metodológica para el uso de preguntas pedagógicas en la elaboración de mapas conceptuales dentro de un contexto dialéctico.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	6 estudiantes de Licenciatura en Educación Preescolar y dos grupos de niños preescolares con edades entre 4 y 6 años (no cita cuántos).	Se delineó una metodología utilizando preguntas pedagógicas como instrumento de mediación en la construcción de mapas conceptuales en nivel preescolar.	Las preguntas pedagógicas, por sí, constituyen una fuerte estrategia cognitiva, mas combinadas con la construcción de mapas conceptuales, trascienden para producir y organizar el pensamiento divergente y la metacognición, para favorecer la creatividad.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	MILLER, N.L.; CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Preconceptions regarding concept maps held by Panamanian teachers. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 469-476.	Panamá y Estados Unidos	Multidisciplinar	Examinar las preconcepciones de profesores de la Enseñanza primaria en escuelas públicas panameñas sobre los mapas conceptuales y su uso.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	115 profesores de la Enseñanza Primaria.	Fue aplicado un cuestionario a los profesores.	* Los resultados indican serios errores conceptuales que no sólo limitan sino que también anulan todo beneficio cognitivo resultante de esa herramienta pedagógica. * Los resultados también muestran que la fuente primaria de información de los profesores sobre mapas conceptuales son los profesores universitarios. Por eso, es urgente que se revise qué se está enseñando sobre mapas conceptuales a nivel universitario. * Parece imperativo mejorar la calidad y disponibilidad de materiales en español, ya que parte del problema puede estar en el uso, año tras año, de los mismos textos conceptualmente limitados o incorrectos.
4. Revisión	CAÑAS, A.J.; NOVAK, J.D. (2006). Re-examining the foundations for effective use of concept maps. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 494-502.	Estados Unidos	No específica	Examinar cómo un entendimiento de los fundamentos de la elaboración de mapas conceptuales y la habilidad de formular buenas preguntas puede ayudar a darle una dirección a esos problemas, teniendo como resultado un uso más efectivo de los mapas conceptuales.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Teoría de la Mediación de Vygotsky.	Revisión de la literatura	Discusión y revisión de la literatura con la finalidad de reexaminar importantes ideas sobre el uso efectivo de los mapas conceptuales.	* Programas efectivos de educación proporcionan un amplio espectro de actividades de aprendizaje incluyendo lecturas seleccionadas, búsquedas en internet, proyectos, preparación de informes, diseños, presentación en vídeo, investigaciones en colaboración y otras actividades. * La extensión en la que la construcción de mapas conceptuales ayuda el estudiante a mejorar su comprensión depende, en gran parte, de la calidad y tipo de mapa construido. Buenas preguntas, independientemente de si vienen del profesor, de otros estudiantes o del autor del mapa llevan a la construcción de mapas conceptuales mejores, a un mayor pensamiento dinámico y a un más profundo entendimiento.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	ILLAS, A.M. (2006). Evaluación del recién nacido de alto riesgo con mapas conceptuales una estrategia didáctica significativa. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 105-109.	Venezuela	Medicina	Presentar una propuesta para el uso de los mapas conceptuales en la evaluación del recién nacido de alto riesgo como estrategia didáctica en el aprendizaje de la medicina neonatal	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Teoría de Desarrollo Cognitivo de Piaget.	Estudiantes del 5º curso de Medicina del módulo de Neonatología (no cita cuántos).	La metodología se basó en un <i>design</i> cuasi-experimental con pretest y posttest, comparando un grupo que utilizó mapas conceptuales con un grupo que utilizó el método tradicional.	Los estudiantes que recibieron la metodología de los mapas conceptuales tuvieron un nivel de aprovechamiento superior al de los estudiantes que recibieron la metodología tradicional. Se puede afirmar que la aplicación de una metodología de enseñanza con mapas conceptuales interfiere positivamente en la evaluación del recién nacido de alto riesgo.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	GALDAMES, L.; IVANOVIC, P.; MILLAN, C. (2006). El uso de <i>CmapTools</i> como estrategia para la comprensión del cuidado de enfermería. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 94-96.	Chile	Enfermería	Aplicar el programa <i>CmapTools</i> como estrategia para apoyar el proceso de aprendizaje de los estudiantes en análisis de casos clínicos.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	90 estudiantes de grado del curso de Enfermería de la asignatura de Enfermería del Adulto II.	Se realizó el análisis de un caso clínico de una persona con problema neurológico, guiado con el uso del <i>CmapTools</i> en un grupo y con el método tradicional de análisis de casos en otro grupo. Se comparó el rendimiento académico de los dos grupos de estudiantes.	A partir de los resultados obtenidos, se concluyó que el uso de los mapas conceptuales como ayuda para el aprendizaje se mostró un apoyo efectivo en el ámbito del análisis de casos clínicos.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	TAMAYO, M.F.A. (2006). El mapa conceptual horizontal, una propuesta de diseño. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 90-93.	México	No específica	Presentar una propuesta de <i>mapa conceptual horizontal</i> , resultado de la adaptación del mapa conceptual tradicional cuya jerarquía se representa verticalmente.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	El propio investigador.	Descripción de la adaptación del mapa conceptual horizontal, que surgió de las restricciones de la pantalla del ordenador y de los navegadores de Internet y del diseño de las páginas que un determinado proyecto educativo limitaba otras soluciones.	El diseño del <i>mapa conceptual horizontal</i> funciona bien para la representación de conceptos que pueden ser agrupados o formar clases, por lo que su representación responde a una <i>clasificación</i> que hace posible relacionarlos en “conjunto” sólo mediante un enlace proposicional. Para otras relaciones conceptuales más diferenciadas, el mapa conceptual horizontal podría dificultar las relaciones cruzadas, sobre todo cuando se originan de diferentes niveles jerárquicos, aunque mantuviese una ligera ventaja en relación al aprovechamiento del espacio.

Clasificación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	RÁBAGO, A.R.; AGUIRRE, A.C.N.; ÁLVAREZ, G.V. (2006). Dificultades iniciales en la construcción de mapas conceptuales. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 74-77.	México	No específica	Precisar hasta qué punto los mapas conceptuales construidos por alumnos de la licenciatura, maestría y doctorado de diferentes áreas se aproximan o se distancian de un auténtico mapa conceptual.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	Estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado de las modalidades presencial, semiescolarizada y a distancia (no cita cuántos).	Análisis de 6 mapas conceptuales (de un total de 79), escogidos por ser representativos.	* Los diversos ejemplos abordados se pueden localizar en distintos puntos a lo largo de un continuo que va desde expresiones de conocimiento mecánico, memorístico, caracterizados por su fidelidad al texto que sirvió como base para construirlos, hasta los que se aproximan de cerca a los verdaderos mapas conceptuales, los cuales están dotados de una sólida estructura conceptual que se concreta en una red de proposiciones lógicas. * Los diversos ejemplos mostraron que algunos estudiantes tienen dificultad para librarse del texto y descubrir los conceptos-clave que contiene. Otros, aunque descubran los conceptos-clave fundamentales del texto, tienen dificultad para organizarlos en una red de proposiciones.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	DONNER JR., J.W.A.; INFANTE-MALACHIAS, M.E.; CORREIA, P.R.M. (2006). Concept maps as tools for assessing the merge of disciplinary knowledge during chemistry classes at high school. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 70-73.	Brasil	Química y Biología	Usar mapas conceptuales para evaluar la efectividad de una intervención interdisciplinaria planificada para evaluar los cambios en las redes cognitivas de los estudiantes.	Teoría de la Educación de Novak.	30 estudiantes del 11° curso de la Enseñanza Secundaria.	Los estudiantes fueron estimulados a combinar conceptos de Química y Biología para entender mejor y explicar las consecuencias biológicas del fenómeno de isomerismo. Los mapas conceptuales producidos por los estudiantes antes y después de las actividades propuestas fueron analizados cuantitativa y cualitativamente.	Los mapas conceptuales pueden ser utilizados para medir el progreso de los estudiantes con respecto a la interdisciplinaria y para ayudar al profesor a planificar futuras actividades de clase para reforzar y extender relaciones interdisciplinarias.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica 3. Mapas conceptuales como instrumento de análisis de currículo	WEHRY, S.; GOUDY, L. (2006). Concept mapping in middle school mathematics. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 66-69.	Estados Unidos	Matemáticas	Presentar el proyecto de intervención matemática (<i>Concept Mapping in Middle School Mathematics – CMMSM</i>), planificado para aumentar la probabilidad de éxito en Álgebra I en estudiantes de 6°, 7° y 8° curso de barrios de baja renta.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	17 profesores de Matemáticas.	La intervención consistió en usar la elaboración de mapas conceptuales para reforzar la comprensión de los profesores sobre las conexiones entre conceptos matemáticos y para promover el aprendizaje significativo de conceptos conectados para sus clases.	* Después de utilizar la elaboración de mapas conceptuales durante algún tiempo, los profesores comentaron que apreciaron los mapas conceptuales como herramienta efectiva para el desarrollo conceptual y planificación de la enseñanza. * Los profesores también consideraron los mapas conceptuales como “una buena manera de mantener la atención en grandes ideas y revisar conexiones”. * Los investigadores creen que los profesores de las escuelas rurales que participan en el CMMSM continuarán desarrollando sus competencias con el <i>CmapTools</i> .

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	CALDERÓN-STECK, F. (2006). Concept mapping as a teaching/learning tool about race relations. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 62-65.	Costa Rica	Estudios Étnicos	Demostrar cómo fueron utilizados los mapas conceptuales en un curso universitario introductorio sobre relaciones raciales en los Estados Unidos.	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	El profesor y una clase de estudiantes universitarios de la asignatura de Introducción a los Estudios Étnicos.	Relato de experiencia sobre el uso de los mapas conceptuales en una clase de la asignatura de Introducción a los Estudios Étnicos. Los estudiantes respondieron a un cuestionario con la pregunta “ <i>Fue útil trabajar en pequeños grupos (incluyendo los mapas conceptuales) para ayudarte a entender la base teórica para el estudio de las relaciones raciales en los Estados Unidos?</i> ”	<p>* Los resultados no fueron precisos porque no todos los estudiantes respondieron específicamente sobre la elaboración de mapas conceptuales, sino que, al contrario, dieron su evaluación sobre la efectividad del trabajo en pequeños grupos.</p> <p>* De los cuestionarios respondidos, aunque contengan imprecisiones, 63% consideraron que la técnica de elaboración de mapas conceptuales fue útil en el proceso de aprendizaje.</p> <p>* El profesor animó los estudiantes a adaptar las anotaciones realizadas durante la lectura de textos y participación en pequeños grupos para la forma gráfica en lugar de escribir sentencias para identificar conceptos-clave y demostrar a través de líneas y palabras que indiquen cómo se relacionan.</p>
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	PRABHU, V.; ELMESKY, A.; CZARNOCHA, B. (2006). Comprehension, analysis and deriving meaning. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 50-53.	Estados Unidos	Matemáticas	Investigar la comprensión de los estudiantes sobre integral definida en <i>Freshmen Calculus</i> .	Teoría de la Mediación de Vygotsky.	33 estudiantes de grado en Matemáticas.	Los mapas conceptuales fueron introducidos en clase para usarlos en tres estadios: a) construcción del mapa para el objeto geométrico en un determinado problema sin usar otras informaciones sobre el problema; b) introduciendo en el mapa conceptual la información contenida en el problema y c) traduciendo la información introducida para el lenguaje matemático para la resolución del problema.	Los mapas conceptuales auxiliaron en la construcción de esquemas. A partir de los resultados, los investigadores formularon una nueva pregunta de investigación: “ <i>¿Cómo los mapas conceptuales pueden mejorar la resolución de problemas?</i> ”

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	TAROUCO, L.M.; GELLER, M.; MEDINA, R. (2006). Cmaps as a communication tool to promote meaningful learning. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 44- 49.	Brasil	Redes de Ordenadores	Discutir el soporte de comunicación y colaboración proporcionado por el <i>CmapTools</i> .	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin. Teoría de la Mediación de Vygotsky.	Estudiantes de grado en Redes de Ordenadores y estudiantes de postgrado en un curso de Comunicación Mediada por el Ordenador (no cita cuántos).	* Los estudiantes de grado elaboraron mapas conceptuales para expresar su conocimiento inicial; realizaron varias actividades en grupos tanto de forma síncrona como asíncrona y actualizaron sus mapas conceptuales durante todo el tiempo. El mapa conceptual fue utilizado como herramienta de comunicación de alto nivel de pensamiento. * Con el grupo de estudiantes de postgrado, el <i>CmapTools</i> fue utilizado más intensamente.	* Ambos grupos consideraron los mapas conceptuales como recurso rico en el sentido de ofrecer soporte para una comunicación más organizada entre los participantes del grupo. Fue posible notar que se alcanzó un mayor nivel de pensamiento superior en función de la naturaleza de estructura de la herramienta de comunicación. * La teoría y práctica juntas le dieron a los investigadores buenos indicativos de que el mapa conceptual es una herramienta de comunicación que promueve el aprendizaje significativo.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	AQUILINO, C.; VENDITTI, P. (2006). Children discover the fantastic world of the paper. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 40-43.	Italia	Ciencias	Describir una experiencia con mapas conceptuales en una escuela de jardín de infancia (niños con edades entre 3 y 6 años) situada en una región con privaciones económicas y culturales. Los principales objetivos de esa experiencia consistieron en desarrollar habilidades científicas básicas en los niños; aumentar su vocabulario y promover el aprendizaje significativo.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Tres clases de niños del jardín de infancia con edades entre 3 y 5 años (no cita cuántos).	* Los niños visitaron una fábrica de papel reciclado. * La profesora y los niños reelaboraron el proceso de manufactura en el laboratorio. * Los niños elaboraron mapas conceptuales para responder sobre la clasificación del papel de acuerdo con el color, forma y dimensión.	* Los mapas conceptuales en la educación infantil son precedidos por muchas experiencias físicas y cognitivas. Los mapas auxilian a los niños a organizar el pensamiento, a reconstruir y retomar sus conocimientos, a aumentar el lenguaje y habilidades científicas. * Los mapas conceptuales también ayudan a los profesores y alumnos a descubrir errores y concepciones alternativas precozmente, luego, la escuela puede organizar planes didácticos individualizados para corregirlos.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
I. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	CARVAJAL, R; CAÑAS, A.J.; CARBALLEDA, M.; HURTADO, J. (2006) Assessing concept maps: first impressions count. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 28-31.	Estados Unidos y Panamá	No específica	Investigar en qué medida los expertos concuerdan en si un mapa conceptual es bueno o no echándole sólo un vistazo, sin tener la oportunidad de analizar su contenido, basándose solamente en su estructura topológica y en cuestiones de estilo.	Teoría de la Educación de Novak.	6 expertos en la construcción de mapas conceptuales y 19 no expertos en la construcción de mapas conceptuales.	<ul style="list-style-type: none"> * Evaluación individual de 60 mapas conceptuales teniendo en cuenta solamente su estilo de estructura. * Cada mapa era visto solamente durante 5 segundos. * La evaluación era realizada de acuerdo con los criterios de Novak. 	<ul style="list-style-type: none"> * Los resultados parecen indicar que los expertos en la construcción de mapas conceptuales tienden a concordar más cuando evalúan un mapa conceptual presentado en un corto período de tiempo y sin analizar su contenido. * Los no expertos tienden a atribuir mayores <i>rankings</i> a mapas conceptuales que Novak o los expertos. * Los expertos son más rápidos en la evaluación de los mapas conceptuales y cometen menos errores. * El número de conceptos influye en la primera impresión sobre la calidad del mapa. * Mapas conceptuales jerárquicos con un concepto-raíz en la parte superior reciben mayores conceptos que mapas semejantes cuyo concepto-raíz esté localizado en el centro. * Mapas conceptuales hechos en el ordenador parecen ser mejor evaluados que mapas conceptuales hechos a mano. * No hubo evidencia de que la presencia de colores influyese en la primera impresión.
I. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	GARCÍA, M.J.; BUENO, A.P. (2006). Análisis de las percepciones que tienen los estudiantes de Educación Ambiental sobre problemas sociales globales a través de los mapas de conceptos. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 13-16.	España	Educación ambiental	Utilizar mapas conceptuales como herramienta de representación de conocimiento para analizar ideas y compromisos de los estudiantes frente a problemas ambientales.	No cita.	60 estudiantes de un curso de Licenciatura en Ciencias Ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> * Después de leer un texto, los alumnos respondían a 3 preguntas. * Analizando la respuesta de los estudiantes, se elaboró un mapa conceptual que reflejaba sus posiciones sobre el tema. * El análisis de los mapas obtenidos permitió agruparlos en distintos modelos que reflejan su distinta predisposición a actuar en las diferentes soluciones propuestas. 	<p>Los autores destacaron la utilidad de los mapas conceptuales ya que permitieron mostrar y establecer diferencias claras en las creencias de los estudiantes que van más allá de la mera relación de porcentajes en sus respuestas.</p>

Clasificación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación 2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	POVEDA, M.R.F.; SANZOL, N.I.; ONECA, M.J.T. (2006). A study of links in concept maps constructed by primary school learners. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 1-4.	España	Matemáticas	<ul style="list-style-type: none"> * Observar la evolución de los mapas conceptuales producidos por los estudiantes antes y después de la instrucción. * Obtener informaciones sobre el aprendizaje de los alumnos a través del análisis de los indicadores: a) aumento de palabras de enlace incluidas en el mapa conceptual y b) complejidad de las relaciones entre ellas. * Comprobar la efectividad de los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje y evaluación. 	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	41 alumnos de 5º curso de la Escuela Primaria.	La secuencia de instrucción siguió el modelo propuesto por Novak con tres estadios: a) <i>instrucción</i> , determinando el estado cognitivo actual de los estudiantes; b) <i>centro</i> , actividad de instrucción y aprendizaje y c) <i>aplicación</i> , en la que se aplica todo el conocimiento adquirido en el estadio anterior.	<ul style="list-style-type: none"> * A través del análisis de las palabras de enlace fue posible verificar si los niños fueron capaces de ver sentido en su conocimiento previo y descubrir posibles errores conceptuales. El análisis de las proposiciones habilita el profesor a identificar conexiones omitidas entre conceptos y detectar conceptos erróneos que podrían indicar que el niño necesita más instrucción. * Excepto por dos casos de niños que fallaron al construir proposiciones válidas, el resto de los mapas conceptuales contenían un gran número de proposiciones válidas y las sentencias formadas por los estudiantes para relacionar los conceptos fueron ampliamente consistentes con la lógica de la asignatura. * Un enfoque constructivista debería incluir mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje porque fuerza al estudiante a negociar, compartir significados y reflexionar sobre lo que él construyó.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	BONASTRE, O.M.; PINA, M.J.M. (2006) Uso de mapas conceptuales como técnica de apoyo durante el proceso cognitivo de enseñanza-aprendizaje: experiencia de uso colaborativo con alumnos de la Universidad Miguel Hernandez (UMH). Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 311-314.	España	Ingeniería Técnica en Informática de Gestión	<ul style="list-style-type: none"> * Descubrir el uso de los mapas conceptuales para ayudar a consolidar los conceptos fundamentales de una asignatura en la que los alumnos inician su formación en Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. * Investigar las ideas previas que los alumnos manifestaron en los mapas conceptuales de modo a compararlas con las manifestadas al final de la experiencia en ese trabajo. * Motivar el espíritu crítico, de trabajo en grupo, creativo e investigador para la búsqueda de conocimiento por parte del alumno. 	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	17 alumnos de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión de la asignatura de Fundamentos de Base de Datos.	<ul style="list-style-type: none"> * Los alumnos elaboraron mapas conceptuales individualmente sobre un tema propuesto por el profesor. * Los alumnos compararon sus mapas en parejas y elaboraron colaborativamente un nuevo mapa conceptual sobre el mismo asunto. * El profesor evaluó los mapas de acuerdo con los criterios de Novak. * La comparación entre las dos situaciones fue realizada a través del test estadístico <i>t de Student</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> * La comparación de medias reveló que el marco teórico basado en el aprendizaje colaborativo en grupos resultó en puntuaciones más altas en relación a actividades individuales. Las mayores diferencias a favor de las actividades en grupo se concentraron en las proposiciones válidas y especificación de ejemplos. * En un segundo estudio sobre el nivel académico general de los estudiantes se verificó que la elección de los componentes que formaban cada pareja debería ser adaptada según ciertos criterios cognitivos para equilibrar los componentes con principios de evaluación e integración de conocimiento. * Los estudiantes alcanzaron la etapa final durante las últimas clases elaborando mapas conceptuales más completos, mayor nivel de especialización, generalización, descripción y ejemplificación; confirmando de esta forma que el uso de mapas conceptuales puede ser una buena táctica de aprendizaje tanto a nivel individual como por reforzar estructuras cognitivas de los alumnos aumentando su conocimiento autoconstruido colaborativamente.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	CHACÓN, L. (2006). Influencia del estilo de pensamiento en la construcción de mapas conceptuales. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 134-138.	Panamá	No específica	Identificar el estilo de pensamiento de los docentes que permite una mejor construcción de mapas conceptuales para, a través de la metacognición, estimular el desarrollo del dicho patrón de estilos de pensamiento entre los docentes y sus estudiantes.	Modelo del Cerebro Total de Ned Herrmann.	Profesores de Enseñanza Primaria de escuelas públicas (no cita cuántos).	* Aplicación de dos instrumentos (Diagnóstico Integral de Dominancia Cerebral e Inventario de Estilos de Pensamiento). * Evaluación semántica del primer y segundo mapa individual elaborado por los docentes que participaron del estudio.	* Los profesores que elaboraron mapas con un nivel semántico igual a 1 presentan un estilo de pensamiento activo-visual. * Los profesores que elaboraron mapas con un nivel semántico igual a 0 presentaron un estilo de pensamiento visual-secuencial.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación 2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	ONECA, M.J.T.; SANZOL, N.I.; POVEDA, M.R.F. (2006). Is it possible to improve meaningful learning in math in primary school learners? Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 139-142.	España	Matemáticas	* Crear un ambiente de aprendizaje significativo. * Usar los mapas conceptuales como herramienta de aprendizaje y evaluación del progreso de un tema de matemáticas (medidas de magnitudes). * Testar la efectividad de la herramienta a través de la observación de la evolución de los mapas conceptuales producidos por los estudiantes antes y después de la instrucción. * Detectar cambios en la estructura cognitiva de los alumnos comparando el número de conceptos incluidos en los mapas iniciales y finales y cómo fue construida la jerarquía en los mismos.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	41 alumnos de 5º curso de la Enseñanza Primaria con media de edad de 11 años.	* Los alumnos recibieron instrucción sobre cómo construir los mapas conceptuales. * El conocimiento previo de los alumnos sobre medidas de magnitudes fue evaluado a través de un teste de papel y lápiz y se les pidió a los alumnos que elaborasen individualmente el primer mapa conceptual. * Se inició un período de instrucción de 6 semanas. * Se les pidió a los alumnos que elaborasen individualmente otro mapa de conceptos dos meses después del final del período de instrucción.	* Los resultados indicaron significativa optimización en el uso de los conceptos involucrados en los temas y una notable mejora en la estructura cognitiva de los alumnos, los cuales almacenaron los conceptos en su memoria de larga duración de un modo más organizado y jerárquico que en comparación con métodos de enseñanza que le dan prioridad a la memorización de los alumnos. * Los autores concluyen que los mapas conceptuales son una valiosa herramienta para promover el aprendizaje significativo en los alumnos y recomiendan su uso para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la escuela primaria.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	HUGHES, G.; BARRIOS, J.C.; BERNAL, D.; CHANG, A.; CAÑAS, A.J. (2006). Los datos conceptuales: un juego para aprender a construir proposiciones. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 151-155.	Panamá y Estados Unidos	No específica	Presentar un experimento con estudiantes y docentes de la Educación pública primaria para intentar determinar si las proposiciones generadas ante un juego de dados conceptuales son de mayor calidad que las generadas durante una construcción directa de un mapa conceptual.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	20 niños de 6° curso; 25 niños de 5° curso y 15 niños de 4° curso juntamente con 91 docentes de la Educación Primaria.	<p>* El juego consistió en jugar con dados cuyos lados contenían conceptos. El jugador debería construir proposiciones con los conceptos de los dados que estuviesen de acuerdo con la pregunta-central. Con las proposiciones generadas, los niños construían un mapa conceptual inicial que podría posteriormente ser modificado.</p> <p>* Los niños fueron separados en un grupo experimental (mapa y juego) y en grupo control (sólo mapa conceptual a partir de una lista de conceptos).</p> <p>* Los profesores realizaron el mismo procedimiento pero trabajando en parejas.</p>	<p>* El juego de los dados conceptuales ayudó a los profesores y alumnos a construir mejores proposiciones, aunque los mapas construidos por los grupos experimentales no siempre estuviesen conforme lo esperado.</p> <p>* Al convertir las proposiciones en mapas, los estudiantes no siempre tuvieron claridad sobre lo que era palabra de conexión y concepto.</p> <p>* En el caso de los docentes, la diferencia de resultados entre el grupo experimental y control no fue tan marcada como en los estudiantes porque un buen número de profesores ya comprendía la estructura del mapa y la naturaleza de las proposiciones, lo que se percibe analizando los mapas de algunos de los grupos control donde las proposiciones fueron de buena calidad.</p>
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	TAKEYA, M.; YASUGI, N.; FUNABASHI, Y; NAGAOKA, K. (2006). Measurement and evaluation method for a concept mapping test by drawing ordering relations among concepts. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 188-191.	Japón	Ciencias Ambientales	Presentar un nuevo método de medida y evaluación para mapas conceptuales basado en la ordenación de relaciones de acuerdo con la ley de la transitividad, como las relaciones causales.	No cita	Estudiantes de Ciencias Ambientales (no cita cuántos).	<p>* El test de desempeño realizado por los alumnos después de una clase y un vídeo sobre un determinado contenido consistió en la construcción de un mapa conceptual.</p> <p>* El método de puntuación se basó en el coeficiente ψ de Takeya, el cual estaba basado en el coeficiente γ de Goodman-Kruskal.</p>	<p>* El coeficiente ψ de Takeya es aplicable no solamente a estructuras lineales sino también a las estructuras no lineales.</p> <p>* Uno de los problemas a ser resueltos en el futuro próximo es el desarrollo de un algoritmo de reforma para la falta de comprensión individual de los alumnos.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	FEREGRINO-HERNÁNDEZ, V.M.; REZA-GARCÍA, J.C.; ORTIZ-ESQUIVEL, L.R.; NAVARRO-CLEMENTE, M.E.; DOMÍNGUEZ-PÉREZ, A.E. (2006). Los mapas conceptuales en las asignaturas socio-humanísticas para estudiantes de Ingeniería Química. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 168-175.	México	Ingeniería Química	Mostrar que la elaboración de mapas conceptuales aún no tiene la formalidad y sistematización que puedan garantizar su relevancia como estrategia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que los elementos de los mapas no son identificados y, por consiguiente, la construcción es inconsistente.	No cita teoría.	25 profesores y 240 alumnos de un curso de Ingeniería Química.	Análisis de materiales diseñados, producidos y presentados por profesores y estudiantes, referentes a temas de asignaturas del área socio-humanística de manera que presentan un sesgo a respecto de las aplicaciones de los mapas conceptuales en asignaturas de ciencias básicas e ingeniería.	<ul style="list-style-type: none"> * Por la diversidad de su formación académica previa y tiempo de preparación, se observan diferencias en la estructura y diseño de los mapas conceptuales por parte de los estudiantes y profesores. * El gran problema es la omisión de las líneas básicas. Es notorio que no existe una sistematización en su construcción, lo que conduce a la elaboración de mapas mentales o de redes semánticas, pero no se llega a la estructuración de un mapa verdaderamente conceptual. * El uso de mapas conceptuales como estrategia de enseñanza es fundamental, pero los profesores deben hacer una adecuación pertinente de la estrategia. * Cuando el estudiante consigue desarrollar la habilidad de estructurar mapas conceptuales, además de comprender los conceptos, puede distinguir las relaciones entre ellos mismos y utilizarlos como técnica de estudio, puesto que facilita el análisis y el manejo de la información.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DUARTE, P.V.E.; HENAO-CÁLAD, M. (2006). Los mapas conceptuales en la enseñanza para la comprensión y el aprendizaje significativo. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 164-167.	Colombia	Ingeniería	Presentar una propuesta de clase mediada por los mapas conceptuales en la cual se analizan varias etapas fundamentales de la comprensión de los conceptos: la memorización de aspectos fundamentales, la representación de los mismos en un código personal, su traducción a un código socialmente aceptado y el entendimiento que se consigue a partir de la interacción con distintos agentes del proceso, como son sus compañeros, el profesor y los textos utilizados, para construir un aprendizaje significativo del concepto objeto de estudio.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Alumnos de las asignaturas de <i>Ingeniería del Conocimiento y Cálculo en Varias Variables</i> del primer ciclo (grado) y en <i>Gestión del Conocimiento</i> del segundo ciclo (postgrado) del curso de Ingeniería (no cita cuántos).	<ul style="list-style-type: none"> * El profesor muestra el programa de la asignatura a través de un mapa conceptual destacando cómo se relacionan los conceptos. * Para realizar el proceso final de síntesis, los alumnos debían escribir en pequeños grupos un ensayo que reflejase todo el proceso individual y colectivo por el cual pasaron en la adquisición personal y social del concepto tratado y exponer a sus colegas y expertos el proyecto realizado. 	La aplicación en clase para la comprensión y el aprendizaje significativo junto con herramientas de explotación y estructuración del conocimiento con mapas conceptuales permite que los alumnos se muestren más motivados para realizar las actividades propuestas y se sientan más responsables en la construcción de su propio conocimiento.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DELGADO, M.L.R.S. (2006). Las estrategias de aprendizaje, un recurso cognitivo. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 147-150.	México	No específica	Evaluar, en la educación superior, el impacto que el uso de estrategias cognitivas, proporciona en los alumnos en el vínculo saber-pensar (aprender a aprender).	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin. Constructivismo de Kant.	Alumnos del cuarto semestre de la asignatura de Artes y Humanidades III de la Preparatoria 9 de la Universidad Autónoma de Nuevo León (no cita cuántos, ni de qué curso de grado).	Estudio cuasi-experimental con diseño pretest y postest con grupo controle no aleatorio. La variable independiente fue las estrategias cognitivas de aprendizaje y la variable dependiente fue aprender a aprender (proceso cognitivo). La estrategia cognitiva consistió en el uso de mapas conceptuales.	* Los alumnos que utilizan estrategias cognitivas en el proceso de aprendizaje desarrollan más la habilidad numérica, el raciocinio verbal y la velocidad y exactitud en relación a los que no utilizan ese tipo de estrategia.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	SOARES, M.T.; VALADARES, J. (2006). Using concept maps as a strategy to teach physics, in particular the topic of acoustics. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 279-283.	Portugal	Física	Presentar los resultados sobre una investigación-acción sobre estrategias de enseñanza de la acústica desarrollada en una clase con ambiente constructivista de aprendizaje.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin. Teoría de la Mediación de Vygotsky.	55 estudiantes de Enseñanza Secundaria.	* Comparación de los resultados de un grupo experimental (clase constructivista) con los resultados de un grupo control (clase tradicional). * En el grupo experimental, los mapas conceptuales fueron construidos: a) individualmente, antes de la enseñanza de la acústica; b) en grupos durante la enseñanza de la acústica e c) individualmente, después de la enseñanza de la acústica.	* Fue posible observar una evolución conceptual en el grupo experimental. * Los alumnos tuvieron dificultades en establecer relaciones cruzadas, tal vez por la poca experiencia con mapas conceptuales o por no poseer una estructura super-organizada suficiente en el campo de la acústica. * En términos generales, la exactitud científica de las conexiones entre conceptos fue bastante aceptable. * Los resultados obtenidos del análisis de los mapas conceptuales construidos antes de la enseñanza de la acústica muestran la eficiencia de la elaboración de mapas conceptuales en clase, cuando esos mapas son realizados en un ambiente constructivista e investigativo.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	BEIRUTE, L.; CORTÉS, G.; GARCÍA, S.; MEZA, A. (2006). La construcción de mapas conceptuales en edad preescolar. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 143-146.	Costa Rica	No específica	Presentar ejemplos de mapas conceptuales presentados por niños entre 3 y 6 años siguiendo una metodología de trabajo especialmente planificada en el Instituto Educativo Moderno, de Costa Rica.	Teoría de Desarrollo Cognitivo de Piaget.	Niños preescolares con edades entre 3 y 6 años (no cita cuántos).	<p>* La docente de cada grupo seleccionaba un tema de interés.</p> <p>* Los niños empezaban su participación recordando la información que ya sabían a respecto del tema y la profesora los invitaba a dibujar ese conocimiento por medio de una figura que desde ese momento se llamaría <i>mapa</i>.</p> <p>*La docente ofrecía un carrete de hilo y lo colocaba en el punto de partida del mapa conceptual. A partir de ese punto, los niños iniciaban de forma natural el proceso de “hacer agrupamientos” de los materiales seleccionados, utilizando sus criterios de clasificación, mediados por el profesor.</p> <p>* Los hilos representaban las conexiones entre los conceptos.</p>	<p>* En las edades entre 3 y 4 años: los niños realizan agrupamientos eligiendo criterios de clasificación en los que las proposiciones no requieren palabras de enlace que definan el tipo de relación. Simplemente se realizan por inclusión y de forma intuitiva, explicando verbalmente las relaciones.</p> <p>* En las edades entre 5 y 6 años: los niños realizan las clasificaciones apareciendo subclases y se manifiesta el proceso de seriación por medio de la ordenación. Las proposiciones ya aparecen claramente diferenciadas porque existe una conexión entre los objetos. Otro elemento importante es que intentan hacer relaciones cruzadas (indicando la presencia de esquema de reversibilidad) donde tratan de unir diferentes segmentos del mapa.</p> <p>* Los resultados manifiestan la presencia de las etapas del desarrollo de la estructura cognitiva en la elaboración de los mapas conceptuales en niños en edad preescolar.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	CARNOT, M.J.; STEWART, D. (2006). Using concept maps in college level psychology and social work classes. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 292-295.	Estados Unidos	Psicología y Servicio Social	Relatar el uso de los mapas conceptuales en nivel universitario en clases de Psicología y Servicio Social.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	Estudiantes de Psicología y Servicio Social de las asignaturas de "Psicología Cognitiva" y "Cultura y Psicología"	<p>* En Psicología, en la asignatura de <i>Psicología Cognitiva</i>, los mapas conceptuales fueron utilizados como organizadores avanzados para lecturas con oportunidades ocasionales para la construcción de mapas por parte de los alumnos en pequeños grupos durante las clases. En las clases de <i>Cultura y Psicología</i> los alumnos elaboraron mapas para cada capítulo leído del libro de texto.</p> <p>* En Servicio Social, la profesora utilizó los mapas conceptuales para presentar modelos complejos y teorías.</p> <p>* No hubo una mensuración formal sobre las respuestas de los estudiantes a respecto de los mapas conceptuales.</p>	<p>* Los alumnos inicialmente estaban preocupados a respecto de crear mapas conceptuales y expresaron el deseo de construir resultados (<i>outcomes</i>) como alternativa.</p> <p>* Los alumnos tienden a beneficiarse más cuando construyen activamente los mapas conceptuales o cuando se les pide que piensen activamente sobre los mapas y los apliquen a nuevas situaciones.</p> <p>* Los alumnos se implicaron más significativamente con mapas, los cuales los implicaron en problemas y tópicos que podrían más fácilmente ser relativos a la vida real y sus aplicaciones. Además, fue benéfico construir mapas que fuesen posteriormente editados y evaluados, o usados como base para nuevos mapas conceptuales. Esto sugiere que en lugar de pedir que los estudiantes elaborasen semanalmente mapas conceptuales sobre capítulos individuales, se les podría pedir a los estudiantes que empezasen a construir un mapa conceptual general del dominio, con actualizaciones semanales.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	AÑEZ, O.; FERRER, K.; VELAZCO, W. (2006). Una propuesta didáctica basada en la aplicación de mapas conceptuales y trabajo cooperativo en aulas con elevada matrícula estudiantil. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 258-261.	Venezuela	Química	1) Evaluar el aprendizaje significativo alcanzado por estudiantes del Curso Propedéutico de Química de la Escuela de Bioanálisis de la Universidad de Zulia a través de la aplicación de mapas conceptuales como técnica de explotación de la estructura cognitiva al principio y al final del proceso de aprendizaje. 2) Aplicar el trabajo cooperativo como estrategia para que el alumno alcance un mayor nivel de formación y conceptualización.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin. Teoría de la Mediación de Vygotsky.	60 estudiantes de un Curso Propedéutico de Química.	1ª etapa: descubrimiento, por medio de mapas conceptuales, de las ideas previas de los estudiantes. 2ª etapa: exposición oral del profesor; actividades de discusión, confrontación de ideas y auto-reflexión; lecturas críticas, resolución de problemas numéricos; juegos de construcción de preguntas y explicación. 3ª etapa: actividades de síntesis; evaluación del aprendizaje y retroalimentación a través de la elaboración de un mapa conceptual. La evaluación de los mapas conceptuales tuvo en cuenta las proposiciones válidas, jerarquía, relaciones cruzadas y ejemplos.	* Hubo avance significativo en las proposiciones explicativas del tema, aunque en el resto de los criterios no se haya observado un avance en los mapas posteriores. * La ausencia de relaciones cruzadas puede haber sido por (1) falta de cooperación entre los miembros del grupo; (2) rigidez de sus esquemas para realizar mapas conceptuales con otra forma que no sea la lineal, reflejando, así, aprendizajes memorísticos y poco significativos; (3) mediación cognitiva del profesor insuficiente para aclarar dudas surgidas en todos los alumnos simultáneamente durante el desarrollo de las actividades. * De los diez mapas evaluados antes de la instrucción, cinco presentaron errores conceptuales que desaparecieron en el mapa posterior. * Ambas estrategias fueron consideradas herramientas excelentes para mejorar la comprensión de un tema de estudio y como medio para facilitar la construcción de conocimientos.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	ZEPURE SAMAWI, R.N. (2006). The effect of concept mapping on critical thinking skills and dispositions of junior and senior baccalaureate nursing students. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 233-236.	Estados Unidos	Enfermería	Explotar el efecto de la elaboración de mapas conceptuales en las habilidades de pensamiento crítico y disposiciones de estudiantes de nivel júnior del grado en Enfermería.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	77 estudiantes de grado en Enfermería.	Los estudiantes fueron divididos en grupo experimental y control. Los estudiantes del grupo experimental elaboraron dos mapas conceptuales a lo largo del semestre. Fueron usados el <i>California Critical Skill Test (CCTST)</i> y el <i>California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI)</i> para medir las variables. Los mapas fueron evaluados a través de los criterios de Novak y Gowin (1984).	* Los resultados del pretest no fueron significativamente diferentes entre los dos grupos. * Los resultados de CCTST y CCTDI del postest tampoco se fueron significativamente diferentes entre los dos grupos. * No hubo relación entre los resultados de habilidades de pensamiento crítico y disposición. * Los estudiantes de Enfermería que utilizaron mapas conceptuales no mostraron aumento en sus notas de CCTST y CCTDI en el postest. * Los primeros mapas conceptuales mostraron menos conceptos y relaciones en comparación con los mapas subsiguientes, dando soporte a la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. * Los resultados de ese estudio sugieren que la elaboración de mapas conceptuales dispara el gatillo del pensamiento crítico, que guía al estudiante en la dirección del compromiso con el aprendizaje significativo.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	BOLTE, L.A. (2006). Reflections on using concept maps in teaching mathematics. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 213-216.	Estados Unidos	Matemáticas	Presentar una breve visión sobre cómo los mapas conceptuales pueden ser usados en una variedad de cursos de matemáticas y reflexiones sobre su uso en un curso de geometría como medio de categorización del desarrollo de los conceptos geométricos de los estudiantes en términos de los niveles de van Hiele.	No cita.	Estudiantes de la carrera de Matemáticas (no cita cuántos).	El profesor realizó una lista de conceptos, a la cual se añadieron otros conceptos a partir de la necesidad de los estudiantes y a partir de las concepciones alternativas también presentes en los estudiantes. Se utilizaron mapas conceptuales juntamente con materiales analíticos e interpretativos a través de los cuales los estudiantes expandieron las relaciones indicadas en el mapa. Las palabras de conexión usadas en el mapa no necesariamente forman sentencias completas o pensamientos porque los estudiantes prefieren mantener el mapa "breve" y frecuentemente confían en los materiales para la expansión y explicación.	* La mayoría de los estudiantes consideró el proyecto útil, indicando que se profundizó en la comprensión de las Matemáticas, sin embargo algunos estudiantes continuaron indicando que prefieren asignaturas más computacionales, menos <i>open-ended</i> , que requieren menos compromiso. * El uso de un material de apoyo interpretativo ayudó algunos estudiantes a refinar sus ideas expresadas en el mapa, mientras que otros consideraron que obstaculizaba el completo desarrollo de su mapa conceptual. * Desde la perspectiva del profesor, los mapas conceptuales proporcionan un medio explícito para discernir sobre la profundidad del pensamiento del estudiante.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	ABRAMS, R.; WHITEHORNE, R.; ROSEN, A.; BISH, C.; LEIBOWITZ, J.; KUNZ, J. (2006). Teaching concept mapping las assessment to teacher candidates. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 217-220.	Estados Unidos	Educación	Informar la comunidad sobre las formas en las que la enseñanza de la elaboración de mapas conceptuales tuvo éxito y sobre las formas en las que la enseñanza fracasó.	No cita.	Estudiantes de Maestría en Arte de Enseñar (no cita cuántos).	El curso instruyó los candidatos a profesores para construir mapas conceptuales sobre el mismo tema utilizado por el profesor para crear un mapa conceptual. La intención era enseñar a evaluar un mapa.	* Todos los candidatos a profesores fueron capaces de crear mapas conceptuales representando su conocimiento. * La mayoría de los candidatos a profesores fue capaz de usar sus propios mapas como auxilio en sus actividades de enseñanza. * Los candidatos a profesores pensaban que las reglas de sus escuelas les impedirían insertar los estudiantes en cursos de preparación para la utilización de mapas conceptuales. * Se debe formar una comunidad de colaboración en mapas conceptuales.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	VENDITTI, P.; SABBA, C. (2006). Teaching concept mapping to children in very difficult circumstances. An experience. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 221-224.	Italia	Matemáticas y Ciencias	Describir una experiencia de elaboración de mapas conceptuales en la primera clase de primaria de una escuela donde los estudiantes tienen alto riesgo de fracaso escolar. Responder a dos preguntas: 1) ¿Vale la pena enseñar la elaboración de mapas conceptuales para niños denominados por la UNICEF como “niños en circunstancias muy difíciles”? y 2) ¿Por qué sería importante enseñarles a elaborar mapas conceptuales? ¿Solamente para que mejoren cognitivamente? ¿O será que esa estrategia puede ayudar a que niños de riesgo mejoren sus emociones, auto concepto y competencias sociales?	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Teoría de la Mediación de Vygotsky.	Niños del primer curso de primaria (no cita cuántos).	Las profesoras utilizaron estrategias que contemplasen procedimientos de aprendizaje en cooperativo, elaboración de mapas conceptuales y laboratorio didáctico.	El uso simultáneo de diferentes estrategias de enseñanza y la individualización de la Enseñanza permiten conseguir un aprendizaje significativo, cooperativo y compartido para todos los niños y hace posible también que estudiantes con dificultades se involucren en las actividades escolares. Esas actividades promueven el aprendizaje significativo basado en problemas reales, en experiencias significativas y en grupos en los cuales la distribución de tareas permita implicar cada tipo de inteligencia.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	SCOTT, D.; PELLEY, J. TAYLOR, L. (2006). The use of concept mapping in integrative learning with allied health profession students. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 237-239.	Estados Unidos	Educación Física y Terapia Ocupacional	Investigar el papel de la elaboración de mapas conceptuales con el aprendizaje integrador en elaboración individual de mapa conceptual en comparación con la elaboración de mapas en grupos en estudiantes de un programa de Maestría en Entrenamiento Atlético y un programa de Maestría en Terapia Ocupacional.	No cita.	91 alumnos de postgrado: 32 de la Maestría en Entrenamiento Atlético y 59 de la Maestría en Terapia Ocupacional.	Los estudiantes participaron de dos sesiones de elaboración de mapas conceptuales y se les solicitó que completasen sus mapas conceptuales individuales como tarea de casa. Las medidas para cada estudiante incluyeron la puntuación individual de cada mapa; el tiempo utilizado para completarlo individualmente; la puntuación del mapa del grupo y el cambio entre la puntuación del mapa individual en relación al mapa de grupo.	* Las actividades de elaboración de mapas conceptuales en grupo ayudan los estudiantes individuales a enseñar a otros estudiantes y a aprender nuevas formas de relacionar conceptos. * Las actividades de aprendizaje cooperativo también permiten a los estudiantes ganar <i>insights</i> y entender preferencias de aprendizaje diferentes de las suyas y estimulan el respeto a esas diferencias. * Los estudiantes aparentaron preferir la elaboración de mapas conceptuales en grupo en comparación a la actividad de elaboración de mapas conceptuales individuales.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	VAKILIFARD, A.; ARMAND, F.; BARON, A. (2006). The effects of 'concept mapping' on second language learners' comprehension of informative text. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 233-236	Canadá	Filología	Desarrollar, delinear e implementar actividades de lectura, incluyendo mapas conceptuales en una secuencia de enseñanza de manera que dé soporte a la comprensión de textos informativos en el contexto de una clase de lengua extranjera.	No cita.	18 estudiantes adultos de lengua extranjera.	Los estudiantes fueron divididos en grupo experimental y control. El instrumento de medida fue un cuestionario de preguntas textuales implícitas y explícitas. Otra parte de los datos fue recogida por medio de un cuestionario de autoevaluación que examinó los alumnos sobre sus percepciones a respecto de las dificultades con el texto y la efectividad de las estrategias (vocabulario x mapas conceptuales). Los profesores elaboraron mapas conceptuales sin palabras de conexión y los alumnos del grupo control debían completarlos de modo que creasen proposiciones con sentido.	* El grupo experimental demostró mejor desempeño en las tareas de comprensión en comparación que el grupo control. * Los resultados del cuestionario de autoevaluación indicaron que casi todos los miembros del grupo experimental apuntaron que el uso de los mapas conceptuales los condujo a una mejor comprensión textual por presentar, antes de nada, la organización y la estructura de los textos, identificando las principales ideas presentes en los textos. * La estrategia también facilitó el aprendizaje del vocabulario por traer nuevamente los conceptos más importantes y las relaciones existentes entre ellos.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	LARA, J.R.L.; GARCÍA, F.M.G. (2006). Percepciones de los medicos sobre la relación con el paciente. Un estudio con mapas conceptuales. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping. San José. pp. 200-203.	España	Medicina	Explotar el conocimiento de los médicos en el área de la relación médico-paciente a través del uso de mapas conceptuales.	Teoría de la Educación de Novak.	10 médicos de familia (7 hombres y 3 mujeres) con experiencia mínima de 10 años.	La recogida de datos fue realizada a través de entrevista semiestructurada (modelo de Pines et al., 1998) con formato flexible. El análisis de las entrevistas (previamente grabadas y transcritas) fue realizado mediante el análisis proposicional de conceptos y mapas conceptuales con enfoque descriptivo.	* Los resultados indicaron que los entrevistados consideran la confianza y la ausencia de tensiones los requisitos esenciales y la actitud demandante del paciente y la falta de honestidad los principales obstáculos para la relación médico-paciente. * La elaboración de mapas conceptuales puede ser un medio concreto para convertir en explícitos muchos de los conocimientos tácitos e implícitos y la necesidad de actividades específicas dirigidas a sistematizar el conocimiento implícito de los profesionales. *La utilidad de los mapas conceptuales para representar la estructura de conocimientos "no científicos" no debe ser diseñada.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	KRUMMENAUER, W.L.; COSTA, S.S.C. (2009). Mapas conceituais como instrumentos de avaliação na educação de jovens e adultos. <i>Experiências em Ensino de Ciências</i> , 4(2): 33-38.	Brasil	Física	Relatar una experiencia con éxito de enseñanza de Física con una clase de Enseñanza Secundaria de la modalidad Educación de Jóvenes y Adultos (EJA) en la cual se utilizó la construcción de mapas conceptuales como instrumentos de evaluación.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	40 alumnos de la Enseñanza Secundaria de la modalidad EJA.	Se les pidió a los alumnos que, en grupos, elaborasen mapas conceptuales del contenido trabajado. Antes de la construcción, se les presentó ejemplos de mapas conceptuales de otros temas, a título de demostración. Primeramente los mapas fueron construidos en el papel y presentados por los autores de cada grupo para toda la clase. Después de la presentación y discusión, los grupos elaboraron las versiones finales de sus mapas.	<ul style="list-style-type: none"> * En los primeros mapas conceptuales, los principales conceptos aparecieron, mas el uso de conectores no fue bien explotado. * La falta de hábito de construir mapas conceptuales fue el principal obstáculo. * La discusión de los mapas fue importante, pues fomentó la participación con críticas y/o sugerencias de alteraciones en el mapa. * Los mapas finales demostraron un crecimiento en la estructuración de los conceptos y en el uso de los conectores. * Algunos alumnos poseen dificultades en el uso de la matemáticas, equivocándose en operaciones básicas en algunos ejercicios, pero en los mapas eso no ocurre. * Los mapas permiten al profesor tener una buena ideas sobre cómo los alumnos jerarquizan y organizan los principales conceptos en su estructura cognitiva. * El uso de mapas conceptuales es una potente herramienta en la evaluación del aprendizaje del alumno y, al mismo tiempo, en la organización del pensamiento del alumno sobre un conocimiento específico. * Se notó la superación del miedo del ordenador. Muchos alumnos nunca habían trabajado con esa tecnología y la construcción de mapas conceptuales a través de un programa computacional fue un obstáculo a ser superado.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	DUSO, L.; BORGES, R.M.R. (2009). Projetos integrados na educação formal. <i>Experiências em Ensino de Ciências</i> , 4(2): 21-32.	Brasil	Ciencias	Describir la utilización de proyectos interdisciplinarios en el área de Ciencias de la Naturaleza, Matemáticas y sus tecnologías en una escuela de Enseñanza Secundaria y Técnica.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.	Alumnos de la Enseñanza Secundaria y Técnica (no cita cuántos).	Los alumnos elaboraron mapas conceptuales a partir de anotaciones de la película "Una verdad inconveniente" para que los profesores pudiesen identificar los conocimientos previos de esos estudiantes.	<ul style="list-style-type: none"> * Utilizar la estrategia de mapas conceptuales favoreció la identificación de los conceptos que los estudiantes traían consigo, auxiliando en la organización y interrelación de las ideas y en la búsqueda de nuevos conocimientos, resultando en un nuevo resignificar conceptual.

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	VENÂNCIO, S.; KATO, L.A. (2008). A utilização de mapas conceituais em la identificação da aprendizagem significativa crítica em una atividade de modelagem matemática. <i>Experiências em Ensino de Ciências</i> , 3(2): 57-68.	Brasil	Matemáticas	<ul style="list-style-type: none"> * Averiguar indicios de la presencia de aprendizaje significativo crítico, en estudiantes de la Enseñanza Secundaria, utilizando el modelado matemático como estrategia de enseñanza, en un tema de interés colectivo. * Demostrar que es posible desarrollar el aprendizaje significativo mediante estrategias de enseñanza y evaluación diferenciadas. Vislumbrar entre estas estrategias el modelado matemático y los mapas conceptuales como instrumentos facilitadores del aprendizaje significativo crítico. 	Visión Crítica de la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	19 alumnos del primer año de la Enseñanza Secundaria.	<p>1ª actividad: producción de un texto libre por parte de los alumnos.</p> <p>2ª actividad: presentación de un texto informativo por parte del profesor.</p> <p>3ª actividad: confección de los mapas conceptuales por parte de los alumnos.</p> <p>4ª actividad: modelado matemático.</p> <p>5ª actividad: nueva confección de mapas conceptuales por parte de los alumnos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Se observó, en los mapas conceptuales presentados por los estudiantes, indicios que revelaron el aprendizaje significativo crítico. * La producción de un texto libre sobre sus conocimientos previos del tema apuntó una preocupación en relación al asunto, pero no fundamentada en argumentos científicos. * La clase informativa (texto y video) y las discusiones derivadas de ésta favorecieron la percepción y representación del problema. * Los mapas muestran explícita o implícitamente un modelo de cómo los alumnos ven la situación y apuntan que esta visión está muy relacionada con la su interacción personal con el problema. * El modelado matemático contribuyó para el aprendizaje significativo crítico al ser considerado como material potencialmente significativo.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación 2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	SILVA, G.; SOUSA, C.M.S.G. (2007). O uso de mapas conceituais como estrategia de promoção e avaliação da aprendizagem significativa de conceitos da Calorimetria, em nível médio. <i>Experiências em Ensino de Ciências</i> , 2(3): 63-79.	Brasil	Física	Verificar la eficiencia de la utilización de mapas conceptuales, como estrategia de enseñanza de los conceptos de la Calorimetría, en el proceso de promoción y evaluación del aprendizaje significativo, de alumnos de 2º curso de la Enseñanza Secundaria.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.	Dos clases de 2º curso de la Enseñanza Secundaria (no cita cuántos alumnos).	Una clase integró el grupo experimental y la otra clase integró el grupo control. Los procedimientos empleados en ese estudio fueron: a) construcción de mapas conceptuales; b) evaluación del aprendizaje a través de tests (pretest y postest), exámenes y mapas conceptuales; c) registro de eventos durante las clases en un diario de campo y d) cuestionarios de opinión.	<ul style="list-style-type: none"> * Los mapas conceptuales constituyen un valioso instrumento en el proceso de promoción y de evaluación de las evidencias del aprendizaje significativo. * Los autores esperaban un desempeño mejor de los alumnos en relación al aprendizaje de los conceptos de la Calorimetría, pero quedó claro que el corto período de tiempo de desarrollo del estudio puede haber contribuido decisivamente para ese cuadro. * Los tests aplicados a los estudiantes de ambos grupos revelaron que existen comprensiones conceptuales iniciales equivocadas o confusas cuando interpretan algunos fenómenos térmicos cotidianos. Sin embargo, los alumnos que participaron del proceso de construcción de los mapas conceptuales tuvieron un mejor desempeño en estos mismos tests, haciendo creer que hubo aprendizaje. * Según la opinión de la mayoría de los alumnos del grupo experimental, la construcción de mapas conceptuales ayuda en el aprendizaje y proporciona una mejor organización de las ideas sobre el conocimiento que se está asimilando.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	TOIGO, A.M.; MOREIRA, M.A. (2008). Relatos de experiência sobre o uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação em três disciplinas do curso de Educação Física. <i>Experiências em Ensino de Ciências</i> , 3(2): 7-20.	Brasil	Educación Física	Presentar un relato de experiencia sobre el uso de mapas conceptuales en tres asignaturas del curso de Educación Física (Desarrollo Motor, Fisiología del Ejercicio y Biomecánica).	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.	Alumnos del curso de Educación Física (no cita cuántos).	a) Desarrollo Motor: los alumnos fueron evaluados a través de mapas conceptuales. b) Fisiología del Ejercicio: los alumnos fueron evaluados a través de mapas conceptuales y exámenes escritos. c) Biomecánica: los alumnos fueron evaluados a través de mapas conceptuales y exámenes escritos.	* Además de la buena aceptación del instrumento por parte de los alumnos y del reconocimiento de su potencialidad como recurso didáctico, la profesora-investigadora percibió evolución en la conceptualización en función de la recursividad de la evaluación y de la creciente complejidad en las presentaciones y discusiones. * El uso de los mapas conceptuales parece haber incrementado la predisposición para aprender por parte de los alumnos.
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	NUNES, P.; DEL PINO, J.C. (2008). Mapa conceitual como estratégia para avaliação da rede conceptual estabelecida pelos estudantes sobre o tema átomo. <i>Experiências em Ensino de Ciências</i> , 3(1): 53-63.	Brasil	Química y Biología	* Presentar un análisis de una de las estrategias propuestas durante la realización de un proyecto que propone un trabajo interrelacionado entre las asignaturas de Química y Biología. * Investigar si hay aprendizaje significativo de los conceptos de Química por parte de los estudiantes en una propuesta integradora de estos componentes curriculares.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.	34 estudiantes del primer año de la Enseñanza Secundaria.	* Construcción de un mapa conceptual sobre el concepto de átomo. * Evaluación de los mapas utilizando los siguientes criterios: a) clasificación de las conexiones propuestas cuanto a la utilidad (incorrectas, incompletas y útiles); b) clasificación de las conexiones previamente caracterizadas como útiles en ejemplo; hecho fundamental; indica una conexión que es explicada por otra conexión. * Además del análisis de las conexiones se observaron los conceptos en que los estudiantes presentaron más errores o dificultades. * Los mapas también fueron encuadrados en 4 categorías establecidas de acuerdo con el porcentaje de conexiones útiles.	* Hubo un porcentaje significativo de estudiantes cuyos mapas conceptuales presentaron más de 50% de conexiones útiles. Sin embargo ese dato también llevó a identificar que varios conceptos debían ser retomados con la clase para evidenciar las relaciones existentes entre los mismos. * Buena parte del material analizado indicaba la existencia de proposiciones incompletas y, cuando individualmente se cuestionaba el estudiante sobre las mismas, su respuesta estaba correcta. Eso muestra la inseguridad del estudiante con relación a la evaluación. * Durante la aplicación de esta estrategia se observó que algunos estudiantes tuvieron dificultad en la construcción de los mapas, principalmente para explicitar las relaciones entre conceptos, lo que puede ser atribuido, también, al hecho de que los estudiantes no están habituados a ese tipo de actividad. * Los mapas conceptuales pueden facilitar el proceso de reestructuración del pensamiento, ya que proporcionan una interrelación de conceptos hecha de manera consciente por el estudiante y posibilitan que éste perciba cuáles son sus dudas, lo que lleva a una autonomía en el aprendizaje. * La construcción y reconstrucción de mapas conceptuales pueden llevar el estudiante a una mejor organización y jerarquización de conceptos, lo que ayuda a alcanzar un aprendizaje significativo.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	MELERO-ALCÍBAR, R.; CARPENA, M.G. (2006). Los mapas conceptuales como herramienta didáctica para la enseñanza de ciencias en Terapia Ocupacional. <i>Experiências em Ensino de Ciências</i> , 1(3): 01-08.	España	Terapia Ocupacional	Describir una experiencia realizada utilizando mapas conceptuales con alumnos del primer año de Terapia Ocupacional.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	69 alumnos del primer año de Terapia Ocupacional.	<ul style="list-style-type: none"> * Hubo un entrenamiento en elaboración de mapas conceptuales para el grupo experimental, formado por 21 alumnos. * Los alumnos elaboraron, en grupos, mapas conceptuales sobre el tema <i>Síndrome de Down</i>. * Los alumnos presentaron los mapas conceptuales para la clase, habiendo una discusión sobre los mismos. * Hubo presentación de un nuevo tema (<i>Parálisis Cerebral</i>). * Nuevamente los alumnos elaboraron y presentaron mapas conceptuales (también en grupos). * Se les solicitó a los alumnos que realizaran una evaluación técnica (anónima) sobre el trabajo y se realizaron evaluaciones a través de tests. 	<ul style="list-style-type: none"> * La media de los resultados del grupo experimental (que trabajó con mapas conceptuales como herramienta metacognitiva) fue más elevada, lo que significa que hubo una mejora substancial en los resultados de los estudiantes. * Se recibieron 18 evaluaciones personales de los alumnos, todas de acuerdo en que la técnica de los mapas conceptuales es una buena estrategia de estudio.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	MENDONÇA, C.A.S.; SILVA, A.M.; PALMERO, M.L.R. (2007). Uma experiência com mapas conceituais na educação fundamental em uma escola pública municipal. <i>Experiências em Ensino de Ciências</i> , 2(2): 37-56.	Brasil	Biología	Analizar la influencia del uso de los mapas conceptuales en el aprendizaje de los alumnos de la enseñanza primaria en una clase con alumnos de varios cursos.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak.	13 alumnos de 3° y 4° curso de la enseñanza primaria.	<ul style="list-style-type: none"> * Los alumnos elaboraron mapas conceptuales sobre el contenido <i>agua</i>. * Se hizo un análisis cualitativo de los tres mapas conceptuales elaborados por cada alumno comparándolos a un mapa elaborado por un especialista. 	<ul style="list-style-type: none"> * La experiencia permitió indagar la idoneidad de los mapas conceptuales en un contexto aún no estudiado (escuela rural con alumnos de varios cursos). * Hubo diferencia significativa en los conceptos construidos antes, durante y después del contenido trabajado en clase, a partir de la secuencia pedagógica. * Hubo alguna resistencia a incorporar en los mapas conceptuales conceptos que ya habían sido seleccionados en mapas anteriores. * Se detectaron algunas dificultades en la jerarquización de conceptos. * El uso de los mapas conceptuales generó mayor interés y motivación por el aprendizaje por parte de los alumnos.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	KILIC, G. B. (2003). Concept maps and language: a Turkish experience. <i>International Journal of Science Education</i> , 25(11): 1299-1311.	Turquía	Filología	Verificar cómo los hablantes de la lengua turca nativos representan las relaciones en un mapa conceptual si a ellos no se les enseñó un método de escritura de esas relaciones.	Teoría de la Educación de Novak.	134 estudiantes del tercer año de Pedagogía en la asignatura de “Métodos de Enseñanza de Ciencias para Años Iniciales”.	<ul style="list-style-type: none"> * El investigador les enseñó a los alumnos cómo elaborar mapas conceptuales. * Si los participantes no escribían las relaciones entre los conceptos, el investigador conducía una corta entrevista no estructurada con el participante para establecer la razón por la cual la relación no fue escrita. * Se excluyeron los mapas conceptuales de participantes que ya poseían conocimiento previo sobre la técnica y, al final, restaron 55 mapas para análisis. 	<ul style="list-style-type: none"> * Los datos de la entrevista indicaron que algunos estudiantes tuvieron dificultades en escribir las relaciones entre los conceptos. Cuatro de ellos prefirieron decir verbalmente las relaciones y dos prefirieron escribir las relaciones en un párrafo aparte. * Sólo 18 de los 55 estudiantes escribieron las relaciones entre conceptos con pocas palabras como en mapas conceptuales en inglés. Veintinueve estudiantes escribieron las relaciones en las líneas con frases completas. * Basándose en esos resultados, fueron propuestas tres recomendaciones para la elaboración de mapas conceptuales en la lengua turca: 1) escribir las relaciones entre los conceptos en las líneas utilizando frases completas; 2) escribir las relaciones entre conceptos en párrafos cortos debajo del mapa y 3) explicar las relaciones entre conceptos verbalmente. * Los problemas en el desarrollo de los mapas conceptuales en turco tienen su origen en las características del lenguaje, cuya estructura es diferente del inglés. Problemas similares probablemente se pueden encontrar en el uso de mapas conceptuales en otros países cuya característica del lenguaje es diferente del inglés.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	SLOTTE, V.; LONKA, K. (1999). Spontaneous concept maps aiding the understanding of scientific concepts. <i>International Journal of Science Education</i> , 21(5): 515-531.	Finlandia	Medicina	Determinar: a) qué tipos de mapas conceptuales construyen espontáneamente los participantes; b) si los conceptos y las proposiciones más esenciales de los mapas conceptuales también se encontrarían en una tarea del tipo inventario y c) si la exactitud de los mapas conceptuales refleja una probabilidad estadística de entendimiento de los conceptos presentados en un texto complejo.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	502 candidatos a la plaza de residencia médica (de los cuales, 36 produjeron mapas conceptuales)	<p>* Se entregó un texto a los participantes, los cuales tenían 1 hora para leerlo en silencio.</p> <p>* En las instrucciones de lectura estaban indicadas las respuestas del tipo inventario, las cuales serían puntuadas tanto por el contenido como por la claridad de la presentación. Antes de entregar esas cuestiones, se recogían los textos y los mapas conceptuales, los cuales no se les devolvía a los participantes.</p> <p>* La puntuación de los mapas conceptuales fue calculada por el número de conceptos y ejemplos válidos y por el número de relaciones entre conceptos o palabras. El número de conceptos y relaciones fue indicador de la extensión y complejidad de los mapas.</p> <p>* Los mapas conceptuales fueron puntuados separadamente de las respuestas a las tareas tipo inventario por dos evaluadores.</p>	<p>* Los resultados, en general, mostraron que los mapas conceptuales hechos espontáneamente variaron substancialmente en extensión y complejidad.</p> <p>* La elaboración de mapas con los conceptos relevantes tuvo poco efecto en cómo esos conceptos fueron definidos y explicados. Además, el mero apareamiento del concepto central en el mapa tuvo una ventaja sólo limitada en el raciocinio inferencial y en la aplicación de los conceptos científicos, mientras que la omisión de conceptos relevantes y ejemplos de mapas fue relacionada a la inhabilidad en aplicarlos.</p> <p>* Los estudiantes que elaboraron mapas conceptuales demostraron mejoras académicas superiores en relación a los que no elaboraron mapas conceptuales.</p> <p>* La exactitud de los mapas conceptuales espontáneos está relacionada a la comprensión del texto científico.</p> <p>* Los mapas conceptuales parecen mejorar la formación de modelos mentales, que proporcionan el contexto para el entendimiento y construcción de inferencias sobre cómo pueden ser aplicadas diferentes teorías, es decir, un modelo de situación relevante para el texto.</p> <p>* Los mapas conceptuales espontáneos le dan al profesor un <i>insight</i> sobre la estructura y complejidad de las bases de conocimiento de los estudiantes.</p>

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
1. Mapas conceptuales como estrategia de evaluación	NICOLL, G.; FRANCISCO, J.; NAKHLEH, M. (2001). A three-tier system for assessing concept map links: a methodological study. <i>International Journal of Science Education</i> , 23(8): 863-875.	Estados Unidos	Química	Relatar un nuevo medio de evaluar la complejidad de mapas conceptuales no jerárquicos, altamente complejos.	Teoría de Desarrollo Cognitivo de Piaget.	56 estudiantes de la carrera de Química.	<p>* El método se centra en la información contextual de los mapas conceptuales – los <i>links</i> – implica un esquema de análisis de tres niveles para representar la <i>utilidad, estabilidad y complejidad</i> de los links de los estudiantes.</p> <p>* Los estudiantes participaron de entrevistas semiestructuradas. Una vez acabadas las entrevistas, fueron elaborados mapas conceptuales para cada entrevista, los cuales fueron codificados por 3 analistas.</p>	<p>* El esquema de análisis delineado fue aplicado con éxito en 56 mapas conceptuales representando los links de los estudiantes entre los conceptos de Química.</p> <p>El método ha sido útil para representar la complejidad de los <i>links</i> de los estudiantes en mapas conceptuales complejos de naturaleza no jerárquica. El método, sin embargo, podría ser fácilmente aplicado a mapas conceptuales jerárquicos para representar la complejidad de los <i>links</i> de los estudiantes en cualquier asignatura.</p> <p>* Ese método lleva a un nuevo enfoque que pone el objetivo en el conocimiento proposicional contenido en los <i>links</i>, en la estabilidad del conocimiento de los estudiantes y en el nivel de complejidad de los <i>links</i>.</p> <p>* Codificando los <i>links</i> como emergentes o definidos; estables o no y complejos o no, los profesores pueden obtener informaciones útiles sobre cómo los estudiantes están entendiendo el conocimiento que se les presenta. Ésta puede ser una técnica para captar en qué medida los estudiantes están asimilando una nueva información.</p>
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	TABER, K.S. (1994). Student reaction on being introduced to concept mapping. <i>Physics Education</i> , 29: 276-281.	Estados Unidos	Física	Verificar la reacción de los estudiantes al elaborar mapas conceptuales.	No cita.	Alumnos de la Enseñanza Secundaria en una clase de nivel A en Física.	<p>* Se hizo una explicación previa sobre los mapas conceptuales, pues los alumnos no estaban familiarizados con la técnica.</p> <p>* Los alumnos tenían aproximadamente 45 minutos para construir sus mapas conceptuales y, después de la tarea, deberían anotar sus reacciones sobre ese proceso.</p>	<p>* Los comentarios de los alumnos sugirieron que, por lo menos para algunos, la elaboración de mapas conceptuales es una actividad donde el alumno es capaz de realizar juicios sobre el aprendizaje en cuestión, lo cual puede formar la base para la programación de estudios futuros.</p>

Clasi-ficación	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	LIM, K.Y.; LEE, H.W.; GRABOWSKI, B. (2009). Does concept-mapping strategy work for everyone? The levels of generativity and learners' self-regulated learning skills. <i>British Journal of Educational Technology</i> , 40(4): 606-618.	Estados Unidos	No cita	<ul style="list-style-type: none"> * Verificar si las estrategias de elaboración de mapas conceptuales con diferentes niveles de producción (mapas conceptuales producidos por expertos; mapas conceptuales producidos parcialmente por los alumnos y mapas conceptuales totalmente producidos por los alumnos) influyen en la adquisición del conocimiento. * Verificar si diferentes niveles de habilidades de aprendizaje auto-regulada influyen en la adquisición de conocimiento. * Verificar si diferentes niveles de habilidades de aprendizaje auto-regulada afectan a la efectividad de diferentes estrategias de elaboración de mapas conceptuales. 	Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	124 estudiantes de varias carreras, en la asignatura de Estadística.	<ul style="list-style-type: none"> * El nivel más alto de producción fue obtenido a través de una actividad donde los estudiantes elaboraron solos los mapas conceptuales. * El nivel intermedio de producción fue obtenido a través de la construcción, por parte de los alumnos, de mapas conceptuales en los cuales había que introducir los conceptos o palabras de conexión. * El nivel más bajo de producción fue obtenido cuando los alumnos consultaron mapas conceptuales realizados por especialistas. * Fue utilizado un cuestionario de estrategias motivacionales de aprendizaje para medir las habilidades de aprendizaje de autorregulación de los alumnos, y un test de selección múltiple para verificar el aprendizaje de los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> * La estrategia utilizada por los estudiantes de construir mapas conceptuales solos se mostró más efectiva que la estrategia de construcción parcial de mapas conceptuales en lo que se refiere a la adquisición de conocimiento. * Los estudiantes que trabajaron con mapas conceptuales parcialmente producidos por ellos mismos no tuvieron mejores desempeños que el grupo que trabajó por mapas conceptuales elaborados por especialistas, en la medida de conocimiento, indicando que la acción de completar un mapa conceptual puede no ser efectiva para ayudar a los estudiantes a generar sus propios significados. * Las habilidades de aprendizaje auto-regulada fueron identificadas como factor crítico para la adquisición de conocimiento. Los estudiantes con mayores niveles de habilidades de aprendizaje auto-regulada tendieron a presentar mejores resultados que estudiantes con menores niveles de habilidad de aprendizaje autorregulada. * Los estudiantes, que pidieron para elaborar y organizar solos las informaciones dadas, eventualmente obtuvieron mejores desempeños, especialmente cuando poseían habilidades cognitivas apropiadas para administrar el proceso de construcción de significados. * Para los alumnos con bajos niveles de habilidades de aprendizaje auto-regulada, ninguno de los tres niveles de generación produjo diferencia significativa en el aprendizaje. * Los mapas conceptuales no funcionan de la misma manera para todos los tipos de alumnos.

Clasi- fica- ción	Referencia	País	Área	Objetivos	Base teórica	Sujetos involucrados en la investigación	Factores investigados /metodología	Resultados/factores relevantes
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	MOREIRA, M.A.; SPERLING, C.S. (2009). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo: ¿Una correlación necesaria? <i>Experiências em Ensino de Ciências</i> , 4(3): 91-100.	Brasil	Física	Describir una experiencia de clase con la técnica de los mapas conceptuales y discutir hasta que punto hay una necesaria correlación entre lo que se podría considerar un buen mapa conceptual o una buena explicación de mapa conceptual y el aprendizaje significativo, tal como se observa por medio del desempeño ante la solución de problemas.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak. Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud.	Alumnos de la Enseñanza Secundaria (no cita cuántos).	1) Todos los alumnos elaboraron un mapa conceptual colectivamente en la pizarra. 2) Cada alumno produjo un texto a partir del mapa conceptual producido. 3) Los textos producidos fueron comparados a las respuestas de un test de desempeño.	* Así como el alumno puede reproducir mecánicamente resoluciones de situaciones- problema semejantes, el mismo puede ser observado con relación a una supuesta conceptualización. Por eso, la negociación de significados es necesaria. * El profesor, al acompañar más de cerca sus alumnos, podrá verificar diferentes niveles cognitivos, concepciones previas, muchas veces alternativas, conceptos en acción y teoremas en acción en el grupo. No todos los alumnos habrán progresado conceptualmente al final del trabajo. * Los mapas conceptuales tienen un gran potencial para facilitar el aprendizaje significativo, pero es una ilusión pensar que hay una correlación necesaria entre mapas conceptuales y aprendizaje significativo. Es necesario explotar su potencial pidiéndole a los alumnos que expliquen sus mapas, que justifiquen las jerarquías, que usen siempre palabras de conexión, que modifiquen, reconstruyan, negocien sus mapas.
2. Mapas conceptuales como estrategia didáctica	TAVARES, R. (2007). Construindo mapas conceituais. <i>Ciências e Cognição</i> , 12: 72-85.	Brasil	Física	Describir tipos de mapas conceptuales y presentar una breve descripción sobre cómo se elabora un mapa conceptual.	Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Teoría de la Educación de Novak y Gowin.	Alumnos de la carrera de Física (no cita cuántos).	Presenta ejemplos y contra-ejemplos de mapas conceptuales, discutiendo ventajas y desventajas de cada modelo.	* Un mapa conceptual hace más fácil la comprensión de eventos porque existe una gran proximidad entre la memoria visual y las imágenes que se presentan, y debido a sus propiedades visuales-espaciales, su procesamiento de un texto y de ese modo, no excede las limitaciones de memoria de corto plazo. * Un mapa conceptual presenta una visión idiosincrásica sobre la realidad a la que se refiere. * Cuando un especialista construye un mapa, expresa su visión madura y profunda sobre el tema; cuando un aprendiz construye su mapa conceptual desarrolla y ejercita su capacidad de percibir generalidades y peculiaridades del tema escogido.

ANEXO 3

Organización curricular del curso de Diplomatura en Educación Física en la Institución investigada

SEM	CÓDIGOS	ASIGNATURAS	CNCC	PRÁCTICA	PRÁCTICAS SUPER-VISIONADAS	CR.	CH.	PRER-REQUISITO
I	00169	Lengua Portuguesa	60			04	60	-
	00723	Metodología Científica	60			04	60	-
	01770	Biología y Bioquímica	60			04	60	-
	01598	Recreación	40	20		04	60	-
	01482	Anatomía Humana I	60			04	60	-
	01488	Introducción e Historia de la Educación Física	60			04	60	-
II	01586	Psicología de la Educación	30	30		04	60	-
	01502	Actividades Acuáticas	40	20		04	60	-
	01489	Anatomía Humana II	60			04	60	01482
	01771	Desarrollo Motor	60			04	60	-
	01490	Actividades Pre deportivas	40	20		04	60	-
	01493	Deportes Individuales I	60			04	60	-
III	01499	Expresión Corporal y Fundamentos Rítmicos	40	20		04	60	-
	01492	Cinesiólogía	60			04	60	01489
	01087	Fisiología y Biofísica	60			04	60	-
	01769	Aprendizaje Motor	60			04	60	-
	01491	Deportes Colectivos I	60			04	60	-
	01746	Actividades Acuáticas Especiales	60			04	60	-
IV	00785	Psicomotricidad	60			04	60	-
	01086	Ética	60			04	60	-
	00791	Fisiología del Ejercicio	60			04	60	-
	01772	Técnicas y Recursos para Socorros	60			04	60	-
	01747	Biomecánica del Movimiento en Deportes	60			04	60	-
	01497	Deportes Colectivos II	60			04	60	-
La matrícula en asignaturas del 5º Semestre, y siguientes, exige la conclusión de los semestres anteriores: Resolución, Colegiado de la Administración Básica N° 013/2003 de 10/04/2003								
V	01748	Tópicos Avanzados I	60			04	60	-
	01498	Evaluación Física	60			04	60	-
	00809	Fundamentos del Entrenamiento Físico Deportivo	60			04	60	-
	01500	Deportes Individuales II	40	20		04	60	-
	01501	Deportes Colectivos III	60			04	60	-
	00346	Sociología	60			04	60	-
01773	Práctica Profesional Curricular I			60	04	60	-	
VI	01776	Profundización en Deportes Colectivos I	40	20		04	60	-
	01749	Prescripción de Actividad Física	60			04	60	-
	01505	Introducción a la Nutrición	60			04	60	-
	01750	Tópicos Avanzados II	60			04	60	-
	01775	Deportes Individuales III	60			04	60	-
	01774	Métodos Cualitativos y Cuantitativos de la Investigación	60			04	60	-
01782	Práctica Profesional Curricular II			60	04	60	-	
VII	01777	Profundización en Deportes Colectivos II	40	20		04	60	-
	01780	Gimnasia Postural	60			04	60	-
	01752	Fundamentos del Entrenamiento de Fuerza	60			04	60	-
	01753	Actividades de Academia	40	20		04	60	-
	01779	Práctica Profesional Curricular III			60	04	60	-
	01397	Trabajo de Conclusión de Curso I	30	30		04	60	-
VIII	00029	Cultura Religiosa	60			04	60	-
	01784	Actividades Urbanas y Ecológicas	40	20		04	60	-
	01778	Profundización en Deportes Colectivos III	40	20		04	60	-
	01783	Tópicos Avanzados III	30	20		04	60	-
	01781	Práctica Profesional Curricular IV			60	04	60	-
	01398	Trabajo de Conclusión de Curso II	30	30		04	60	-
Subtotal			2440	320	240	200	3000	-
Actividades Complementares							200	-
TOTAL							3200	-

Actividades Complementares: La integración se da a través de la realización de actividades complementares, de acuerdo con la Resolución del Colegiado de la Administración Básica n° 051/2004, de 29/4/2004.

CNCC: Contenidos de Naturaleza Científico-cultural

ANEXO 4

Programación de las asignaturas Biomecánica del Movimiento en Deportes y Biomecánica

Curso: Educación Física
Asignatura: Biomecánica del Movimiento en Deportes
Biomecánica
Profesora: Adriana Marques Toigo
Año/Semestre: 2008/2
2009/1
Carga Horaria: 60 horas
e-mail: prof.adry@terra.com.br

RESUMEN DEL CONTENIDO

Introducción a la Biomecánica. Conceptos cinemáticos y cinéticos lineales y angulares del movimiento humano. Equilibrio en el movimiento humano. Biomecánica de los tejidos biológicos. Mecanismos de lesión. Mecánica de los fluidos. Análisis biomecánico cualitativo.

CONTENIDO

Fuerzas

- Concepto, diagramas de fuerza, tipos de fuerza

Cinemática lineal del movimiento humano

- Distancia, desplazamiento, velocidad, rapidez, aceleración
- Cantidades medias e instantáneas

Cinemática angular del movimiento humano

- Mensuración de ángulos
- Distancia, desplazamiento, velocidad, rapidez, aceleración
- Relaciones entre movimiento lineal y angular

Cinética lineal del movimiento humano

- Leyes de Newton
- Comportamiento mecánico de los cuerpos en contacto (roce, momento, impulso, impacto)
- Relaciones de trabajo, potencia y energía

Cinética angular del movimiento humano

- Análogos angulares de las leyes de Newton
- Resistencia a la aceleración angular
- Momento angular

Equilibrio del movimiento humano

- Centro de gravedad
- Condiciones de equilibrio, balanceo y estabilidad
- Torque
- Palancas

Biomecánica de las telas musculares

- Tensiones y deformaciones del cuerpo
- Sistema óseo, muscular y articular

Mecanismos de lesión

Mecánica de los fluidos

- Naturaleza de los fluidos
- Fluctuabilidad
- Resistencia dinámica
- Propulsión en medio líquido

Análisis Biomecánica cualitativa

- Mejora de la técnica
- Mejora del entrenamiento

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La asignatura será desarrollada de manera que se establezca en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje la relación entre teoría y práctica a través de:

- exposiciones de la profesora referentes a la introducción y síntesis de los temas con el uso de data-show, TV, transparencias, vídeos, modelos computacionales;
- actividades de aplicación práctica de los conocimientos a través del análisis de movimiento en los diferentes puntos de vista (deportivo o cotidiano);
- dinámicas en grupo;
- uso de modelos exploratorios en laboratorio de informática;
- actividades prácticas en sala de musculación;
- proposición y resolución de problemas.

PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será efectuada teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- participación efectiva en las actividades desarrolladas en la asignatura;
- trabajos escritos y/o prácticos en que serán evaluados, además de los conocimientos, la capacidad de producción textual, análisis, síntesis, establecimiento de relaciones y aplicación;
- tests relativos a los conocimientos presentados en el curso.

El resultado de las evaluaciones será expresado en dos grados semestrales, G1 y G2.

Aprobará el alumno que:

1. Tenga frecuencia igual o superior a 75% de la carga horaria de la asignatura.
2. Tenga media semestral (MS) igual o superior a SIETE (7.0).

El alumno que no alcance el apartado 1 estará automáticamente suspenso.

El alumno que no alcance la media SIETE (7.0) podrá hacer el examen final (EF). Será aprobado el alumno que alcance media final (MF), igual o superior a SEIS (6.0).

$$\text{MEDIA SEMESTRAL (MS)} = (\text{G1} + \text{G2}) / 2$$

$$\text{MEDIA FINAL (MF)} = (\text{MS} + \text{EF}) / 2$$

BIBLIOGRAFÍA

➤ Básica

HALL, S. *Biomecânica básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2000.

McGINNIS, P.M. *Biomecânica do esporte e exercício*. Porto Alegre: Artmed. 2002.

OKUNO, E.; FRATIN, L. *Desvendando a física do corpo humano: biomecânica*. São Paulo: Manole. 2003.

WHITING, W.C.; ZERNICKE, R.F. *Biomecânica da lesão musculoesquelética*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2001.

➤ Complementaria

CARR, G. *Biomecânica dos esportes: um guia prático*. São Paulo: Manole. 1998.

ENOKA, R.M. *Bases neuromecânicas da cinesiologia*. São Paulo: Manole. 2000.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K.M. *Bases biomecânicas do movimento humano*. São Paulo: Manole. 1998.

Revista Brasileira de Biomecânica. São Paulo: Ed. Estação Liberdade.