

UNIVERSIDAD DE BURGOS
PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Departamento de Didácticas Específicas



**LA MODELIZACIÓN CONCEPTUAL DE LA
MECÁNICA NEWTONIANA EN
ESTUDIANTES DE FÍSICA UNIVERSITARIOS:
UNA APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE
AUSUBEL DE APRENDIZAJE
SIGNIFICATIVO**

TESIS DOCTORAL

ESTER PATRICIA LÓPEZ DONOSO

Burgos, septiembre 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**




**LA MODELIZACIÓN CONCEPTUAL DE LA
MECÁNICA NEWTONIANA EN
ESTUDIANTES DE FÍSICA UNIVERSITARIOS:
UNA APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE
AUSUBEL DE APRENDIZAJE
SIGNIFICATIVO**

ESTER PATRICIA LÓPEZ DONOSO

Tesis Doctoral realizada por
D. Ester Patricia López Donoso,
para optar al Grado de Doctor por
la Universidad de Burgos, bajo la
dirección del **Dr. Marco Antonio
Moreira** y la codirección de la
Dra. M^a Concesa Caballero.

Burgos, septiembre de 2011

Dedicado a:

-  *Mi madre Irma*
-  *Mi esposo Rafael*
-  *Mis hijos Carolina, Rafael y Rodrigo*

A G R A D E C I M I E N T O S

La tesis doctoral que aquí se expone es el resultado de la colaboración, apoyo, estímulo y entrega desinteresada de muchas personas.

Ocupa un lugar destacado el director de esta tesis, el Dr. Marco Antonio Moreira, por orientarme hacia una línea de investigación que me ha permitido entender la educación científica como un fenómeno factible de ser desarrollado, investigado y analizado con la rigurosidad de las ciencias. Agradecer su generosidad, su compromiso con la educación, su visión sobre la enseñanza de las ciencias. Desde su particular forma de ser ha sido capaz de ganarse mi lealtad y admiración por todo lo recibido durante el desarrollo de este doctorado.

También deseo agradecer la acogida de la Dra. Concesa Caballero en la Universidad de Burgos, su talante abierto, generoso, cariñoso y de inmejorable disposición.

Al Proyecto de Formación Inicial (PFI) de la Universidad de Playa Ancha y en especial a los profesores Dr. Claudio Figueroa y Rolando Carrillo por gestionar los financiamientos de cada viaje a España y su estadía. A la Dirección General de Investigación de la Universidad de Playa Ancha por apoyarme en las investigaciones realizadas. A mis colegas físicos e ingenieros por creer, valorar y respetar cada proyecto de investigación y también a mis alumnos quienes apoyaron y valoraron el entusiasmo de su profesora por tratar de mejorar y facilitar sus aprendizajes tratando que estos sean significativos.

A mi madre, porque siempre estuvo dispuesta a cuidar mis hijos cuando debía estudiar. A mi padre ausente, a mis hermanos por sus demostraciones de afecto y orgullo. A mi esposo por su estímulo, comprensión y por el amor que siempre me brinda y declara. A mis hijos Carolina por su sabiduría y entereza, a Rafita por su pragmatismo lógico y a Rodrigo por su sensibilidad y por su paciencia de haber tenido a una madre un poco ausente.

A todos ellos muchas gracias.

ÍNDICE

RESUMEN	1
SUMMARY	3
INTRODUCCIÓN	7
1. CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. EL CONTEXTO EDUCATIVO NACIONAL SOBRE LA EDUCACIÓN DE LAS CIENCIAS (EN CHILE).....	15
1.1.1. <i>Contextualización histórica del problema</i>	16
1.1.2. <i>Acerca de los profesores que educan en las ciencias</i>	18
1.1.3. <i>¿Cómo colaborar para revertir la situación expuesta?</i>	21
1.2. ¿CUÁL ES LA REALIDAD DE LOS ESTUDIANTES QUE INGRESAN A LAS CARRERAS DE CIENCIAS E INGENIERÍA?.....	22
1.3. EL CONTEXTO Y LA POBLACIÓN INVESTIGADA	23
1.4. DESARROLLO DE LAS ETAPAS DE INVESTIGACIÓN. LA MUESTRA Y LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	24
1.5. DISEÑO DEL MODELO MODIEME.....	26
1.6. SÍNTESIS DE LOS OBJETIVOS DE CADA INVESTIGACIÓN	28
1.7. HIPÓTESIS	29
1.8. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
2. CAPÍTULO 2: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	35
2.1. APORTE DE LA INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.....	36
2.2. REALIDAD Y MODELOS CIENTÍFICOS (FÍSICOS)	39
2.3. REALIDAD, MODELOS FÍSICOS Y MODELOS DIDÁCTICOS	40
2.4. LA TEORÍA DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO	43
2.5. MODELOS MENTALES	45
2.6. EL LENGUAJE EN LA EDUCACIÓN DE LAS CIENCIAS	46
2.7. APRENDIZAJE COOPERATIVO VERSUS APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO	50
2.8. APORTES A LA ENSEÑANZA DE LA MECÁNICA DE LA HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS	52
2.9. IDEAS ESPONTÁNEAS DE LOS ALUMNOS SOBRE LA RELACIÓN FUERZA Y MOVIMIENTO	54
3. CAPITULO 3: MARCO TEÓRICO	61
3.1. JUSTIFICACIÓN DEL MARCO TEÓRICO.....	61
3.2. TEORÍA DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE AUSUBEL.....	62
3.2.1. <i>El material a enseñar debe ser potencialmente significativo</i>	63
3.2.2. <i>Los organizadores previos</i>	64
3.2.3. <i>Tipos de aprendizaje significativo</i>	64
3.2.4. <i>El principio de asimilación</i>	66
3.2.5. <i>Aprendizajes: subordinado, supraordinado y combinatorio</i>	67

3.2.6. Diferenciación progresiva y reconciliación integradora	70
3.2.7. La Teoría de Ausubel, Novak y Gowin	72
3.2.8. La Teoría de Educación de Novak.....	72
3.2.8. El modelo de Gowin	74
3.3. LA TEORÍA SOCIO-HISTÓRICA DE VYGOTSKY	76
3.3.1. Los procesos de interiorización.....	77
3.3.2. Instrumentos de mediación e interiorización. El lenguaje y otros signos	78
3.3.3. El desarrollo de los conceptos científicos	80
3.3.4. La Zona de Desarrollo Próximo (ZDP).....	82
3.3.5. El concepto de andamiaje.....	83
3.3.6. Encuentros entre la teoría socio-cultural de Vygotsky y la teoría educacional de Novak ...	83
3.3.7. El Aprendizaje cooperativo como consecuencia de la teoría socio-histórica de Vygotsky ..	85
3.4. LA TEORÍA DE LOS MODELOS MENTALES DE JOHNSON-LAIRD	89
3.4.1. Principios que sustentan la teoría.....	92
3.4.2. Estructura y contenido de los modelos mentales.....	94
3.4.3. La física y los modelos mentales	96
La mecánica clásica newtoniana: la mecánica de la partícula.....	98
4. CAPITULO 4: METODOLOGÍA DE LAS INVESTIGACIONES.....	103
4.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ETAPA I.....	104
4.1.1. Tipo de estudio	104
4.1.2. Diseño de la investigación.....	104
4.1.3. Universo:	104
4.1.4. Población:	105
4.1.5. Muestra:	105
4.1.6. Confiabilidad.....	106
4.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ETAPA II.....	106
4.2.1. Tipo de estudio:	106
4.2.2. Diseño de la investigación y Muestra.....	107
4.2.3. Descripción del cuestionario.....	107
4.2.4. Confiabilidad.....	108
4.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ETAPA III	108
4.3.1. Tipo de estudio	108
4.3.2. Diseño de la investigación.....	110
4.3.3. Variables de investigación.....	116
4.3.4. Universo:	120
4.3.5. Población:	121
4.3.6. Muestra.....	121
4.3.7. Instrumentos de medición	121
4.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ETAPA IV	122
4.4.1. Tipo de estudio	123

4.4.2. <i>Diseño de la investigación</i>	123
4.4.3. <i>Variables</i>	125
4.4.4. <i>Instrumentos de medición</i>	125
4.5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ETAPA V	128
4.5.1. <i>Muestra</i> :	128
4.5.2. <i>Variables</i>	128
4.5.3. <i>Instrumentos de medición</i>	128
4.5.4. <i>Confiabilidad</i>	129
5. CAPITULO 5: RESULTADOS DE LA ETAPA I.....	133
5.1. PERÍODO DE FAMILIARIZACIÓN Y OBSERVACIÓN DE LOS ALUMNOS	133
5.2. LAS REPRESENTACIONES MENTALES DE LOS ESTUDIANTES.....	134
5.3. <i>El caso de Gaspar como “modelador mental efectivo”</i>	135
5.4. <i>El caso de Fidelia como “proposicionalista”</i>	138
5.5. LAS CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS EN LOS ALUMNOS PROPOSICIONALISTAS	140
5.6. LAS CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS EN LOS MODELADORES MENTALES EFECTIVOS	141
6. CAPITULO 6: RESULTADOS DE LA ETAPA II.....	147
7. CAPITULO 7: LA PROPUESTA DIDÁCTICA MODIEME (ETAPA III)	157
7.1. UN PROBLEMA DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.....	157
7.2. UNA METODOLOGÍA DIDÁCTICA QUE ENFATICE EL NÚCLEO DURO DE LA MECÁNICA CLÁSICA NEWTONIANA.	158
7.2.1. <i>Descripción de la asignatura</i>	159
7.3. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DIDÁCTICO (MODIEME).....	160
7.4. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES	160
7.4.1. <i>Las clases expositivas participativas</i>	161
7.4.2. <i>El taller de aprendizaje cooperativo significativo (TACS)</i>	162
7.4.3. <i>El portafolio</i>	164
7.4.4. <i>Las disertaciones de los alumnos (Jornada Científica)</i>	165
7.4.5. <i>La agenda de actividades</i>	166
7.4.6. <i>Las evaluaciones</i>	167
7.4.7. <i>La bibliografía</i>	167
7.4.8. <i>El contrato didáctico</i>	167
8. CAPITULO 8: RESULTADOS DE LA ETAPA III Y V.....	171
8.1. RESULTADOS DE LA ETAPA III.....	171
8.1.1. <i>La metodología tradicional empleada antes de la experimentación</i>	171
8.1.2. <i>La carrera de Ingeniería Civil Ambiental (ICA)</i>	175
8.1.3. <i>Acerca de los resultados de los estudiantes ICA en la asignatura Física general mecánica I, en los años precedentes a la aplicación de MODIEME</i>	176

8.1.4. Resultados del pretest aplicado a los estudiantes para identificar el grado de presencia de preconcepciones en los estudiantes	179
8.1.4. Estructura cognitiva inicial de los estudiantes.....	182
8.1.5. La historia de la relación “fuerza-movimiento” a partir de Aristóteles hasta Galileo como organizadores previos	188
8.1.6. La tasa de aprobación y rendimiento en la asignatura después de la aplicación de MODIEME.....	190
8.1.7. El aprendizaje significativo de conceptos en el dominio de la mecánica newtoniana	192
8.1.8. La construcción de los “modelos mentales efectivos” de los estudiantes investigados.	202
8.1.9. La entrevista final.....	218
8.1.10. Un semestre después... ..	246
8.1.11. Un año después... ..	247
8.2. RESULTADOS DE LA ETAPA V	249
8.2.1. Los alumnos investigados HOY.....	249
8.2.2. Algunos de sus testimonios	250
8.2.3. Análisis de las entrevistas y/o cartas.....	256
9. CAPITULO 9: RESULTADOS DE LA ETAPA IV	263
9.1. OBSERVACIONES DE CAMPO	264
9.2. RENDIMIENTO.....	266
9.3. APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE CONCEPTOS	267
10. CAPITULO 10: CONCLUSIONES	271
10.1. ¿ES POSIBLE FACILITAR EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA FÍSICA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS Y PROMOVER EN ELLOS LA CONSTRUCCIÓN DE APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS?271	
10.2. ¿CÓMO AFECTÓ COGNITIVAMENTE A LOS ESTUDIANTES INVESTIGADOS LA APLICACIÓN DE MODIEME?, ¿POR QUÉ MEJORÓ SU RENDIMIENTO?.....	278
10.3. CONSECUENCIAS DIRECTAS PRODUCTO DE ESTAS INVESTIGACIONES.....	284
10.4. PROYECCIONES	285
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	287
12. ANEXOS	299

RESUMEN

Esta tesis doctoral representa diez años de investigaciones conducentes a diseñar, aplicar y analizar una metodología didáctica para la enseñanza de la Física General Mecánica (MODIEME) en estudiantes universitarios. Se desarrolla a través de cinco etapas cuyo objetivo general es facilitar la construcción de aprendizajes significativos. Las dos primeras etapas buscan averiguar el tipo de representaciones mentales utilizan los alumnos cuando resuelven problemas de lápiz y papel (etapa I) y en qué medida van debilitándose sus preconcepciones cuando aprueban 1, 2, 3 o 4 asignaturas de Física en su carrera (etapa II). Con esta información se diseña y aplica MODIEME y se prueba con un grupo de estudiantes de ingeniería (etapa III). Se comprueba que MODIEME eleva el rendimiento, disminuye la tasa de deserción, fortalece el aprendizaje significativo de conceptos y fomenta la construcción de modelos mentales efectivos.

De los cuatro elementos que conforman MODIEME, se encuentra que el taller de aprendizaje cooperativo-significativo, TACS, es el elemento que más influye en el aprendizaje significativo de los estudiantes. La investigación cuasi-experimental realizada (etapa IV) muestra que el TACS fortalece, en el grupo experimental, el aprendizaje significativo de conceptos y el rendimiento en comparación con un grupo control que se somete a una metodología tradicional.

Finalmente etapa V, es un seguimiento a los estudiantes intervenidos e investigados con la metodología MODIEME, cinco años después. Reconocen fortalezas en la metodología, fundamentalmente en lo relativo a la identificación de sus propias preconcepciones y al progresivo dominio de definiciones, conceptos y situaciones en el campo de la mecánica clásica.

Los principales referenciales teóricos considerados y con los cuales se han apoyado las investigaciones son: a) la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel (más los aportes de Gowin y Novak) para el diseño, aplicación y evaluación de MODIEME; b) La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird, para explicar los procesos mentales seguidos por los alumnos en la resolución de problemas y c) la teoría socio-histórica de Vygotsky que explica y fundamenta el TACS, ya que se adopta la idea de que los procesos psicológicos superiores de las personas se originan en la vida social, es decir, en la participación del sujeto en actividades compartidas con otros.

Summary

This doctoral thesis represents ten years of research leading to design, implement, and analyze a teaching methodology for the education of the General Mechanical Physics (MODIEME) in university students. It develops in five stages whose overall objective is to facilitate the construction of significant learning. The first two stages seek to determine the type of mental representations used students when they solve problems of pen and paper (stage I) and in which extent their preconceptions decline when they approved courses 1, 2, 3 or 4 of their career (stage II). With this information it is designed and applied MODIEME which is tested with a group of students of Engineering (stage III). It is proved that MODIEME increases the performance, reduces drop-out rate, strengthens the meaningful learning of concepts and promotes the construction of effective mental models.

MODIEME is composed by four elements, however, is the cooperative-significant learning workshop, TACS, the one that most influences the significant student learning. A semi-experimental research (stage IV) shows that TACS strengthens the meaningful learning of concepts and performance in the experimental group in comparison with the control group under a traditional methodology.

Finally, stage V follow-up five year later to those students operated and investigated with the MODIEME methodology. These students recognize strengths in the methodology, mainly with regard to the recognition of their own preconceptions and the progressive domain of definitions, concepts and situations in the field of classic Newtonian mechanics.

Main theoretical references considered in the present investigation are: a) the Ausubel theory of significant-learning (including inputs by Gowin and Novak) for the design, implementation and evaluation of MODIEME; b) The theory of mental models of Johnson-Laird to explain the mental processes followed by students in solving problems and c) the socio-historical theory of Vygotsky which explains and gives the foundations of TACS, since it adopts the idea that the people superior psychological processes are originated in social life, that is, in the participation of the subject in activities shared with other persons.

La explicación depende, sin lugar a dudas, del entendimiento: si tú no entiendes algo, entonces no puedes explicarlo

(Johnson-Laird, 1983)

INTRODUCCIÓN

El trabajo que a continuación se presenta corresponde al diseño y aplicación de un Modelo Didáctico para la Enseñanza de la Mecánica Newtoniana, denominado MODIEME. Se aplica a estudiantes de ingeniería que históricamente han tenido muy bajos rendimientos y un alto índice de deserción, en la Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación de Valparaíso, Chile, Sudamérica.

El modelo didáctico que se diseña, investiga y expone en este trabajo se sustenta fundamentalmente en la **teoría de aprendizaje significativo**, una teoría cognitivista que centra su atención en el aprendizaje escolar. De acuerdo a Ausubel (1976, 2002) el principio más importante que influencia el aprendizaje escolar “...es *aquello que el alumno ya sabe*”. Sugiere que se debe averiguar lo que el alumno sabe y enseñar de acuerdo a ello. Eso implica conocer, explicar e inferir sobre los contenidos y la organización de las ideas en la estructura cognitiva del aprendiz. Es decir, averiguar lo que el alumno sabe y como organiza lo que sabe.

Basado en lo anterior esta tesis se ha dividido, inicialmente, en tres etapas. La meta final es diseñar y aplicar el modelo didáctico MODIEME para facilitar a los estudiantes la construcción de aprendizajes significativos.

La primera etapa (Etapa I), está centrada en averiguar qué tipo de representaciones mentales utilizan los estudiantes al resolver problemas de lápiz y papel y sus resultados se analizan a la luz de la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird.

La segunda etapa (Etapa II), trata de un estudio exploratorio sobre los conocimientos que tienen los estudiantes sobre conceptos fundamentales de la relación fuerza y movimiento, en qué magnitud se presentan las preconcepciones ampliamente investigadas y cómo persisten estas preconcepciones en la medida que los alumnos van aprobando las asignaturas de Física de su carrera.

En la etapa III y teniendo en cuenta los resultados de las dos etapas anteriores se diseña y aplica un modelo didáctico para la enseñanza de la mecánica, que apunte a favorecer en los estudiantes la construcción de modelos mentales efectivos que les permitan mejorar el rendimiento y el aprendizaje significativo de conceptos.

Este modelo didáctico se sustenta epistemológicamente en la teoría socio-histórica de Vygotsky y considera los aportes de Bachelard en cuanto a que la

metodología debe enfrentar los obstáculos epistemológicos presentes en los estudiantes, así como los obstáculos pedagógicos presentes en el mundo académico.

En la figura I.1 se presenta un mapa conceptual con la organización utilizada hasta esta fase.

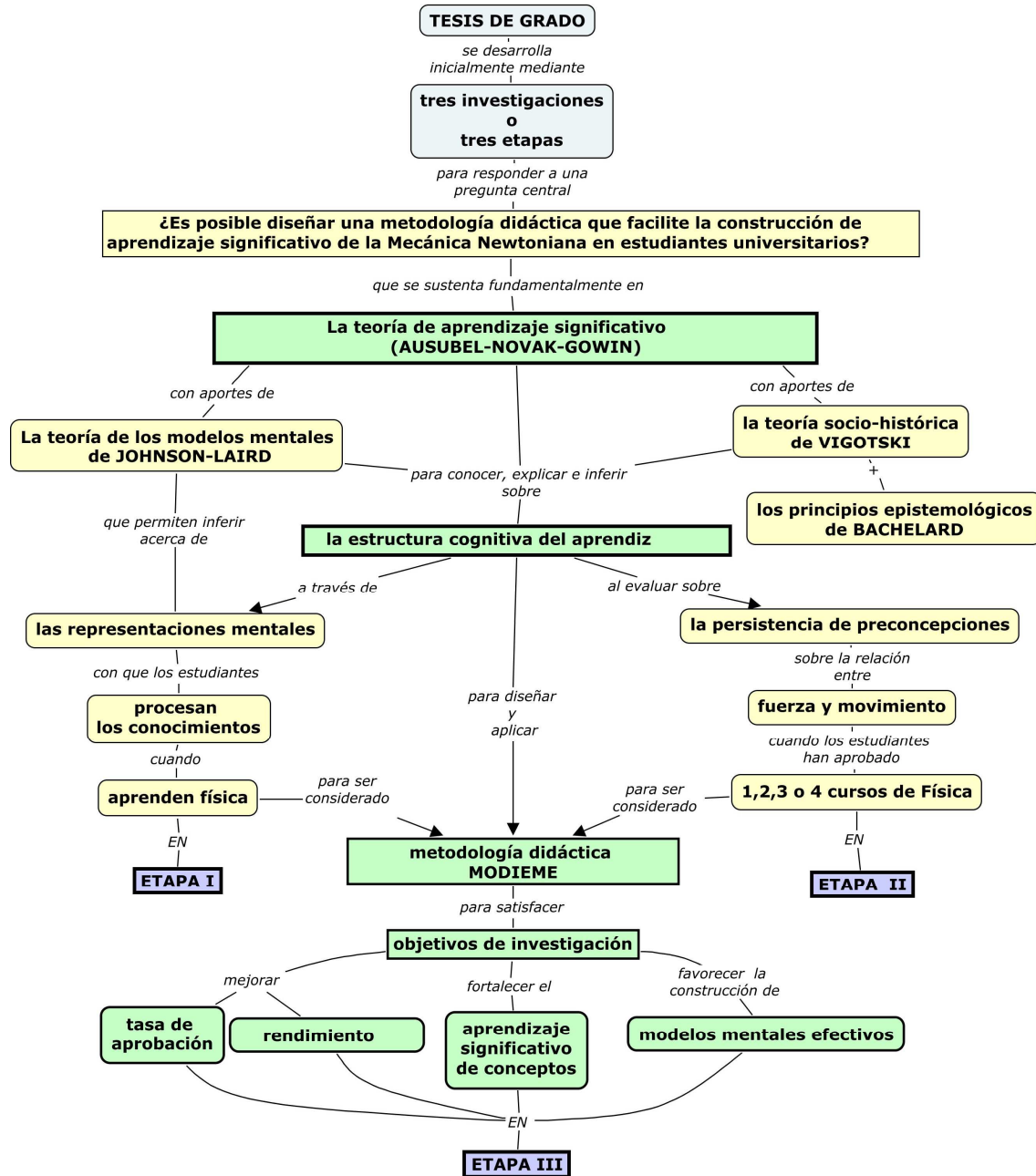


Figura I.1: Mapa conceptual que sintetiza las tres primeras investigaciones que se realizan con el propósito de diseñar y aplicar una metodología didáctica a través del modelo MODIEME. Estas investigaciones se realizan en tres etapas en un período de tiempo de siete años.

El modelo didáctico presenta cuatro elementos que incidirían en la construcción de aprendizajes significativos:

- las clases expositivas-participativas,
- las disertaciones de los alumnos sobre la historia de la relación fuerza y movimiento,
- el taller de aprendizaje cooperativo-significativo (TACS) y
- el portafolio (ver figura I.2).

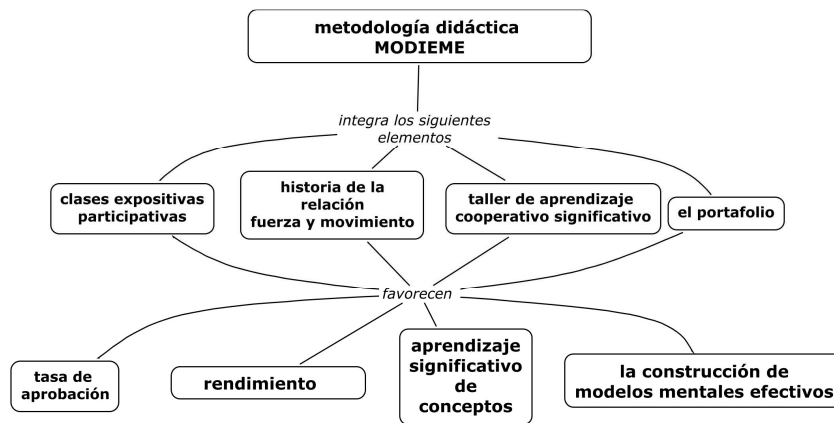


Figura I.2: los elementos de la metodología MODIEME.

Al procesar los resultados de la tercera etapa, surge una nueva pregunta de investigación, que no estaba contemplada inicialmente, pero que se ha querido abordar e incorporar en este estudio y que es en qué medida incide el “taller de aprendizaje cooperativo-significativo” (TACS), en el rendimiento y en el aprendizaje significativo de conceptos en el dominio de la mecánica newtoniana, en los estudiantes.

Si bien es cierto estas dos variables ya fueron investigadas en la tercera etapa, se tiene la hipótesis que el elemento más incidente en el aprendizaje significativo y mejora del rendimiento, es el taller de aprendizaje cooperativo-significativo (ver figura I.3).

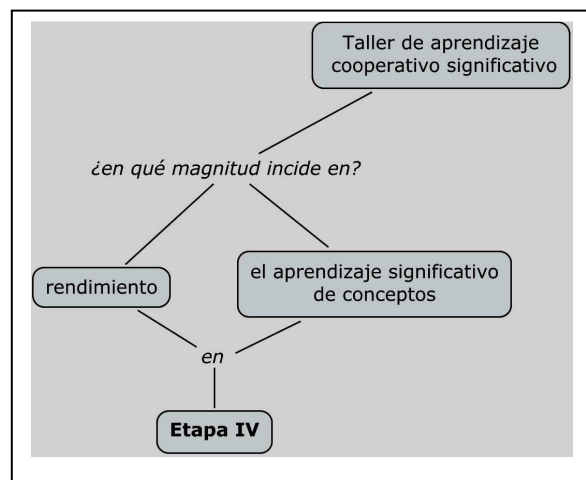


Figura I.3: La pregunta de investigación de la etapa IV de la tesis

Se concluye esta tesis con una entrevista, después de cinco años a los estudiantes investigados en la etapa III, para saber sus impresiones acerca de la metodología aplicada en una asignatura que históricamente ha presentado un bajo rendimiento así como una alta tasa de deserción de la carrera y de la Universidad. Esta etapa, denominada etapa V, analiza el impacto de la metodología en el desarrollo de su carrera y/o en su formación profesional.

En la tabla I.1 se resume el período que aborda cada etapa hasta completar la tesis.

Tabla I.1

Secuencia temporal de esta tesis.

Desde	Hasta	Etapa	Investigación	Pregunta central
1999	2000	I	El aprendizaje de la Física desde la perspectiva de la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird.	¿Cómo procesan el conocimiento los alumnos que al enfrentarse a la resolución de problemas?
2001	2002	II	Persistencia de concepciones erróneas pregalileanas en la relación fuerza y movimiento en estudiantes universitarios: una evaluación conceptual.	¿En que medida persisten las concepciones erróneas pregalileanas en estudiantes de ingeniería que han aprobado 1, 2, 3 y 4 cursos de Física?
2003	2005	III	Diseño y aplicación del modelo didáctico MODIEME	El modelo MODIEME, ¿incidirá en el rendimiento, en el aprendizaje significativo de conceptos y en la construcción de modelos mentales efectivos?
2006	2007	IV	El taller de aprendizaje cooperativo-significativo, TACS, en la resolución de problemas de Física en estudiantes de ingeniería.	¿Cuál es la incidencia del taller de aprendizaje cooperativo-significativo en el rendimiento y en el aprendizaje significativo de la Física?
2008	2009	V	MODIEME: cinco años después.	¿Cuál es el impacto de la metodología MODIEME en la formación profesional de los alumnos investigados?

Otra motivación para abordar la temática de esta tesis surge del hecho que los universitarios serán los futuros profesionales entre los cuales habrá también profesores de física y de ciencias. Si bien es cierto que los universitarios ya tienen asimilado una serie de conocimientos diversos que se van construyendo desde la más temprana infancia también es cierto que este proceso no se detiene en edades mayores.

En la educación, Pozo (1995), denuncia que en la realidad ocurre que

“...a medida que el alumno va pareciéndose más a un adulto, van suprimiéndose las consideraciones psicológicas hasta llegar a la Universidad, donde hay una escasa sensibilidad por los problemas didácticos derivados de la psicología del alumno...”

Por otro lado, las investigaciones relativas a la psicología del aprendizaje y la instrucción han demostrado fehacientemente que

“...el desarrollo afectivo y emocional; el desarrollo cognitivo o intelectual y la forma en que se aprende, están presentes... en toda actividad de aprendizaje”,

lo que incluye a niños, adolescentes, y adultos entre los cuales se encuentran los universitarios (Ibíd.).

Considerando lo anterior esta tesis se organizó con los siguientes capítulos y contenidos:

En el capítulo 1 o Planteamiento del Problema, se trata el problema general a investigar, el contexto educativo implicado, las deficiencias en las metodologías de enseñanza de la física en la formación de profesionales científicos. También se incluye la metodología empleada en cada etapa de investigación, las preguntas de investigación, los objetivos e hipótesis planteadas así como la importancia que tiene resolver cada uno de los problemas expuestos.

En el capítulo 2 se revisa la bibliografía y los aportes de la comunidad de investigadores referidos a la enseñanza de las ciencias, la relación entre los modelos científicos y los modelos conceptuales, la adquisición del lenguaje científico por los estudiantes, investigaciones sobre representaciones y modelos mentales, el aprendizaje cooperativo y su relación con el aprendizaje significativo e investigaciones sobre la inclusión de la historia de la ciencia en la construcción de conocimiento por parte de los estudiantes.

En el capítulo 3 se describe el marco teórico que sustenta las investigaciones y de acuerdo a los cuales se analizarán sus resultados. En primer lugar se describe teoría de aprendizaje significativo de Ausubel más los aportes de Novak y Gowin, para considerar desde una perspectiva psicológica los elementos que el profesor deberá tener en cuenta para organizar la enseñanza. Se hace una síntesis de la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird, para explicar y fundamentar los procesos mentales que

emplean los alumnos en la resolución de problemas. Se describe sucintamente la teoría socio-histórica de Vygotsky que aporta ideas necesarias para comprender cómo los instrumentos de mediación del entorno escolar permiten la construcción del conocimiento científico en los estudiantes y los aportes de los hermanos Johnson y Johnson en lo relativo al modelo de aprendizaje cooperativo denominado “Learning together”.

En el capítulo 4 se describe la metodología de investigación empleada en cada etapa, el diseño utilizado, las variables a investigar, los instrumentos utilizados para medir las variables y la confiabilidad.

Los capítulos 5 y 6 corresponden a la exposición de los resultados de las etapas I y II, respectivamente. Considerando que los resultados de estas etapas son determinantes para el diseño de la metodología didáctica MODIEME.

El capítulo 7 describe el modelo didáctico MODIEME utilizado y aplicado, con una detallada explicación de todos sus elementos.

En el capítulo 8 se exponen y analizan dos etapas. En primer lugar, los resultados de la aplicación de MODIEME con los estudiantes investigados (etapa III) y también, sus impresiones acerca de la influencia que ha tenido la metodología aplicada tanto en el desarrollo de su carrera como en su formación profesional (etapa V).

En el capítulo 9 se presentan los resultados de una investigación experimental que determina el grado de incidencia del “taller de aprendizaje cooperativo significativo” (TACS) de resolución de problemas en el rendimiento y en el aprendizaje significativo de conceptos. Se aplica a estudiantes de ingeniería de primer año que cursan Física General en la Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile. En esta etapa IV, los estudiantes se separan al azar en dos grupos: uno experimental y otro control. Al grupo experimental, se le aplica la metodología TACS y el grupo control trabaja de manera tradicional en la resolución de problemas.

Por último, en el capítulo 10 se resume cada una de las observaciones de cada etapa de investigación a modo de conclusiones generales. Este trabajo no podría estar completo si de él no emanaran sugerencias de nuevas investigaciones aplicables al mundo académico. Estas sugerencias también se incluyen en este capítulo.

CAPITULO 1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. El Contexto Educativo Nacional sobre la Educación de las Ciencias (en Chile)

Calificado en la prensa chilena como “catástrofe de ignorancia”¹ fue el resultado de la prueba TIMSS 2003, aplicada en las disciplinas de matemáticas y ciencias en una muestra de 6377 alumnos de 8vo básico, efectuada en el país en el mes de noviembre del año 2002.

Para fundamentar la fuerte calificación se mostraron los resultados de ciencias en que los alumnos chilenos están ostensiblemente por debajo del promedio internacional con puntajes equivalentes a Egipto e Indonesia, superiores a Túnez, Arabia Saudita, Marruecos, El Líbano, Filipinas, Botswana, Gana y Sudáfrica e inferiores a treinta y cinco países².

Lo indicado anteriormente muestra una correlación positiva con otras pruebas que se aplican en el país tanto en Educación General Básica (EGB) como en Educación Media (EM) y también se califica como “el atraso en que se encuentra el país, y lo mucho que queda por hacer” (Claro, 2003)³.

El análisis cuantitativo de la prueba TIMSS 2003 pone de relieve el esfuerzo que debe hacer el país para mejorar la educación científica, que en último término es un factor indispensable e indiscutible de desarrollo de una nación.

Para lograr la mejora señalada se debe considerar necesariamente los conocimientos de a) la realidad del sistema educativo chileno, b) la formación inicial de los profesores de ciencias, c) el carácter epistemológico de los profesores que educan en las ciencias y d) los procesos de aprendizaje de los alumnos que estudian ciencias.

Para lograr esta meta el país debería fundamentar sus decisiones en las investigaciones de los procesos de enseñanza-aprendizaje que conduzcan a los estudiantes chilenos a la construcción de aprendizajes significativos.

¹ Declaración de Gonzalo Vial Correa, historiador y ex ministro de educación, al diario “La Segunda” del 21 de Diciembre del 2004.

² Participaron 49 países y se reportaron resultados para 46. Entre ellos Chile es el único país Sudamericano.

³ Resultados de las pruebas más recientes pueden encontrarse en www.simce.cl

1.1.1. Contextualización histórica del problema

En las últimas décadas se implementaron diversos cambios en el sistema educativo chileno que afectaron de manera sustantiva la calidad de la enseñanza de las ciencias (Claro, 2003). En la enseñanza secundaria o enseñanza media, que contempla cuatro años, el decreto 300 del 30/12/1981, establece la obligatoriedad de 5 horas pedagógicas⁴ semanales de Ciencias Naturales en primero y segundo año medio. En tercero y cuarto año medio quedan 3 horas semanales de Biología y no se mencionan ni Física ni Química, ni como obligatorias ni como parte de un listado de materias electivas. Esta situación se corrigió parcialmente a través del decreto 3 de fecha 11/1/1984, que obliga a los establecimientos educacionales a ofrecer en esos niveles un plan electivo que incluya Física, Química y una tercera asignatura no especificada. Sin embargo, tales disciplinas permanecían en carácter opcional. Posteriormente, el 21/9/89, se modifica el decreto 300, fijando dos horas obligatorias en tercero y cuarto año medio en cada una de las tres áreas, Biología, Física y Química, y permitiendo el incremento en una hora de la asignatura de Ciencias Naturales en primero y segundo, bajo la condición que allí se traten temas específicos de las tres asignaturas.

El año 1998 se promulgó el decreto 220 que establece nuevos planes y programas para la enseñanza de las ciencias, entre otras. Seguidamente, en decretos sucesivos, se fijó un modelo horario para conseguir los objetivos planteados, el que exige como mínimo impartir dos horas en cada una de las tres asignaturas científicas en primero y segundo medio, y dos horas en dos de las tres disciplinas en tercero y cuarto, agregando un plan electivo de formación diferenciada de tres horas semanales en estos últimos niveles entre las que opcionalmente podría incluirse una de estas asignaturas.

Las tablas 1.1 y 1.2 describen en forma resumida la situación de la enseñanza de las ciencias en secundaria.

El cambio en los decretos fue parte de una reforma global de la educación en el país, que incluyó importantes modificaciones en los contenidos y en el enfoque metodológico, poniendo decidido énfasis en el protagonismo de los estudiantes y en la adquisición de habilidades por encima de la información memorizada⁵.

⁴ Una hora pedagógica equivale a 45 minutos.

⁵ C. Cox, "Market and state principles of reform in Chilean education: policies and results", APEC Education Forum pp 17-58 (1999).

Los contenidos se ampliaron al aumentarse las horas disponibles en cada disciplina, cubriendo materias que los docentes nunca enseñaron antes y en buena parte no conocieron cuando recibieron su formación inicial. Por ejemplo, a las materias que se impartieron tradicionalmente en Física, como mecánica newtoniana y electricidad, se agregaron temas tan diversos como sonido, calor, fluidos, física cuántica y astronomía, entre otros.

Tabla 1.1

Nº de horas de Ciencias naturales en 1º y 2º de Enseñanza media (14-15 años)

Nº de decreto	Año	Nombre de la asignatura	Nº de horas	Comentarios
300	1981	Ciencias Naturales	5	No se explicita la enseñanza de Física y Química. Es impartida mayoritariamente por profesores de Biología y Ciencias.
3	1984	Ciencias Naturales	5	
300 modificado	1989	Ciencias Naturales	6	Se deben tratar temas específicos de Biología, Física y Química. Es impartida mayoritariamente por profesores de Biología y Ciencias.
220	1998	Biología	2	Es impartida por profesores de Biología y Ciencias.
		Física	2	Es impartida por profesores de Física, pero en muchos colegios también la imparten profesores de Biología y Ciencias.
		Química	2	Es impartida por profesores de Química, pero en muchos colegios también la imparten profesores de Biología y Ciencias.

La metodología, por su parte, buscó un cambio desde los desarrollos formales habituales hacia la presentación de las materias en base a experimentación y reflexión. Para ello se apeló con frecuencia al entorno cotidiano. Este cambio en la metodología provocó desorientación en los profesores ya que su formación y experiencia estaban marcadas por la enseñanza tradicional.

Ambos cambios: contenidos y metodología, le crean al docente una gran exigencia. Asimilarlos y llevarlos con eficacia a la sala de clases requiere de tres condiciones básicas: (1) la disposición a renovar y ampliar sus conocimientos, (2) el hacer uso de oportunidades significativas de capacitación, y (3) disponer de tiempo laboral para hacer las transformaciones necesarias en sus rutinas de enseñanza. (Claro, 2003)

Tabla 1.2

Nº de horas de Ciencias naturales en 3º y 4º de Enseñanza Media (16-17 años)

Nº de decreto	Año	Nombre de la asignatura	Nº de horas	Comentarios
300	1981	Biología	3	No se mencionan a Física ni a Química como asignaturas obligatorias ni tampoco como electivas.
3	1984	Biología	3	Los establecimientos educacionales deben ofrecer Física y Química como cursos electivos de carácter opcional.
300 modificado	1989	Biología	2	Se modifica el decreto 300, fijando dos horas obligatorias en Biología, Física y Química
		Física	2	
		Química	2	
220 y posteriores	1998 en adelante	Biología	2	Se establecen nuevos planes y programas para la enseñanza de las ciencias. Se exige como mínimo dos horas en dos de las tres disciplinas. Se agrega un plan electivo de formación diferenciada de tres horas semanales entre las que opcionalmente podría incluirse una de estas tres asignaturas .
		Física		
		Química	2	

* http://www.curriculum-mineduc.cl/docs/planMedi/plan_de_estudio_hc_3_medio.pdf

1.1.2. Acerca de los profesores que educan en las ciencias

Para que el sistema educacional alcance sus objetivos primarios debe contar con docentes bien preparados y en número suficiente para atender las necesidades del sistema.

Un estudio realizado el año 2003, por el profesor Francisco Claro (Ph.D. en Física de la Pontificia Universidad Católica de Chile), revela “que en Física existe un déficit importante de docentes (20,8%), mientras que en Química, habiéndolo, es marginal (1,4%) y en Biología en cambio la dotación de docentes aparece como suficiente para servir la demanda horaria mínima del sistema”⁶.

Con relación a la preparación de los docentes que educan en ciencias se puede observar en la tabla 1.3 que mayoritariamente tienen título universitario de profesor (Columna 2), sin embargo es preocupante saber que sólo el 48% de los docentes que

⁶ El contenido completo de la investigación “Panorama docente de las ciencias naturales en Educación Media”, está publicado en el sitio en Internet: http://biblioteca.mineduc.cl/documento/revista_de_educacion_307.pdf

enseñan Física en el país, sean especialistas en la disciplina (columna 5). Del 52% de docentes que enseñan Física, **sin ser especialistas** se encuentran profesores de Biología, Química y Matemáticas y en un porcentaje nada despreciable profesores de otras disciplinas no científicas (ver figura 1.1).

Tabla 1.3:
Formación de los docentes a cargo de las clases de ciencias, según un estudio realizado por el Dr. Francisco Claro, en el año 2003.

Asignatura	% de titulados en Educación	% con otros títulos	% no titulados	% con especialidad en la asignatura que enseñan
Biología	93,8	1,7	4,5	57,8
Física	90,4	3,6	6,0	48,0
Química	93,6	2,2	4,2	51,5

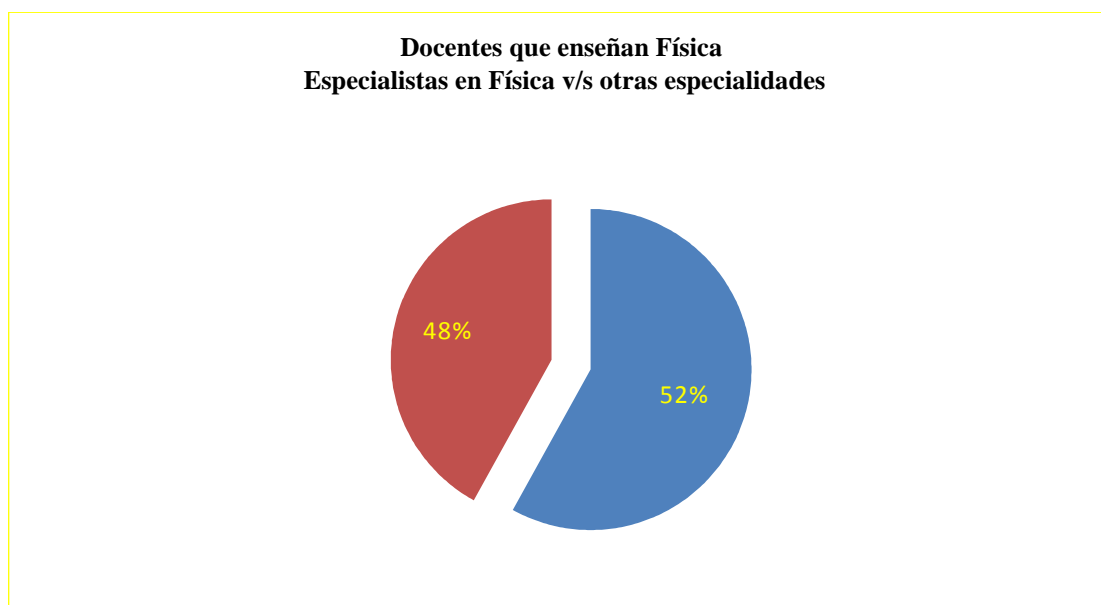


Figura 1.1: La figura permite apreciar que el 52% de los profesionales que enseñan física en EM no son profesores de Física.

Ante ese panorama, surgen dos interrogantes:

- a. ¿Es realista esperar una educación de calidad si el 52 por ciento de los docentes que enseñan Física no tienen estudios formales en esa disciplina?
- b. ¿El 48 por ciento restante, que tiene formación en la disciplina, cumple realmente con entregar la docencia con la calidad requerida?

Como el promedio de edad de los profesores de ciencias es de 52 años, esto significa que en promedio, el docente de ciencias completó su educación formal hace 27 años o más. Teniendo presente que los nuevos programas contienen mucho material

nuevo que incluyen conceptos científicos de desarrollo reciente, aún cuando la formación inicial hubiese sido buena, de no mediar un fuerte apoyo en la actualización del docente, su labor no podrá llenar las expectativas de dichos programas.

En el caso de los más jóvenes incide también la calidad de su formación inicial afectada por el bajo nivel promedio de ingreso a la Universidad. En 1998 hubo puntajes de ingreso en las carreras de Pedagogía en Física de 445 puntos, siendo el puntaje mínimo para ingresar a las Universidades estatales chilenas, a la fecha de hoy, de 500 puntos. Comparativamente el promedio mínimo de ingreso a las carreras de ingeniería es de 620 puntos y a Medicina alrededor de 700 puntos, aproximadamente. Es decir, son muy pocos los estudiantes con una buena preparación que se interesen por estudiar Física para ser profesores de Física.

Dada la demanda de profesores de la especialidad y el sobre-empleo que se produce en el sistema, muchos profesores titulados de Física imparten tantas horas semanales que sería imposible pensar que disponen de tiempo para ejercer una docencia de calidad, preparar sus clases y evaluaciones, ni para actualizarse o capacitarse como lo exige la situación presente.

Producto del déficit muchos colegios contratan alumnos de Física para cubrir las plazas vacantes. Estos estudiantes aceptan la oferta, porque además tienen que pagar sus estudios, restando tiempo de dedicación a su propia formación. Esto tiene como consecuencia, una demora en la obtención de su título profesional, el abandono de la carrera y también, el fracaso de muchos estudiantes. Cabe notar que el promedio anual de titulados, en el país, entre 1996 y 2000 fue de 17 estudiantes⁷, valor inferior al número de docentes de Física que anualmente deja de enseñar por acogerse a jubilación u otras razones. También ocurre que un número importante de ingenieros, sin formación pedagógica, ocupan estas vacantes, situación que es valorada por un segmento de la población que discrimina al docente frente a un ingeniero.

La tabla 1.4 revela en cifras el déficit de profesores de ciencias con los datos del año 2004, en las disciplinas de Biología, Física y Química (2^{da} columna); la tasa de titulación requerida por el país (3^{ra} columna), si se aspirara a alcanzar en 10 años una enseñanza enteramente profesionalizada en que cada especialista enseñe su propia disciplina y la tasa de titulados durante el año 2002 (4^{ta} columna).

⁷ Fuente: Comisión Nacional de Acreditación de Pregrado.

Tabla 1.4

En el año 2004 se presentó un déficit nacional de 888 profesores Física. Para cubrir este déficit en unos 10 años más habría que titular 110 profesores por año, sin embargo, en el 2002 el N° de titulados fue de solamente 19 profesores. Lo mismo se puede apreciar en las disciplinas de Biología y Química.

	Déficit asignatura	Tasa de titulación requerida	Titulados el 2002
Biología	156	35/año	62
Física	888	110/año	19
Química	641	80/año	31

1.1.3. ¿Cómo colaborar para revertir la situación expuesta?

Sobre la base de las consideraciones anteriores es factible pensar que la vinculación de las Universidades con el sistema escolar es fundamental.

Como se desprende de lo expuesto por la máxima autoridad gubernamental de educación es indudable que *“se debe activar la formación de profesores, y saber si los niveles de calidad de lo que se está haciendo es el adecuado;... se tiene un déficit no sólo en profesores, sino en profesores de profesores”*⁸.

“Nuestra meta como país es elevar la calidad de todo el sistema educacional científico y tecnológico. Es una prioridad estratégica para el país. La formación de una base sólida es un requisito para la formación avanzada, pero inversamente una formación de capital humano avanzado, doctores, expertos, académicos de universidades son quienes deben volcar sus conocimientos y vaciar también sus energías para contribuir a mejorar la formación escolar. Este lazo ha estado escaso y nosotros tenemos que fortalecerlo bastante. Necesitamos más profesores de matemáticas y ciencias. Tenemos déficit en calidad y cantidad” (Sergio Bitar, Ministro de Educación de Chile, 2004).

Por tanto, en las universidades se debería reflexionar e investigar sobre su práctica educativa. *La enseñanza superior continúa siendo conservadora, conductista, promoviendo el aprendizaje mecánico* (Moreira y Veit, 2010). La

⁸ Discurso del Sr. Ministro de Educación de Chile ante la Academia Chilena de Ciencias. Boletín Informativo de la Academia Chilena de Ciencias. Septiembre-Octubre del 2004.

enseñanza hoy debería estar centrada en el aprendizaje del alumno, poner atención en si el alumno aprende, cómo aprende, cómo organiza sus ideas, en otras palabras, facilitar el aprendizaje significativo y el logro de competencias que faciliten su posterior desempeño profesional (Ibíd.)

1.2. ¿Cuál es la realidad de los estudiantes que ingresan a las carreras de ciencias e ingeniería?

Debido a los problemas expuestos relacionados con la educación de la Física en los establecimientos secundarios, los estudiantes universitarios presentan variadas dificultades para aprobar las asignaturas de Física en las carreras científicas. El profesor Luís Braga y colaboradores, de la Universidad de Concepción, en una investigación realizada el año 2002, destaca que:

- *La experiencia muestra que muchos estudiantes poseen un sistema estructurado y estable de creencias de sentido común acerca de los conceptos fundamentales de la cinemática y dinámica. Las preconcepciones de esta llamada “Física intuitiva”, entra en abierto conflicto con el aprendizaje de la Física Newtoniana y dificultan enormemente la comprensión de sus conceptos y leyes, dado que el estudiante debe virtualmente borrar de su mente la serie de conceptos previos (erróneos) y reemplazarlos por el nuevo esquema newtoniano,*
- *...muestran una marcada dificultad para conectar realidad con la representación y viceversa,*
- *...presentan un bajo grado de desarrollo de la capacidad para planificar una estrategia de pasos para la resolución de un problema,*
- *... para más del 90%, resolver un problema,... es simplemente sinónimo de introducir valores en una determinada fórmula.*
- *...presentan una muy baja motivación por aprender Física,*
- *...presentan baja tendencia a trabajar en grupos, prefiriendo el estudio personal.*

Lo anterior da como resultado un ordenamiento conceptual pobre, donde no se identifican jerarquías conceptuales, lo que indudablemente refleja la deficiente calidad de los aprendizajes y se suma a esto un bajo rendimiento en la asignatura de Física general mecánica en los alumnos que hacen ingreso a la educación superior chilena. Con el paso del tiempo, se observa que la Física es una dificultad para todo estudiante

que cursa esta asignatura puesto que “...*el 30% de los alumnos abandonan nuestros cursos, el 20% lo repite y más o menos tan solo la mitad de los alumnos logra superar en parte las deficiencias con que ingresan a la Universidad*”. Este pobre dominio conceptual se debe a que “*los alumnos provenientes de la Enseñanza Media, en más del 80%, están acostumbrados a una aplicación sólo mecánica de reglas y fórmulas, sin que medie para nada una instancia de análisis para darse cuenta si tal expresión es o no válida en la situación considerada*” por lo que “*los alumnos que ingresan, presentan en más del 70% carencia de la capacidad de análisis*” (op. cit.).

1.3. El Contexto y la población investigada

Los datos utilizados en las investigaciones que se exponen fueron obtenidos durante los años 1999 y 2009, en la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Playa Ancha, en la ciudad de Valparaíso, Chile. En Valparaíso existen 15 universidades de las cuales 4 son “tradicionales” y las restantes son “privadas”.

Las universidades tradicionales (que pueden ser estatales ó públicas) reciben un porcentaje de aporte económico del estado y atienden a los sectores socio-económicos de menores ingresos; entre sus funciones destacan la docencia, la investigación y la extensión.

Las universidades privadas (o particulares) surgen a partir de los años ochenta producto de una economía de libre mercado, son financiadas por aportes privados y por los ingresos obtenidos de las matriculas de sus estudiantes. Mayoritariamente atienden a sectores socio-económicos de mayores ingresos y las carreras que imparten son aquellas que desde una perspectiva “economicista” son más atractivas, es decir, que encuentran un mercado adecuado para invertir en ellas. No son universidades que se destaquen por incentivar la investigación, sino que su función prioritaria es la docencia y la formación de profesionales.

Las cuatro universidades tradicionales de la zona tienen las más altas preferencias, manifestada por la cantidad de postulaciones que reciben. Las carreras que imparten dan cuenta de las necesidades profesionales que requiere el país y cada una se diferencia de la otra por la tradición en sus investigaciones.

Por su parte, la Universidad de Playa Ancha, con 60 años de existencia en la zona, atiende al quintil más vulnerable económicamente de la población estudiantil y se destaca por la formación inicial de profesionales de la Educación, profesores de

educación prebásica, básica y secundaria. En los últimos años y debido a una política de expansión, competitividad y sustentabilidad económica se expandió hacia otras carreras que se encuentran fuera del ámbito educativo como las carreras de ingenierías.

Valparaíso se encuentra en la costa, a 120 Km. de la capital y se ha convertido en una ciudad universitaria, cuyas instituciones son postuladas, preferentemente por alumnos proveniente de regiones alejadas. Por su tranquilidad es propicia para el desarrollo de estudios superiores.

Este trabajo está centrado en la población de estudiantes universitarios de ciencias e ingeniería que cursan las asignaturas de Física en sus carreras profesionales.

1.4. Desarrollo de las etapas de investigación. La muestra y las preguntas de investigación

En la primera etapa, ETAPA I, la muestra corresponde a 22 estudiantes de las carreras de Ingeniería Civil y de Pedagogía en Física y Computación, de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación, alumnos que son seguidos durante tres semestres en su trabajo de resolución de problemas.

Se buscó respuestas para las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Con qué tipo de representación mental (proposiciones, imágenes, modelos) trabajan los alumnos al resolver problemas de Física Mecánica?,
- ¿existirá alguna relación entre las estrategias representacionales usados por los alumnos con el éxito o fracaso en las asignaturas de Física?,
- ¿de qué manera utilizan los alumnos las representaciones mentales al resolver problemas?, ¿existe relación entre el tipo de representación mental que usan y su desempeño en la resolución de problemas? y
- suponiendo que los modelos mentales son más abarcativos que las imágenes y las proposiciones, ¿será que los alumnos que llegan a la construcción de modelos aprenden de manera más significativa o construyen mejor los conceptos?
- ¿qué patrones de comportamiento o características se observan en los estudiantes según el tipo o la forma de trabajar la resolución de problemas?

En la segunda etapa, ETAPA II, se consideró un muestreo aleatorio estratificado compuesto por 636 estudiantes de carreras de ciencias e ingenierías correspondientes a cinco universidades regionales (ciudad de Valparaíso) de las cuales tres son estatales (o

públicas) y dos son universidades privadas (o particulares). De estos estudiantes, 100 alumnos no habían rendido ningún curso de Física universitario y 212, 124, 100 y 100 alumnos tenían aprobados 1, 2, 3 y 4 cursos de física, respectivamente. Los 162 estudiantes de ciencias (Física, Química y Biología), por poseer planes de estudios diferentes presentan cursos de física en diferente cantidad y con diferentes programas, sin embargo los estudiantes de Ingeniería, 474, de todas las universidades consideradas presentan en sus planes de estudios los mismos cursos de Física, con programas semejantes, que en este trabajo llamaremos, Física 1 (Mecánica de la partícula), Física 2 (Mecánica del cuerpo sólido y medios deformables), Física 3 (Electromagnetismo) y Física 4 (Ondas y Física Moderna).

Para este grupo de estudiantes se busca averiguar,

- ¿en qué medida persisten las mismas preconcepciones primitivas que los estudiantes de enseñanza media tienen de los conceptos relacionados con fuerza y movimiento? y
- si al ir aprobando más cursos de Física, ¿qué porcentaje de alumnos cambian sus preconcepciones?

La tercera etapa, ETAPA III, esta dirigida a estudiantes de ingeniería de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación y la muestra, que es intencionada, esta formada por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental, que cursan la asignatura Física 1 y posteriormente, un año después, los mismos cursan Física 2.

Se elige este grupo de estudiantes, por presentar los mayores problemas en rendimiento entre sus pares de ingeniería y por consiguiente los que poseen un mayor índice de deserción. Inicialmente la muestra está compuesta por 24 alumnos, pero de estos, siete no se consideran, porque cuatro se retiran al inicio del curso y tres alumnos no se presentan a las pruebas finales. En definitiva la muestra está compuesta por 17 alumnos que se observan durante el período comprendido entre el 2º semestre del año 2003 en que cursan la asignatura Física 1 y un año después, el 2º semestre del año 2004 en que los mismos cursan Física 2, ambas asignaturas desarrolladas con la metodología MODIEME. En el inter-período, 1º semestre del 2004, los alumnos repitentes de Física 1 son sometidos nuevamente a la metodología MODIEME y aprueban. Los alumnos aprobados de Física 1 pasan a cursar Física 2, que al desarrollarse de manera tradicional,

con clases frontales expositivas, reprueban. Así los alumnos investigados, se vuelven a juntar en el 2º semestre del año 2004.

1.5. Diseño del modelo MODIEME

Se diseña la metodología didáctica, basada en la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel en la cual destaca la influencia social afectiva y cooperativa de todos los protagonistas, profesores y alumnos, participantes en el proceso educativo.

Esta metodología requiere que los alumnos reconozcan previamente sus propias preconcepciones. Por esto se analiza y discute sobre la construcción del conocimiento sobre las relaciones entre fuerza y movimiento desde las concepciones Aristotélicas hasta Galileo, apreciando de este modo los esfuerzos de la comunidad científica para construir este conocimiento. En la transposición didáctica durante las clases teóricas, se enfatiza el núcleo duro de la mecánica Newtoniana, destacando reiterativamente, las leyes del movimiento así como los teoremas de conservación (energía, momentum lineal y angular) como las herramientas fundamentales para comprender, describir, explicar y predecir el comportamiento de los cuerpos que son perturbados por las interacciones provenientes de los objetos que conforman su entorno.

La resolución de problemas se enfrenta a través de talleres de trabajo cooperativo, que en esta investigación se denominan talleres de trabajo cooperativo-significativo (TACS), que son orientados por la técnica de aprendizaje cooperativo denominada “learning together” o “aprendamos juntos”, de los autores Johnson y Johnson (1987, 1990). Este taller es usado como una estrategia para detectar la persistencia de concepciones alternativas en los alumnos, para discutir y consensuar sobre la teoría newtoniana, para fomentar la expresión científica tanto oral como escrita en los estudiantes y también para fomentar la utilización de los mapas conceptuales como una estrategia de meta cognición que propicia el progresivo dominio reflexivo de la organización conceptual en la estructura cognitiva de los educandos.

Se agrega al modelo la construcción de un “portafolio” que contiene las actividades que cada estudiante ha realizado durante la asignatura (problemas resueltos, demostraciones, ilustraciones de algunos temas), evidenciando de esta forma el trabajo realizado.

Así el modelo didáctico MODIEME contempla cuatro elementos:

- las clases expositivas,
- el taller de aprendizaje cooperativo-significativo,

- las disertaciones de los estudiantes sobre la historia de la física en la relación fuerza y movimiento y
- la construcción de un portafolio.

Mediante el modelo propuesto se pretende averiguar si los estudiantes,

- a) ¿lograrán mejorar la tasa de aprobación?,
- b) ¿mejorarán su rendimiento?,
- c) ¿lograrán construir aprendizajes significativos en el dominio de la Mecánica clásica newtoniana? y
- d) ¿se les facilitará la construcción de modelos mentales efectivos para afrontar la resolución de problemas?

De este modo se realiza una exploración longitudinal a los estudiantes, durante tres semestres.

La cuarta etapa, ETAPA IV, es un intento por aislar las variables que influyen en el aprendizaje significativo de los estudiantes. De la etapa III se observa que el modelo MODIEME incide efectivamente en el aprendizaje significativo de los estudiantes. Dado que este modelo tiene cuatro elementos se tiende a pensar que el taller de aprendizaje cooperativo significativo (TACS) es el elemento más influyente en la organización conceptual. Por lo anterior es que en esta etapa se pretende relacionar el taller de aprendizaje cooperativo-significativo con el rendimiento y el aprendizaje significativo de los conceptos de física estudiados.

Corresponde a una investigación de tipo experimental de corte cualitativo y cuantitativo aplicada a un grupo de estudiantes del primer año de Ingeniería Informática que cursan la asignatura de Física 1 durante el primer semestre de su carrera.

El número de estudiantes eran 56, con los cuales se constituyen dos grupos: control y experimental, para comparar y diferenciar las variables rendimiento y aprendizaje significativo de los conceptos. Históricamente estos alumnos presentan dificultades de aprendizaje lo que afecta directamente su rendimiento y el grado de deserción de la Universidad.

El taller TACS integra la técnica de aprendizaje cooperativo, denominada "Learning Together", con la teoría de aprendizaje significativo.

La quinta etapa o ETAPA V, es el seguimiento de estudiantes intervenidos con la metodología MODIEME aplicado cinco años atrás.

1.6. Síntesis de los objetivos de cada investigación

Centrado en la educación de la Física en los estudiantes universitarios de Ciencias e Ingeniería, esta investigación pretende, en términos generales:

Facilitar el aprendizaje de la Física en estudiantes universitarios promoviendo en ellos la construcción de aprendizajes significativos.

Para lograr este objetivo general este trabajo se ha desarrollado en cinco etapas, que pretenden satisfacer los siguientes objetivos específicos:

ETAPA I: Corresponde a una primera investigación de corte cualitativa descriptiva en la cual se quiere averiguar acerca de los procesos mentales que los estudiantes utilizan cuando resuelven problemas de Física. Se persigue los siguientes objetivos:

- Identificar el tipo de representación mental (proposiciones, imágenes o modelos mentales) que utilizan los estudiantes al enfrentar la solución de problemas de Física.
- Investigar si existe alguna relación entre el tipo de representación mental que utilizan los estudiantes y su desempeño en la resolución de problemas de Física.
- Establecer alguna relación entre las estrategias representacionales usadas por los estudiantes con el éxito o fracaso en la asignatura.
- Averiguar si existe alguna relación entre los procesos de construcción de modelos mentales de los estudiantes y la construcción de aprendizajes significativos de los conceptos estudiados en las asignaturas de Física.
- Determinar patrones de comportamiento características observables en los estudiantes según el tipo o la forma de trabajar la resolución de problemas.

ETAPA II: Terminada la investigación anterior, en esta segunda etapa se diseña una investigación de tipo exploratoria y cuantitativa cuyos objetivos son:

- Determinar el grado de persistencia de concepciones erróneas pregalileanas en los conceptos de fuerza y movimiento en los estudiantes universitarios.

- Determinar cuantitativamente en qué medida persisten estas preconcepciones en los alumnos que han cursado y aprobado uno, dos, tres y cuatro cursos o asignaturas de Física en sus carreras profesionales de ciencias e ingeniería.

ETAPA III: Sabiendo el grado de persistencia de concepciones erróneas pregalileanas y la forma representacional que utilizan los estudiantes que construyen aprendizajes significativos de los conceptos de Física, se busca diseñar y aplicar un modelo didáctico que permita a los estudiantes la construcción de modelos mentales adecuados de las leyes de la mecánica Newtoniana, es decir modelos mentales que sean efectivos para resolver satisfactoriamente los problemas de física relativos a Mecánica de la partícula. Es así que se ha diseñado una investigación mixta, cuantitativa y cualitativa, en la cual se han establecido los siguientes objetivos:

Verificar que una metodología didáctica basada en un modelo que considera la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel, los aportes de Vygotsky y que enfatice el núcleo duro de la Mecánica clásica newtoniana,

- a) aumentará la tasa de aprobación y el rendimiento en la asignatura Física General Mecánica I.
- b) fortalecerá el aprendizaje significativo de conceptos de la Mecánica clásica newtoniana, y
- c) favorecerá la construcción de modelos mentales efectivos en los estudiantes universitarios.

ETAPA IV: Busca relacionar el taller de aprendizaje cooperativo-significativo (TACS) con el rendimiento y el aprendizaje significativo de los conceptos de física estudiados.

ETAPA V: Se realiza un seguimiento a los estudiantes intervenidos con la metodología MODIEME, cinco años después, para conocer:

- el estado de avance en su carrera profesional,
- la influencia de esta metodología en su formación profesional,
- el grado de aceptación de la metodología didáctica y la valoración de ellos para facilitar su aprendizaje.

1.7. Hipótesis

ETAPA I: Se cree que:

- Los alumnos, al resolver un problema de física, representan el conocimiento en forma de proposiciones o en forma de modelos mentales y que las imágenes son una forma de “visualizar” conscientemente estos modelos mentales.
- Los alumnos que construyen modelos mentales, coherentes con los científicamente aceptados y que son activados en los procesos de resolución de problemas, aprenden significativamente los conceptos involucrados en una teoría física, en particular la teoría newtoniana.
- Los alumnos que no representan mentalmente el conocimiento a través de modelos mentales tienen un aprendizaje de tipo memorístico, que requieren de formulas aisladas para usar algoritmos en la resolución de problemas.
- Existen ciertos signos o características comunes que permiten identificar externamente el modo de representar internamente los conocimientos, cuando los alumnos se enfrentan a la resolución de problemas.

ETAPA II: Influenciada por las investigaciones relativas a las preconcepciones erradas e ingenuas acerca de la relación fuerza y movimiento, se cree que:

- Las concepciones erróneas pregalileanas con que llegan los estudiantes a la universidad, cambian poco durante los primeros años al cursar las asignaturas de Física, en las carreras de ciencias e ingeniería.
- En la medida que los alumnos aprueban más cursos de Física, dos, tres o cuatro, estas preconcepciones tendrán una notable disminución.

ETAPA III: Se estima que una metodología didáctica sustentada en la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel, en los aportes de Vygotsky y que enfatice en sus actividades el núcleo duro de la Mecánica newtoniana permitirá:

- el aumento de la tasa de aprobación y de rendimiento en la asignatura de Física general mecánica I (Mecánica de la partícula) en los estudiantes de ciencias e ingeniería.
- el fortalecimiento gradual del dominio y ordenamiento conceptual de la Mecánica de la partícula, lo que a su vez incrementará el rendimiento de los estudiantes.

- Y favorecerá la construcción de modelos mentales efectivos para enfrentar de manera efectiva la resolución de problemas.

ETAPA IV: El taller de aprendizaje cooperativo-significativo (TACS) mejora y aumenta el rendimiento y la construcción de aprendizaje significativo de los conceptos físicos.

ETAPA V: Se tiene la hipótesis de que la aplicación de la metodología MODIEME facilita el aprendizaje de los estudiantes favoreciendo su avance curricular en su formación profesional.

1.8. Justificación e importancia de la investigación

Durante mucho tiempo la universidad está intentado mejorar los rendimientos en la disciplina de Física sin lograr los resultados esperados. Se ha actuado con una pedagogía intuitiva que si bien pudo dar buenos resultados para un determinado grupo de estudiantes no ha sido efectiva para otros y en otros contextos.

Actualmente las investigaciones en enseñanza de las ciencias tienen respaldos teóricos tanto epistemológicos como psicológicos efectivos.

Desde la perspectiva epistemológica la vertiente constructivista muestra que los estudiantes construyen el conocimiento a partir de sus propias concepciones iniciales.

Desde la perspectiva psicológica se sabe que los estudiantes representan mentalmente la información que les llega procesándola internamente, para aceptarla, modificarla o rechazarla.

Por otra parte, la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel, puesta nuevamente a prueba en esta investigación, nos permitirá apreciar su potencialidad para tomarla como un referente teórico sólido, adecuado y efectivo en la educación de las ciencias y en particular en la enseñanza de la Física de estudiantes que llegan a la universidad con conceptos físicos errados, con un miedo hacia la física, con puntajes de ingreso a la universidad bajos, pero con el desafío de obtener un título profesional.

Antes de proponer una metodología didáctica que propicie en los estudiantes la construcción de aprendizajes significativos de la Física, es importante que el profesor conozca cuál es el estado actual de sus conocimientos y/o creencias y cómo ellos organizan y procesan la información relativa a las leyes físicas contenidas en los programas de estudio.

Desde la perspectiva del modelo educativo de Gowin, el proceso de enseñanza cumple con el objetivo de ser una enseñanza efectiva cuando profesor y alumno

comparten significados con relación a los materiales educativos del curriculum, lo que se evalúa tanto por la comunicación verbal como la escrita o gestual. Novak, por su parte, propone los mapas conceptuales como instrumentos de enseñanza y también de evaluación de aprendizajes y en este trabajo serán utilizados como instrumentos para medir la evolución del aprendizaje de conceptos en los estudiantes e inferir sobre el dominio de definiciones, conceptos y situaciones en el ámbito de la mecánica newtoniana.

Por otro lado, la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird permite inferir acerca de la forma en que los estudiantes procesan mentalmente la información.

Los encuentros - profesor, alumno, materiales educativos- deben ocurrir en un contexto favorable para el aprendizaje:

- generoso, en el cual el profesor este dispuesto a dialogar con los alumnos;
- afectivo, en el cual el alumno se sienta aceptado;
- de acogida e invitación hacia el dialogo.

En este sentido se justifica tomar como referente epistemológico la teoría socio histórica de Vygotsky.

Si bien es cierto el grupo de estudiantes investigados refleja una realidad particular, ya que son universitarios, la importancia de centrar en ellos estas investigaciones radica en dos aspectos: por un lado en que el paso por la universidad debe garantizarles los cambios en sus preconcepciones, ya que no es posible que profesionales de ciencias e ingeniería salgan a enfrentarse al mundo laboral, como ingenieros o profesores , con creencias ingenuas o pregalileanas; y por otro lado, debe haber en el profesor de ciencias una consecuencia en su quehacer. Es decir, que si su misión es enseñar leyes científicas entonces su práctica educativa también deberá estar fundamentada en teorías científicas educativas.

La importancia mayor que se visualiza en este trabajo es la posibilidad de extender los resultados a la práctica educativa en la formación inicial de futuros profesores de ciencias y en particular de futuros profesores de Física. Sólo de esta forma podría revertirse la escasa calidad de la educación científica que al complementarse con otras investigaciones en esta área se podrá formar una base sólida en la cual puedan sustentarse los cambios que necesite el sistema educativo científico en nuestro país.

<p>En el capítulo siguiente se presenta una revisión bibliográfica de investigaciones relativas a la enseñanza de las ciencias.</p>

CAPÍTULO 2
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2. CAPÍTULO 2: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La revisión bibliográfica se ha dividido en temas y se presentan en el orden en que son tratados. Estos son:

- Aporte de la investigación en la enseñanza de las ciencias.
- Realidad y modelos científicos (físicos).
- Realidad, modelos físicos y modelos didácticos.
- La teoría de aprendizaje significativo.
- Modelos mentales.
- El lenguaje en la educación de las ciencias.
- Aprendizaje cooperativo versus aprendizaje significativo.
- Aportes a la enseñanza de la mecánica, de la historia y epistemología de las ciencias.
- Ideas espontáneas de los alumnos sobre la relación fuerza y movimiento.

En este capítulo resulta inevitable mencionar algunas teorías así como una breve descripción de ellas. La profundización del marco teórico propiamente tal se presenta en el capítulo tercero.

En la ponencia presentada por el profesor Gil Pérez en el IV Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias y Matemáticas, celebrado en Barcelona en 1993, sostenía que la Universidad había permanecido al margen de los procesos de renovación en enseñanza de las ciencias, esperando que en la próxima década se produzca el despegue de la didáctica de las ciencias en el nivel universitario (Gil Pérez, 1994).

Los estudios universitarios están dejando de ser la opción de pequeñas minorías. La oferta de carreras otorgadas por las universidades ha crecido enormemente, por el aumento de las ofertas de las universidades privadas. La población estudiantil en aumento, tiene resultados preocupantes por el alto índice de fracasos y de abandono, lo que hace que las universidades exijan cada vez más que los profesores universitarios actualicen sus metodologías didácticas, centradas en el estudiante. El profesor debe lograr una empatía con ellos. La exigencia es innovar tomando como centro y protagonista al estudiante y su aprendizaje.

También preocupa la formación, el proceso de renovación de la enseñanza de las ciencias y muy concretamente, la formación inicial del docente... *que dejaría de verse*

lastrado, durante los años decisivos de su formación universitaria, por una formación ambiental que se sitúa en las antípodas de las tendencias actuales (Ibíd.).

2.1. Aporte de la investigación en la enseñanza de las ciencias

En la actualidad la educación se dirige a alumnos que viven en una sociedad caracterizada por cambios rápidos y profundos en todo orden. Los avances en tecnología y las comunicaciones son tan veloces que educar se vuelve cada vez más complejo e incierto (Justi, 2006). Esta situación exigirá que cada individuo tenga una instrucción general amplia, y que además posea destrezas de comunicación, adaptación y un compromiso con el aprendizaje continuo (Millar y Osborne, 1998). Para Halloun (2004), los alumnos pueden desarrollar formas de pensar y aprender que se asemejan bastante a las formas científicas de pensar e investigar.

En el área de la educación de las ciencias hay una preocupación creciente de los investigadores por explicar los procesos educativos. Se ha mostrado que las personas razonan y explican las situaciones que ocurren en el mundo mediante teorías internas idiosincrásicas o sistemas de creencias que se construyen en base a las experiencias que les otorga la vida cotidiana. Estas creencias, la mayoría de las veces sin fundamento científico, se encuentran muy arraigadas en la estructura cognitiva de las personas. Lo mismo ocurre en los estudiantes. Combatir este sistema de creencias o preconcepciones es el mayor desafío al que se han enfrentado los profesores de ciencias, ya que son relativamente pocos los alumnos que logran el cambio conceptual, a pesar de los esfuerzos de sus profesores, su experiencia e idoneidad.

La publicación de los trabajos desde Novak (1977, 1982) y Posner et al. (1982) han considerado que el objetivo de la educación científica es el cambio conceptual de los alumnos. Consideran que en el proceso de aprendizaje de las ciencias, los estudiantes manejan ideas con cierta estructura de la misma forma en que los científicos construyen el conocimiento a través de sus investigaciones. La cuestión central es: cómo cambian las teorías intuitivas los estudiantes al enfrentar las nuevas ideas de las teorías científicas en el acto educativo (Posner et al., 1982), es decir, cómo se modifican las concepciones intuitivas para direccionarlas hacia el saber construido y consensuado por una comunidad científica. Ante la falta de una teoría explicativa que guíe el cambio conceptual de los alumnos, Posner et al. proponen apelar a la filosofía contemporánea de la ciencia. La tesis principal es que el cambio conceptual en los estudiantes durante el proceso instruccional sigue las líneas que ha fijado la filosofía de las ciencias, que

explica la forma como la comunidad científica construye una teoría científica y por tanto debería existir una cierta analogía con la forma en que debería construirse una teoría de aprendizaje. Según estos autores, el punto de vista asumido es que la investigación científica involucra ciertos compromisos que la organizan, sean los paradigmas propuestos por Kuhn o los núcleos duros de los programas de investigación de Lakatos. Existe una fase de transformación conceptual cuando los científicos enfrentan retos que desafían los supuestos básicos, es decir, las revoluciones científicas o los cambios de los programas de investigación. De la misma manera los estudiantes utilizan conceptos propios para dar cuenta de nuevos fenómenos, procurando asimilar estos últimos, pero cuando no tienen éxito o cuando también enfrentan retos que desafían su propia estructura conceptual, deben acomodar y/o modificar los conceptos centrales de sus sistemas de creencias.

Las múltiples investigaciones han puesto de manifiesto la importancia de tener en cuenta las ideas previas de los alumnos (Gilbert et al, 1982; Osborne, Driver y Erickson, 1983; Osborne, Witrock, 1983; Duit, 1991; Hierrezuelo, Montero, 1991; Pozo, Sanz, Gómez, Limón, 1991; Pozo, Gómez, Limón, Sanz, 1991; Carrascosa, Gil, 1992; Driver et al, 1994; Pfundt, Duit, 1994; Pintó, Aliberas, Gómez, 1996; Posada, 2000; Liu, 2001; Moreira, 2003b; Duit y Treagust, 2003; Pozo, 2008), para organizar tanto el material educativo como las estrategias metodológicas propicias para tratarlo.

La literatura muestra una serie de investigaciones que se interesaron por establecer condiciones que permitieran modificar las ideas previas de los alumnos para acercarlas a las ideas científicas. En un análisis crítico de tales investigaciones, Duit y Treagust (2003) hicieron un resumen de algunos argumentos que muestran qué elementos esenciales tienen las propuestas que tratan de favorecer el cambio conceptual en los alumnos, cómo es que los conceptos científicos no existen en forma aislada uno de los otros, sino que su significado dependerá del contexto social, ambiental y tecnológico en que aparecen (Fensham, 2001) y que los contenidos no conforman una sucesión lineal sino que una totalidad estructurada. Además se deben, tener en cuenta los aspectos afectivos y sociocognitivos del aprendizaje y no tan solo el aspecto racional o lógico de la estructura de los contenidos. También que los aprendizajes como el enriquecimiento y reestructuración de los campos conceptuales que construyen los alumnos son procesos que ocurren lentamente (Vergnaud, 1990, 1993; Vosniadou y Ioannides, 1998).

La búsqueda de un marco teórico amplio que describa los procesos cognitivos vinculados al aprendizaje de las ciencias, es algo que ha ocupado desde siempre a la comunidad de investigadores. Después de una década de investigaciones en torno al cambio conceptual cobra una fuerza creciente los referenciales teóricos más próximos al subparadigma computacional en psicología cognitiva, como es la teoría de los modelos mentales (Otero, 1999). La psicología cognitiva contemporánea y, en particular la teoría de los modelos mentales, por su relación con los modelos conceptuales de las ciencias parece ofrecer una rica oportunidad de acercamiento entre *la investigación y el desarrollo curricular e instruccional* en la enseñanza de las ciencias (Moreira, Greca y Rodríguez, 2002).

Hay consenso en la comunidad de investigadores que los elementos que condicionan la actividad de enseñar son de naturaleza diversa y no pueden reducirse simplemente al dominio de la disciplina enseñada, dejando al margen la psicología del alumno, su desarrollo afectivo y emocional, el desarrollo cognitivo o intelectual y la forma en que aprenden. Cualquier actividad escolar que se planifica con los niños tiene en cuenta sus capacidades e incluso suelen programarse con el fin de desarrollar esas capacidades. Pero a medida que el alumno va pareciéndose más a un adulto, van suprimiéndose las consideraciones psicológicas hasta llegar a la Universidad, donde hay una escasa sensibilidad por los problemas didácticos derivados de la psicología del alumno. Sin embargo, los estudios actuales de psicología del aprendizaje y la instrucción muestran que estos condicionantes están presentes en todas las edades, incluidos los alumnos universitarios y adultos, y en toda actividad de aprendizaje (Pozo, 1995).

En el acto de enseñar *“pensamos que los niños no son el futuro de la Humanidad o del país, somos los adultos, porque los niños van a ser adultos a su vez, según los adultos con cuales convivan”* (Maturana, 2006). *“Queremos que sean adultos serios, responsables, alegres, capaces de hacer y aprender cualquier cosa porque confían en si mismos, pero para eso tienen que ser tratados como personas dignas, en respeto”* (Ibíd.).

Hay consenso en la comunidad de investigadores que se debe difundir en los profesores y fundamentalmente en la formación inicial de ellos, los avances producto de investigaciones, conducentes a optimizar su práctica docente. “Los cambios a lograr en la epistemología y en la práctica del profesor no son sencillos. Se han de proponer estrategias que faciliten cambios conceptuales respecto al modelo de enseñanza que

practica el profesor, cambios metodológicos en su saber hacer práctico y, en particular, que logren cambios actitudinales positivos hacia la didáctica de las ciencias” (Guisasola, Furió, Ceberio, y Zubimendi; 2003)

2.2. Realidad y Modelos científicos (físicos)

Para Bunge (1974), el carácter teórico del conocimiento es una muestra del progreso científico, más que tener un gran número de datos empíricos acumulados. Se mide por la capacidad de las áreas científicas en aprehender lo real en forma teórica. Dentro de este contexto, él explica las formas que toman parte de este juego entre teoría y realidad (Pietrocola, 1999).

Se entiende que los modelos se establecen como las formas de *representación* por excelencia de los contenidos científicos.

Los modelos son abordados en la medida que establezcan relaciones entre las teorías y los datos empíricos, intermediarios entre dos instancias del conocer científico, los conceptos y las medidas. La figura 2.1 muestra una ilustración esquemática de las ideas de Bunge (1974) sobre el proceso de modelización de la realidad. Sostiene que este proceso teórico objetiva la interpretación de una parte de la realidad. Por ser compleja, la modelización se obtiene inicialmente a través de simplificaciones o idealizaciones, aparecen por lo tanto una clase de objetos o individuos equivalentes a los reales. A estos elementos se le atribuyen propiedades y características, convirtiéndolos en elementos conceptuales (u objetos-modelo), que permiten tener una representación de la realidad, es decir, modelos teóricos. Los objetos-modelo (una partícula, un mol) representan a los objetos reales y el modelo teórico el comportamiento de ellos (Ibíd.).

Bunge entiende los modelos científicos como capaces de representar la realidad; les atribuye el papel de simulador de lo real; o “dobles” de la realidad. Una proposición que involucre a los objetos-modelo con sus propiedades específicas circunscritos en los modelos permitiría a los científicos abandonar provisoriamente la realidad y toda su complejidad.

En este sentido los modelos tendrían un valor *ontológico*, pues serían la realidad en forma aproximada y provisoria, al igual que en circunstancias locales y en un determinado tiempo.

Para Bunge los modelos constituyen la esencia del trabajo científico propio. “*De la misma forma creemos que los modelos deben ser la esencia de la enseñanza de las*

ciencias, ya que al construir modelos se ejercita la capacidad creativa con objetos que trascienden al propio universo escolar (Pietrocola, 1999). Existiría en el proceso de producción de modelos, el pasaje progresivo de lo real-percibido a lo real-idealizado.

Se debe explicar a los alumnos que los modelos construidos por la ciencia son los intermediarios entre una teorización idealista contenida en los dominios más abstractos del conocimiento científico y lo empírico específico y concreto presente en toda experiencia sensitiva. La actividad de la modelización sería el verdadero motor de la actividad científica. Al introducir la modelización como objeto de enseñanza en la Física, estaremos motivando a los alumnos a representar la realidad a partir de teorías generales. La explicación y ejemplificación de las teorías físicas nos proporcionarán un cuadro de la realidad que generará competencias (en el aspecto positivo del término) entre las concepciones científicas y las concepciones alternativas.

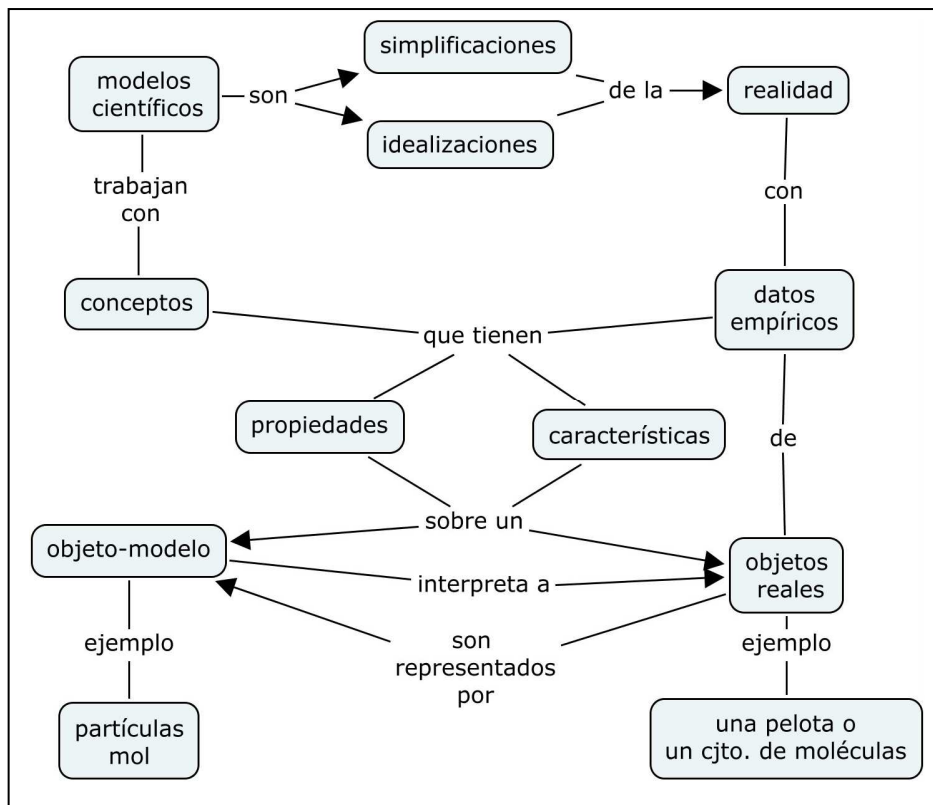


Figura 2.1: Mapa conceptual que ilustra las ideas de Bunge (1974) sobre los modelos científicos y su conexión con la realidad (López Donoso, 2008).

2.3. Realidad, modelos físicos y modelos didácticos

Los modelos científicos en física constituyen una representación teórica de la realidad que es de segundo orden (Matthews, 1994). El llamado *sistema físico* es una representación de primer orden que da estructura al mundo de los fenómenos,

transformando los datos crudos en evidencias dentro de un patrón (Duschl, 1997). El modelo, a su vez respeta la estructura sintáctica de este sistema físico, modelándolo con términos teóricos o símbolos que representan las entidades abstractas del sistema (Estany, 1993). Plantean relaciones funcionales y estructurales entre ellos.

Los modelos didácticos son representaciones de orden superior (modelos de modelos), obtenidas por transposición a partir de los modelos científicos. Algunos mantienen los contenidos, otros solo las formas (la arquitectura lógica), y algunos resultan de concretar las componentes abstractas de los modelos científicos, por ejemplo, el caso de las visualizaciones y de las maquetas (Arlegui de Pablos, 1995).

En los pasajes de estos diferentes órdenes de representación se producen *fracturas*, que funcionan como *obstáculos didácticos* en todos los niveles de la educación científica y obviamente, en el área de la física, como puede observarse en la ilustración de la figura 2.2. Estas fracturas pueden considerarse desde tres puntos de vistas: el epistemológico, el didáctico y el retórico (Ibíd.).

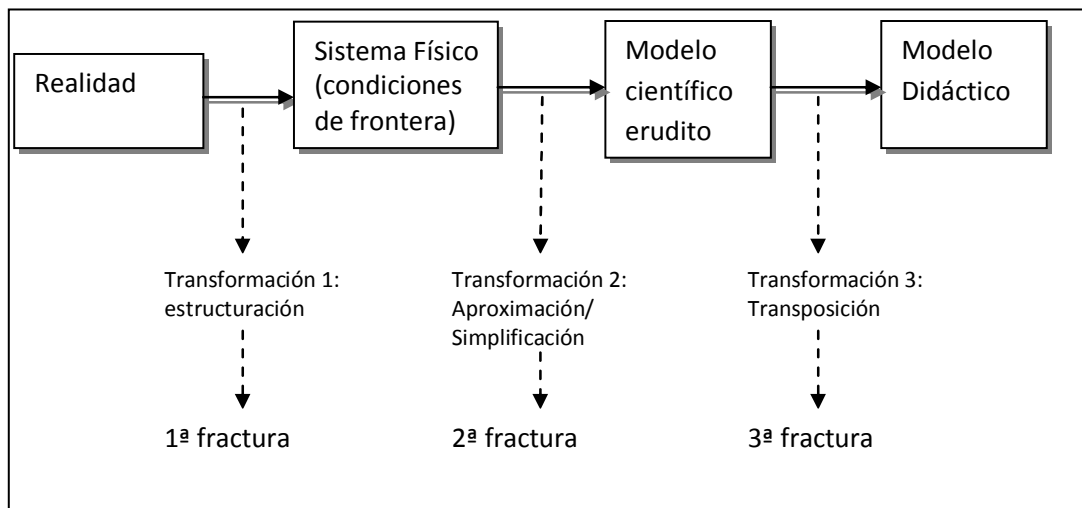


Figura 2.2: La realidad es modelizada por los científicos constituyendo el “saber sabio” que después de diversas transformaciones o fracturas llega a los alumnos un “saber enseñado” para lo cual los educadores construyen “modelos didácticos” (Arlegui de Pablos, 1995)

Desde el punto de vista epistemológico, existen fracturas cuando se pasa de la realidad al sistema físico a considerar, aislado, con condiciones de fronteras apropiadas; cuando se pasa desde el sistema físico al modelo físico, por sus simplificaciones y aproximaciones; cuando se pasa del modelo físico al modelo didáctico, con la suposición de que para llegar a este último se producen *transposiciones* que afectan tanto a los contenidos como a las formas. Sin embargo, el trabajo atento del profesor sobre las posibles fracturas entre estos niveles puede llevar consigo un aumento de la significatividad en el aprendizaje de los alumnos (Adúriz-Bravo y Morales, 2002).

Sin embargo, el enfoque diacrónico, es decir, la descripción de fenómenos que ocurren a lo largo del tiempo, resulta de gran valor para el trabajo del concepto mismo de *modelización científica* (Ibíd.).

Desde el punto de vista didáctico y apoyado en el concepto de metacognición (Monereo Font, 1995; Izquierdo, 1999), se tiene una autorregulación consciente de los procesos cognitivos superiores (Sanmartí, 2000). La concientización y la verbalización de las operaciones conceptuales utilizadas en los pasajes entre niveles representacionales (científicos y didácticos) aumenta la significatividad del aprendizaje de la física y permite a los estudiantes construir una visión más crítica y dinámica del proceso de modelización científica (Adúriz-Bravo y Morales, 2002).

Desde el punto de vista retórico se utiliza la metáfora, entendiéndola como un mecanismo lingüístico que es capaz de trasladar significados desde un campo semántico conocido hacia otro en exploración. Habitualmente es usado en las clases de ciencias para englobar diversos procesos analógicos complejos (Duit, 2001). La metáfora constituye una estrategia fundamentalmente lingüística que aprovecha la fuerza del pensamiento analógico para reconstruir las diferentes entidades y relaciones de la física erudita en el aula de ciencias. Por tanto, la metáfora se constituye en uno de los elementos fundamentales de la argumentación científica escolar (Izquierdo, 1999; Martins y Porto Villani, 2000). Otro elemento clave en el análisis retórico es la voluntad de convencer, en palabras de Maturana (2006), corresponde a “*el tener ganas*” de enseñar.

Con la aparición del llamado *modelo cognitivo de ciencia*, se han podido integrar estas perspectivas al considerar la ciencia como la actividad cognitiva de dar sentido al mundo, con su propia lógica interna, sus relaciones de *semejanza* con los fenómenos, y sus propios medios expresivos (los lenguajes simbólicos especializados) (Adúriz-Bravo, 1999; Izquierdo, 1999). Los modelos científicos y didácticos se sitúan en diferentes niveles de representación, pero los análisis teóricos que atienden a su naturaleza, su factibilidad de ser enseñados y su comunicabilidad encuentran muchos puntos en común (Adúriz-Bravo y Morales, 2002).

Los *modelos conceptuales* son inventados, diseñados por investigadores, ingenieros, profesores para facilitar la comprensión o la enseñanza de los sistemas físicos, objetos o fenómenos físicos. Son proyectados como herramientas para el entendimiento y/o para la enseñanza de sistemas físicos (Norman, apud Gertner y Stevens, 1983; citado por Moreira y Greca, 2004). Son representaciones externas,

compartidas por una comunidad y consistentes con el conocimiento científico que posee esa comunidad. Estas representaciones externas pueden manifestarse en forma de formulaciones matemáticas, verbales o pictóricas, de analogías o de artefactos materiales (Moreira y Greca, 2004).

Se observa en la literatura una cierta divergencia entre las concepciones relativas a modelos conceptuales y modelos didácticos. Los modelos conceptuales son diseñados y elaborados por personas con el fin de facilitarles la comprensión de sistemas físicos a otras personas. El profesor espera que los modelos conceptuales construidos por los alumnos sean acordes con los que él pretende comunicar. Y esta tarea no siempre es fácil, todo dependerá de la capacidad del profesor para comunicar sus propios modelos, mediante un modelo didáctico o estrategia didáctica que sea apropiada a un determinado grupo de estudiantes, es decir, que tome como referencia las concepciones previas de ése grupo de estudiantes, acerca de los sistemas físicos. Por otro lado, los alumnos construyen modelos mentales que son funcionales para ellos. Funcionan y los satisfacen a ellos mismos. Y esto no significa que sean necesariamente los modelos conceptuales que ha querido transmitir su profesor.

2.4. La teoría de aprendizaje significativo

La Teoría del Aprendizaje Significativo representa un cuerpo teórico que durante los últimos cuarenta años se ha tomado como referencia en investigaciones en enseñanza de las ciencias, con relación a la práctica docente como al diseño del currículum. Es un constructo de una gran potencia explicativa, tanto en términos psicológicos como pedagógicos. Desde la perspectiva psicológica del aprendizaje en el aula, Ausubel (1973, 1976, 2002) ha construido un marco teórico que da cuenta de los mecanismos por los que se lleva a cabo la construcción de conocimientos en el aula. Pone el énfasis en lo que ocurre en el aula cuando los estudiantes aprenden; en la naturaleza de ese aprendizaje; en las condiciones que se requieren para que éste se produzca; en sus resultados y, consecuentemente, en su evaluación. Pozo (1989) considera la Teoría de aprendizaje significativo como una teoría cognitiva de reestructuración; es decir, que se construye desde un enfoque organicista del individuo y que se centra en el aprendizaje escolar. Es una teoría constructivista, ya que es el propio individuo-organismo el que se predispone para construir su propio aprendizaje.

El aprendizaje significativo es el proceso que relaciona un nuevo conocimiento o información con la estructura cognitiva del que aprende de forma no arbitraria y

sustantiva o no literal. Esa interacción con la estructura cognitiva no se produce considerándola como un todo, sino con aspectos relevantes presentes en la misma, que reciben el nombre de subsumidores o ideas de anclaje (Ausubel, 1976, 2002; Moreira, 1993, 1997b). La presencia de ideas, conceptos o proposiciones inclusivas, claras y disponibles en la mente del aprendiz es lo que dota de significado al nuevo contenido que se enseña, en interacción con el mismo (Moreira, 2000, 2010, 2011).

Es un constructo aparentemente simple para docentes y diseñadores del currículum. Es complejo en su aplicación concreta, manifestando ser poco comprendido (Novak, 1998). Diversos investigadores han enriquecido el constructo, aportando ideas que faciliten su aplicación.

El concepto de *aprendizaje significativo* es también el constructo central de la teoría de educación de Novak (1988, 1998). Ausubel (1976, 2002) delimita el importante papel que tiene la *predisposición hacia el aprendizaje* por parte del aprendiz en el proceso de construcción de significados, pero es Novak quien le da carácter humanista al término, al considerar la influencia de la experiencia emocional en el proceso de aprendizaje. “*Cualquier evento educativo es, de acuerdo con Novak, una acción para intercambiar significados (pensar) y sentimientos entre el aprendiz y el profesor*” (Moreira, 2000). La negociación y el intercambio de significados entre ambos protagonistas del evento educativo constituyen así el eje primordial en la construcción de aprendizajes significativos (Rodríguez, 2004). Otro aporte de Novak, son los llamados mapas conceptuales, que los presenta como un recurso instruccional, curricular (Moreira, 2003a) y también evaluativo en enseñanza de las ciencias (Novak y Gowin, 1988).

Moreira (2002) complementa la teoría de aprendizaje significativo con la teoría de los modelos mentales y con la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud. Esta última es una teoría psicológica que se ocupa de los mecanismos que conducen a la conceptualización de lo real. El sujeto construye su propio conocimiento a través de un proceso de integración adaptativa con las situaciones que vive, proceso que se desarrolla a lo largo del tiempo (Vergnaud, 1983, 1990, 1993, 1996; Caballero, 2003). La teoría considera que los conceptos no tienen sentido en forma aislada, se construyen y operan en el conocimiento humano en función de las situaciones a las que el sujeto se enfrenta y en ese proceso entran en juego procedimientos, concepciones y representaciones simbólicas, con el objeto de dominar esas situaciones (Vergnaud, 1983, citado por Rodríguez, 2004). Un campo conceptual es un conjunto de situaciones en las que el

manejo, el análisis y el tratamiento que realiza la persona requieren una variedad de conceptos, procedimientos y representaciones interconectadas en estrecha conexión (Ibíd.). Vergnaud (1996) pone el acento en el sujeto en situación, su forma de organizar la conducta y su modo de conceptualizar ante esa situación y para ello utiliza el concepto de esquema de Piaget (2007). Considera que los conceptos constituyen el centro de la adaptación de las estructuras cognitivas, jugando un papel esencial en la asimilación y en la acomodación, ya que un esquema se apoya en una conceptualización implícita.

2.5. Modelos mentales

No existe duda, en la actualidad, de los aportes que ha proporcionado la psicología cognitiva a la comprensión de los procesos de aprendizaje (Brown, 1995; Gardner, 1985). Estos aportes provienen de uno de los tópicos de investigación relevantes, como es el estudio de la naturaleza representacional del conocimiento (Vosniadou, 1996; citado por Greca y Moreira, 1998a).

El constructo “modelo mental” se crea en el ámbito de la Ciencia Cognitiva y específicamente en el de la inteligencia artificial, para intentar subsanar ciertas limitaciones que presentaba la teoría de los esquemas (Rumelhart y Ortony, 1977; citado en Gutiérrez, 2005) en sus intentos de modelizar el pensamiento de sentido común. El problema mayor que presenta la teoría de los esquemas es que su modelización responde a un momento y a un contexto social determinado. No es capaz de describir la evolución temporal del conocimiento de una persona en particular ni la evolución espacial, es decir en diversos contextos, del conocimiento de la misma persona o el de personas diferentes en contextos espaciales diferentes.

El constructo “modelo mental” toma fuerza desde la aparición de dos textos con el mismo nombre “Mental Models”: uno de ellos, de los autores Johnson- Laird y el otro, de Gentner y Steven, en el año 1983. Desde la perspectiva de Barquero (1995), el primero representa lo que se podría llamar la vertiente teórica de los modelos mentales y el segundo, que se forma con la publicación de un conjunto de artículos, representaría la vertiente instruccional. Esta distinción es realizada básicamente sobre el hecho que el objetivo, en el caso de Johnson-Laird, es el de ofrecer una teoría unificada y explicativa de los distintos fenómenos cognitivos, como el razonamiento deductivo y la comprensión del discurso. En el segundo caso, el objetivo está dirigido al conocimiento que las personas desarrollan sobre los fenómenos físicos y especialmente sobre los

dispositivos mecánicos y tecnológicos, no representando ninguna teorización unificada al respecto (Greca y Moreira, 1998a).

A pesar de las diferencias de concepciones en los distintos planteamientos, se encuentran en ellos coincidencias esenciales que pueden resumirse de la siguiente manera (Gutiérrez, 2005):

- a) Los objetivos funcionales del modelo mental, son la explicación del comportamiento del sistema físico modelizado, y la predicción de futuros estados del sistema físico modelizado.
- b) Los elementos constituyentes esenciales del nuevo constructo, son:
 - i) Una primera representación del sistema físico o del “estado de cosas del mundo” que se quiere modelizar,
 - ii) una segunda representación, derivada de la primera, es que dispone de un sistema de inferencias que los capacita para la predicción de futuros estados del sistema modelizado y
 - iii) que la segunda representación tiene la propiedad de poder ejecutarse mentalmente (simulación mental), de manera que se pueden comparar los comportamientos del sistema modelizado con los que tendría el sistema físico “real” si se pusiera en funcionamiento.

Desde la aparición del constructo “*modelo mental*” a la fecha han aparecido en la literatura numerosos trabajos de investigación y en una multitud de ellos se ha producido un debate interdisciplinario, en cuyos bordes hay mucha controversia (Rogers, 1992). En palabras de Gutiérrez (2005), el termino ha llegado a ser confuso lo que ha llevado a lo que ella llama una “*polisemia del concepto modelo mental*”.

A pesar de lo anterior cabe destacar los trabajos de Pintó (1996), Moreira y col. (1997a, 1999), Greca y Moreira (1996, 1997a, 1997b, 1998a, 1998b, 2002), Rodríguez Palmero y col. (2000, 2001), Franco y Conlinvaux (2000), Bohigas y Periago, 2010, entre otros, que se han mantenido fieles a la formulación teórica de Johnson-Laird y que han manifestado en forma sostenida que esta vertiente teórica surge como un sostén promisorio en las investigaciones relativas con los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

2.6. El lenguaje en la educación de las ciencias

“*La explicación depende, sin lugar a dudas, del entendimiento: si tú no entiendes algo, entonces no puedes explicarlo*” (Johnson-Laird, 1983).

Un número considerable de investigaciones sobre el lenguaje ha demostrado que la información que transmite el profesorado es recogida en muy diferentes formas por el auditorio estudiantil: una parte de la información es comprendida parcialmente, otra es mal interpretada y otra simplemente, no es ni siquiera captada. Se deriva de esto que son pocos los casos que entienden y asimilan todas las ideas contenidas en un texto oral y escrito. El aprendizaje por recepción discursiva resulta ser poco relevante ya que el oyente sólo selecciona aquello que logra conectar con sus conocimientos previos o sus intereses, y que las nuevas informaciones son reinterpretadas en función de estos conocimientos (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1999).

El lenguaje, sea oral, escrito o figurativo tiene una reconocida importancia en todo proceso educativo. Es la forma en que se produce la comunicación entre los diversos protagonistas de la clase: profesor, alumnos, compañeros de aula. De esta forma se van intercambiando puntos de vista, se van acomodando las ideas de cómo se perciben y explican los fenómenos, en definitiva se van compartiendo significados hasta lograr consensos que se acercarán a las ideas científicas.

Sutton (1997) estudia este proceso analizando el lenguaje empleado por un científico cuando lo usa para poner a prueba sus ideas, para imaginar lo que sucede o va a suceder y para interpretar situaciones. El lenguaje es un instrumento flexible y activo del pensamiento, es decir, sirve para interpretar. Cuando en ciencias se recurre al lenguaje importado de otras áreas habitualmente se recurre a la metáfora. Con la ayuda de las metáforas los científicos comienzan a ver, a hablar, y a actuar en forma diferente. La metáfora permite al profesor de Física introducir a los estudiantes en los usos lingüísticos vigentes en la comunidad científica y al mismo tiempo comunicar de forma más precisa, económica y rápida los significados “empaquetados” en los modelos científicos abstractos, funcionando como un puente conceptual (Glynn, 1995).

Humberto Maturana (2002), un estudioso del lenguaje cree que la palabra y el lenguaje son acciones y conductas del ser humano, que hacen posibles tener conciencia del mundo. Con el lenguaje y la palabra el humano crea el mundo como hecho interpretado: *Nuestra individualidad como seres humanos es social. Somos concebidos, crecemos, vivimos y morimos inmersos en las coordinaciones conductuales que involucran las palabras y la reflexión lingüística y por ello y con ello, en la posibilidad de la autoconciencia y, a veces, en la autoconciencia* (Maturana, 2002). Desde la perspectiva de la comunicación, *lo importante son las reuniones o interacciones directas entre alumnos y profesores* (Ibíd.)

Las formas de hablar y escribir de la ciencia reflejan el esfuerzo colectivo de una comunidad científica para construir enunciados universales y/o modelos científicos. Es un lenguaje específico compartido por una comunidad científica.

A propósito de la comunicación en la sala de aula, Lemke (1997) sostiene:

...cuando un alumno hace una pregunta o pone en tela de juicio lo que el profesor ha dicho, apropiándose así de la iniciativa y de la dirección de la temática del profesor, existe en el alumno mucha frustración y mucha confianza en sí mismo. Quizá sucede más a menudo en silencio que en voz alta, pero cuando sucede en público logramos una excepcional visión momentánea de las diferencias temáticas que se esconden detrás de tantas preguntas aparentemente absurdas que hacen los alumnos y de tanta comunicación equívoca y confusión que ocurre en todas las aulas.

Experimentando, escuchando o leyendo, los sentidos captan un conjunto de informaciones que el sujeto procesa, selecciona y almacena. Se selecciona y almacena aquello que se considera importante y significativo de acuerdo con una idea o modelo inicial construido de las experiencias previas de cada persona. Al procesar la información, ésta puede no concordar con el modelo inicial, de manera que diferentes personas interpretan los fenómenos de manera distinta. Es aquí cuando la discusión en el aula, cobra relevancia al tratar de consensuar diferentes visiones o puntos de vistas entre los compañeros de la clase y su profesor, ayudando al alumnado para que su conocimiento inicial evolucione hacia el conocimiento científico. Por medio de las actividades escolares, tanto el profesor como los alumnos desarrollan representaciones mentales compartidas del contenido de los modelos científicos durante el proceso educativo, fortaleciendo la construcción significativa de conceptos en los estudiantes.

La mayoría de las personas aprenden el lenguaje de la ciencia en la clase de ciencias (Gómez-Moliné y Sanmartí, 1999). *El lenguaje se convierte, pues, en un factor primordial del proceso de aprendizaje por la función reorganizadora que posee con respecto a los procesos cognitivos – ver figura 2.3 – ya que hace posible expresar un conjunto de categorías a través de las cuales percibimos e interpretamos la realidad. Así la palabra cumple un papel sistematizador de la experiencia que permite organizar la conducta a partir de una reflexión frente a esa realidad, a través de las citadas categorías (Ibíd.).*

No se puede aprender ciencias significativamente solo estudiando de los libros, cuyo lenguaje es idiosincrático, denso y demasiado etiquetado. Cada palabra resume demasiados pensamientos y acciones. Tampoco puede prescindirse de él, porque el

objetivo de la clase es, precisamente, poder entender y recordar el conocimiento estructurado y normativo que el libro contiene (Ibíd.).

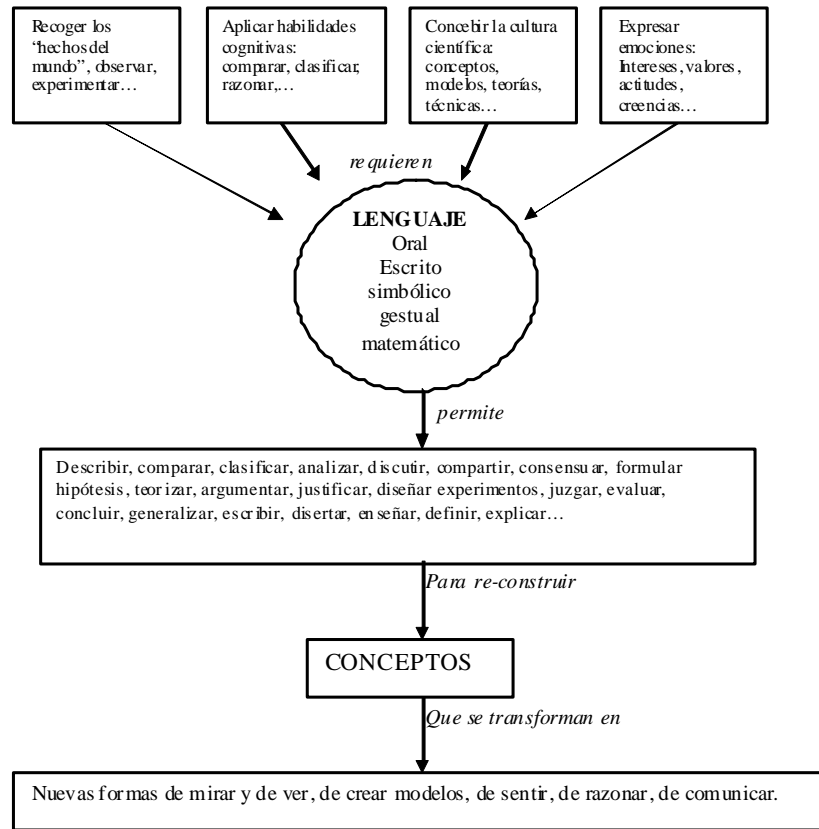


Figura 2.3: Formación de nuevos conceptos (Fuente: Gómez-Moliné y Sanmartí, 1999)

En el IV Encuentro internacional sobre Aprendizaje Significativo realizado en Brasil en Septiembre del 2003, Moreira (2003c) presenta la conferencia de cierre denominada “*Lenguaje y Aprendizaje Significativo*”, en la cual hace una revisión del papel del lenguaje en el aprendizaje significativo de los estudiantes en el aula. Sostiene, fundamentalmente, que:

- *el lenguaje permite evidenciar la construcción de aprendizajes significativos en los estudiantes,*
- *que es a través del lenguaje que el profesor evidencia las concepciones previas de sus estudiantes,*
- *que a través de él, profesor y alumno comparten significados,*
- *que aprender ciencias de manera significativa implica aprender el lenguaje científico* (ver figura 2.4).

En este trabajo el profesor Moreira se apoya en la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel (1968) y en la importancia que este autor atribuye al lenguaje

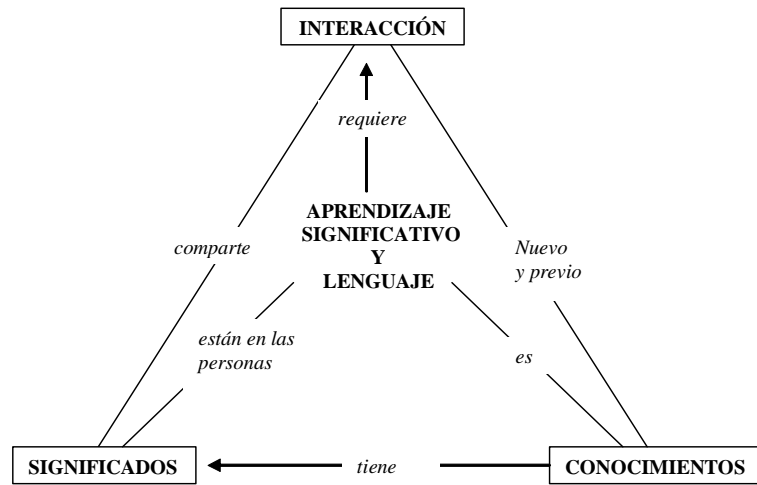


Figura 2.4: Mapa conceptual para aprendizaje significativo y su relación con el lenguaje (Fuente: M.A.Moreira, 2003c).

en el aprendizaje significativo de conceptos; en las posturas teóricas de Vygotsky (1987, 1988), en las cuales el lenguaje es fundamental en los procesos de interiorización/apropiación del conocimiento, mediado por las interacciones e intercomunicaciones sociales y en Vergnaud (1990, 1993), el dominio de los campos conceptuales por los estudiantes. También se apoya en el modelo de enseñanza de Gowin (1981), en el cual la interacción triádica entre profesor-alumno-curriculum se realiza fundamentalmente a través del lenguaje con el objeto de compartir significados; en la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird que pone de manifiesto lo que el sujeto construye en la memoria de trabajo cuando se enfrenta a una situación problemática nueva. En Postman y Weingartner (1969), para el cual *el conocimiento es lenguaje* y en Maturana (2002) según el cual *existimos en el lenguaje*.

2.7. Aprendizaje cooperativo versus aprendizaje significativo

El concepto de aprendizaje cooperativo es un término que se refiere a un amplio y heterogéneo conjunto de métodos estructurados de instrucción, en los cuales los alumnos trabajan en grupos en tareas que generalmente son académicas (Damon y Phelps, 1989).

Bajo el concepto de aprendizaje cooperativo, Fabra (1992), engloba un conjunto muy diferente de técnicas y métodos que suelen diferenciarse en cuanto al grado de:

- interdependencia de las recompensas,

- interdependencia de la tarea,
- responsabilidad individual,
- estructura impuesta por el profesor o por la propia tarea y
- utilización de la competencia.

Una de las acepciones sobre aprendizaje cooperativo más aceptadas por la comunidad científica es aquella en que los métodos, desde una perspectiva conductista, utilizan una estructura de recompensa que está en directa relación a la productividad del grupo. En este caso se encuentra el método denominado “Learning together” o “Aprendamos juntos” de los hermanos Johnson y Johnson (1987). Según este método, los grupos de aprendizaje cooperativo se basan en una interdependencia positiva entre los componentes del grupo. Las metas son estructuradas para que los alumnos se interesen no sólo por su esfuerzo y rendimiento sino también por el rendimiento de los demás. Hay una clara responsabilidad individual donde se evalúa el dominio que cada estudiante tiene del material asignado. Se da información al grupo y a los miembros del mismo sobre el progreso de cada uno, de esta forma el grupo sabe quién necesita ayuda. El liderazgo es compartido por todos los componentes y todos los miembros del equipo comparten la responsabilidad por el aprendizaje. Por último, el objetivo es conseguir que cada uno de los componentes aprenda lo más posible.

Para Echeita (1995), Johnson y Johnson (1990) y Slavin (1990), tres son los requisitos básicos para que se produzca aprendizaje cooperativo:

- la existencia de una tarea que deben resolver en conjunto
- la resolución de la tarea, que requiere de la contribución de todos y cada uno de los miembros del grupo y
- la disponibilidad de recursos cognitivos del grupo, que deben ser lo suficientes para mantener y hacer progresar su propia actividad grupal.

Con estos métodos podría presentarse la llamada “holgazanería social”, que consiste en la reducción del esfuerzo y la motivación de sus participantes, cuando éstos son responsables en forma colectiva de la ejecución de la tarea. Pero las investigaciones comprueban que este fenómeno se reduce si cada sujeto al esforzarse consigue un mejor rendimiento, si es gratificado con recompensas efectivas individuales de los miembros de su grupo como del profesor al reconocer y valorar su propio esfuerzo. Esto se consigue en grupos impares reducidos (Karau y Williams, 1993; Williams, Harkins y Latané, 1981; Brickner, Harkins y Ostrom, 1986).

En los últimos años el objeto de las investigaciones nuevamente se centra en los resultados y consecuencias del aprendizaje cooperativo, sobre las variables académicas, afectivas y sociales. Aparece una fuerte inclinación del aprendizaje cooperativo y el uso de los ordenadores. Según León (2003, 2004, 2005), el carácter de los participantes: introvertido, extrovertido, gregario(es uno más del grupo sin distinguirse) o influyente, tímido..., afecta al éxito o fracaso del aprendizaje cooperativo, pero también se corrobora la influencia sobre el rendimiento y sobre los procesos interactivos de habilidades sociales y dinámica de grupo.

En definitiva, el aprendizaje cooperativo (figura 2.5), favorece el rendimiento y la productividad de los alumnos, aumenta la autoestima, facilita las habilidades sociales, fomenta las relaciones intergrupales y ayuda a la integración, aumentando la empatía y

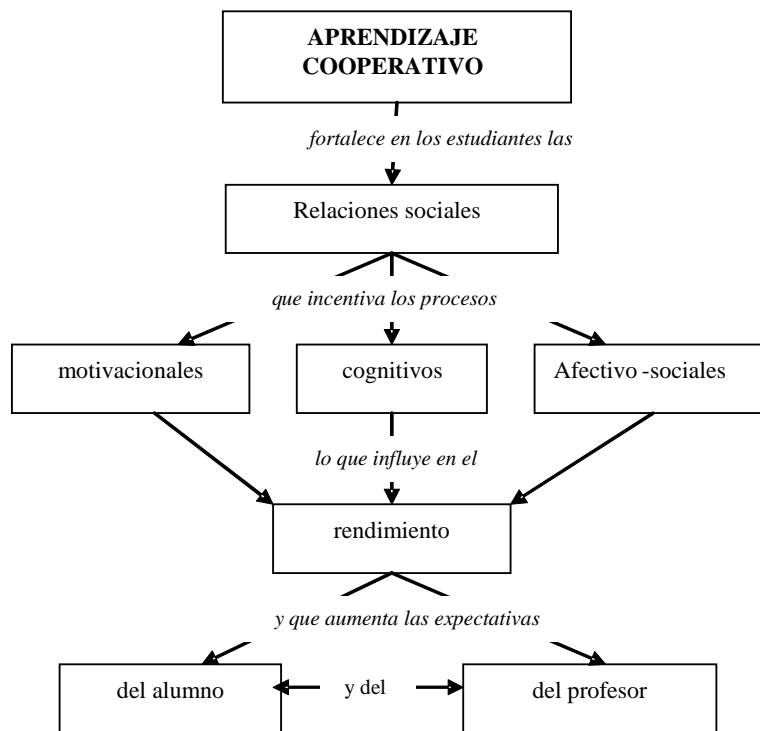


Figura 2.5: El aprendizaje cooperativo en la enseñanza de las ciencias (López Donoso et al., 2008)

la atracción entre los alumnos. También ayuda a la motivación, permite adquirir metas con el aprendizaje y utilizar atribuciones positivas sobre el éxito o fracaso escolar.

2.8. Aportes a la enseñanza de la Mecánica de la historia y epistemología de las ciencias

En el campo de la mecánica clásica newtoniana, Peduzzi y Zylbersztajn (1997) sugieren que es común que esta parte de la física sea presentada como si se hubiese

iniciado con Galileo. Se ignora el desarrollo histórico, a partir de Aristóteles, de la relación entre los conceptos de fuerza y movimiento. Cuando se menciona a Aristóteles, en los materiales curriculares, se le presenta de una manera estereotipada. Con el propósito de establecer un trampolín que haga posible el salto de dos mil años hasta Galileo. Llama la atención el vacío histórico que se establece con la exclusión de referencias a las discusiones que ocurrieron durante el período medieval. A juicio de estos autores se trata de una omisión doblemente dañina para los estudiantes. En primer lugar porque lleva a una falsa imagen de la historia de la mecánica, al sugerir un salto entre Aristóteles y Galileo. Pero también, y principalmente, porque imposibilita que profesores y alumnos tomen conciencia y exploren las semejanzas entre las concepciones alternativas de estos autores y las visiones que fueron históricamente construidas y superadas.

La incorporación de la historia a los materiales curriculares podrá llevar a los profesores a prestar más atención a los conceptos alternativos de sus alumnos. Podrá ayudar también a los alumnos a que valoren sus propias ideas, mostrando al mismo tiempo cómo nociones semejantes evolucionaron en el curso de la historia, colaborando así a reconstruir sus propios conceptos (Ibíd.).

Hiparco y la noción de fuerza impresa, los aportes de Filopón de Alejandría, la teoría del ímpetu de Buridan, las discusiones de Giordano Bruno, entre otros, que mantienen pensamientos discordantes con la concepción aristotélica para la descripción del movimiento de los cuerpos, permiten valorar el esfuerzo de estos personajes durante un período importante de la historia.

Los estudiantes de enseñanza primaria como de enseñanza media o secundaria y también algunos de los estudiantes que ingresan a la universidad evidencian raciocinios basados en la teoría de los ímpetus, donde una fuerza permanece en un objeto en forma interna y que esta es factible de gastarse con el tiempo hasta agotarse. Algunas de las consecuencias de este raciocinio común son, en general, bien conocidas por los investigadores en enseñanza de las ciencias y ciertamente familiares a muchos profesores de Física como por ejemplo, la idea de que para que exista movimiento sería necesario que existiese una fuerza en la dirección y sentido de ese movimiento y que consecuentemente el reposo indicaría la ausencia de fuerzas (Cunha y Caldas, 2001).

A pesar de las coincidencias mostradas entre en pensamiento intuitivo de los estudiantes con el desarrollo histórico del pensamiento de nuestros antepasados, no existiría un paralelo entre las dos formas de raciocinio. El Aristotélico, por ejemplo,

fundamenta sus respuestas en un paradigma bien estructurado, donde las nociones de lugar y movimiento natural, entre otras, se encuentran lógicamente articuladas en una teoría altamente elaborada, aunque no lo sea matemáticamente (Kuhn, 1957; Peduzzi, 1994); mientras que los estudiantes explican los movimientos basándose en su física intuitiva (Driver, 1986; Sebastia, 1984; Zylbersztajn, 1983; Peduzzi y Zylbersztajn 1997; Saltiel, 1978, 1992).

2.9. Ideas espontáneas de los alumnos sobre la relación fuerza y movimiento

Numerosos trabajos desarrollados por investigadores (Acevedo et al, 1989; Sebastián, 1984; Viennot, 1989; Calvo et al., 1992; Carrascosa y Gil Pérez, 1992; Hernández, 1996; Ianello et al., 1992; Silveira y Moreira, 1992; Vásquez, 1994; Duit, 1984) han indagado acerca del problema de las preconcepciones - o concepciones alternativas, ideas espontáneas, ideas intuitivas - de los estudiantes acerca de la relación fuerza y movimiento. Estas investigaciones se desarrollaron fuertemente desde la década de los ochenta, abordando el problema señalado en estudiantes de enseñanza secundaria y posteriormente se enfrenta el tema con los universitarios.

Las ideas espontáneas o concepciones de los estudiantes sobre cuerpos en movimiento han sido exhaustivamente investigadas. La gran mayoría identifica y coincide en:

- Que no hay fuerzas actuando sobre un objeto que se encuentra en reposo.
- Que la fuerza total sobre un objeto en movimiento lleva la dirección del movimiento.
- Que la magnitud de la fuerza aplicada a un objeto es proporcional a su velocidad.
- Que los objetos se mueven porque contienen una fuerza o que los objetos se mueven con fuerza como una propiedad intrínseca en ellos.

A pesar de ser este un tema fuertemente investigado, Jiménez Gómez y colaboradores (1994, 1996, 1997) cuestionan los aspectos metodológicos de las investigaciones sobre las ideas de los estudiantes, por la gran diversidad de objetivos, muestras y técnicas de recolección de datos. Por otro lado Disessa y Sherin (1998), Jiménez y Marín (1996), Oliva (1999) cuestionan los fundamentos teóricos relacionados

en que se sustentan las investigaciones sobre preconcepciones o ideas iniciales de los estudiantes. Se cuestiona, por ejemplo, la diversidad de concepciones que presentan los investigadores acerca del concepto de “constructivismo”. Si bien existiría consenso en que el constructivismo, como método para enseñar ciencia, fundamenta las estrategias didácticas, bajo el supuesto de que el alumno construye su conocimiento a partir de “lo que sabe”; lo que entienden los investigadores y educadores acerca de esto, no es unánime. Los autores citados indican que bajo “lo que el alumno sabe” subyacen términos, metodologías y marcos teóricos variados.

Kuiper (1994, citado en Giorgi et al., 2005) sostiene que las ideas de los estudiantes evolucionan, pero no son reemplazadas por ideas o conceptos científicos durante la instrucción, no lográndose la construcción adecuada del concepto de fuerza. Clement (1982), Hestenes y colaboradores (1992), Thijs (1992), Finegold y Gorsky (1991) y Thornton (1995) señalan que la asociación de fuerza con movimiento por parte de los estudiantes es la principal dificultad en el aprendizaje de las leyes de Newton. Moraes y Moraes (2000) y Trumper y Gorsky (1996) reconocen que en los diferentes niveles de instrucción el desempeño de los estudiantes con relación al tema fuerza y movimiento es pobre. Por otro lado Mahopatra (1989) y Sebastia (1984) aseguran que tanto profesores como estudiantes conservan ideas intuitivas muy parecidas. Clement y colaboradores (1989) sostienen que las ideas previas de los alumnos, que por cierto condicionan fuertemente su aprendizaje, no siempre serían erróneas o contradictorias con el conocimiento científico. Estos autores sugieren que pueden existir ideas intuitivas y representaciones mentales que están próximas a los modelos conceptuales científicos. La identificación de esas concepciones de anclaje permitiría trabajar sobre ellas como un punto de partida para la construcción de conceptos y modelos científicos a ser enseñados.

Clement (1982), Posner y colaboradores (1982) y Sebastia (1984) sugieren que las estrategias didácticas o pedagógicas deben permitir que los estudiantes reconozcan sus propias concepciones erróneas con el fin que logren modificarlas a través de la confrontación significativa con las explicaciones consensuadas por la comunidad científica. Por otro lado, Duschl (1991, 1997) y Pozo (1987) sostienen que las concepciones intuitivas coexisten con las concepciones científicas en la estructura cognitiva de los estudiantes, activándose unas u otras según el contexto en que se

encuentren. También Disessa y Sherin (1998) sostienen que los estudiantes se comportan como si sus conceptos o conceptualizaciones, variaran de un contexto a otro.

Giorgi, Pozzo y Concari (2005) al analizar las ideas previas sobre el tema “cuerpos en movimiento”, de los estudiantes al ingresar a la universidad, en el curso básico de Mecánica, encuentran que el concepto físico de “cantidad de movimiento” está presente en la estructura cognitiva de estos estudiantes, pero usan la palabra fuerza para referirse a este concepto. Así el problema del conocimiento intuitivo estaría relacionado con cuestiones semánticas. Ellos sugieren que para facilitar el aprendizaje de los estudiantes debería considerarse esta preconcepción. También sugieren que en la enseñanza de las ciencias debiera prestarse mayor atención al lenguaje que se usa para expresar y explicar los conceptos. Que se debe profundizar acerca del lenguaje cotidiano y el científico en los distintos campos de las ciencias en los diferentes niveles de instrucción y en particular en el nivel universitario.

Di Sessa (1990), Desloge (1989), Fuchs (1999), Hermann y Job (1996), Heiduck et al. (1987) y Schmid (1984), en acuerdo con Giorgi et al (2005) proponen que debiera definirse fuerza como una rapidez de cambio temporal de la cantidad de movimiento lineal de un cuerpo. En la misma línea de pensamiento, Thijs (1992) y Osborne (1991) sugieren usar el concepto de cantidad de movimiento lineal como una idea conceptual primaria o como un punto de anclaje más apropiado que el concepto de fuerza para el aprendizaje de la Mecánica introductoria.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, es necesario plantear, investigar y desarrollar una metodología didáctica para el proceso de enseñanza de la Física, que se encuentre sustentada en un marco teórico de probada eficacia. Para ello, se señalan algunas aseveraciones que representan las ideas más significativas de la revisión bibliográfica:

- Considerar las investigaciones sobre preconcepciones que tienen los alumnos, ya que llegan con éstas a la Universidad y determinar en qué medida la educación superior provocaría en ellos el cambio o evolución conceptual.
- Se debe resaltar la importancia de la Historia de la ciencia en el proceso de enseñanza, para que los alumnos valoren los aportes de una comunidad científica y reflexionen acerca de sus propias preconcepciones que también estuvieron presentes en destacados estudiosos de la ciencia.

- Insistir en los beneficios de la Teoría de Aprendizaje Significativo, ya que ha dado muestras de éxito en las investigaciones al ser tomada como referente teórico.
- Fomentar el trabajo cooperativo, ya que de esta forma se estimula la confianza entre profesor y alumno, lo que permite negociar significados científicos, estimulando el lenguaje.
- Impulsar la construcción de modelos mentales en el aprendizaje significativo de la Física para que los estudiantes puedan entender, en forma dinámica, los procesos físicos.

Un cambio de metodología en educación superior, referente a la ciencia, permitirá el logro de cambios actitudinales hacia el aprendizaje, derribando prejuicios, permitiendo la transformación autopoiética de las personas: del alumno, por su satisfacción al entender lo que aprende significativamente; y del profesor, por el engrandecimiento que le provoca saber que sus alumnos aprenden.

En el siguiente capítulo se profundiza sobre el marco teórico en el que se sustentan las investigaciones conducentes a comprender, facilitar y promover el aprendizaje significativo de los estudiantes universitarios que cursan los primeros cursos de física y en particular la mecánica.

CAPITULO 3
MARCO TEÓRICO

3. CAPITULO 3: MARCO TEÓRICO

La enseñanza de las ciencias en la Universidad, desarrollada por especialistas, tales como físicos, biólogos, químicos, técnicos e ingenieros, entre otros, presenta deficiencias en el plano educativo. Es probable que se deba a su formación científica que está ceñida por teorías que aplican en sus trabajos de investigación, que explican a sus alumnos en sus clases o en sus laboratorios. Sin embargo, su práctica educativa no sigue los patrones de la ciencia, es decir, no es fundamentada por las teorías educativas. Se practica una pedagogía intuitiva. Muchas pueden ser las razones para esta actitud de los profesores de ciencia. Para corregirlo las investigaciones en esta área han encontrado sustentos teóricos, tanto de corte psicológico como epistemológicos, que logran transformar la práctica educativa de las ciencias en una práctica científica. Es decir, un profesor de ciencias aborda la educación de teorías científicas basado en teorías educativas.

Este trabajo de investigación que propicia una metodología de enseñanza (MODIEME) se sustenta en teorías educativas de corte constructivista que, según investigaciones anteriores, proporcionan apoyos significativos a la práctica de la educación científica.

3.1. *Justificación del marco teórico*

Los cuerpos teóricos que a continuación se describen corresponden a la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel más los aportes y consideraciones de Gowin y Novak; la teoría socio-histórica de Vygotsky y la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird.

La teoría de Ausubel junto a aportes de Gowin y Novak, ponen su énfasis en el proceso de enseñanza y el aprendizaje significativo de los estudiantes. Estas consideraciones son tomadas en cuenta en el diseño del modelo didáctico para la enseñanza de la mecánica o MODIEME. Incorpora las negociaciones de significados entre los protagonistas del proceso educativo y evalúa la evolución conceptual a través de sus mapas conceptuales.

La teoría socio-histórica de Vygotsky fundamenta la dinámica de la construcción de los aprendizajes en la mente de los estudiantes. Esta teoría sostiene que los procesos psicológicos superiores se originan en la vida social de las personas, con la participación del sujeto en actividades compartidas con otros. Por tal razón se aplica la

técnica de aprendizaje cooperativo llamada “learning together” de los hermanos Johnson y Johnson. Con la adición de las consideraciones de la teoría ausubeliana permite socializar a los estudiantes en torno al aprendizaje y a través de la resolución de problemas.

Finalmente la teoría de los modelos mentales analiza los procesos internos o mentales cuando los estudiantes aprenden significativamente los conceptos físicos. Esta teoría evidencia los signos que permiten interpretar estos procesos.

3.2. Teoría de aprendizaje significativo de Ausubel

Es una teoría psicológica que aborda el problema del aprendizaje de un cuerpo organizado de conocimientos por las personas y en particular por los estudiantes, proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento o información con la estructura cognitiva del que aprende de forma interactiva, no arbitraria ni sustantiva o no literal (Ausubel, 1983; Moreira, 1993, 1997b, 2000, 2003b; Pozo, 1989; Rodríguez, 2004). Sostiene, a grandes rasgos que antes de preparar un tema de instrucción, los educadores deben tener en cuenta la estructura cognitiva de sus aprendices. El educador debe averiguar la organización conceptual existente en la mente del estudiante con relación a un determinado tema, para relacionar los conceptos que el alumno tiene asimilados con los nuevos conceptos, a través de una organización previa que logre vincular lo que el alumno ya sabe con la nueva información. De esta forma el estudiante modificará y/o construirá una organización conceptual, que tenga para el estudiante sentido y plausibilidad. Esta plausibilidad será indicativo, de aceptación y de esta manera la nueva información encajará en la estructura cognitiva del estudiante de manera significativa. En síntesis, el educador puede organizar los temas a enseñar incluidos en el curriculum de manera eficiente.

Ausubel distingue aprendizaje significativo en contraposición con el aprendizaje mecánico. El aprendizaje mecánico se define como un aprendizaje literal o automático: las nuevas informaciones se aprenden sin que el alumno establezca vínculos con los conceptos relevantes existentes en su estructura cognitiva. Es un aprendizaje memorístico con consecuencias inapropiadas en el estudiante de ciencias, que aprende de manera arbitraria sin el convencimiento de que lo aprendido tenga utilidad práctica. Aprende así sólo porque el profesor dice que es así y no porque le encuentre algún sentido a ese aprendizaje. En física esto se presenta cuando los estudiantes memorizan

fórmulas que aplican en la resolución de problemas de manera literal y según los datos entregados sin visualizar que éstas son deducidas para situaciones físicas específicas.

La teoría de aprendizaje significativo (Ausubel, 1976, Moreira, 1997, 2000^a, 2010, 2011) distingue el concepto de subsunsores o subsumidores o ideas ancla, representando las ideas y/o conceptos existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes. Estas son las referencias para vincular la nueva información, para que adquiera un sentido lógico o significativo. Por lo tanto, el aprendizaje significativo se caracteriza por la interacción entre aspectos específicos y relevantes de la estructura cognitiva y las nuevas informaciones, a través de la cual éstas adquieren significados y se integran a la estructura cognitiva de manera no arbitraria y no literal, contribuyendo a la diferenciación, elaboración y estabilidad de los subsunsores existentes y, en consecuencia, de la propia estructura cognitiva. Esa interacción con la estructura cognitiva no se produce considerándola como un todo, sino con aspectos relevantes presentes en la misma, estos son los subsunsores. La presencia de ideas, conceptos o proposiciones inclusivas, claras y disponibles en la mente del aprendiz es lo que dota de significado a ese nuevo contenido en interacción con el mismo (Moreira, 2000a).

3.2.1. El material a enseñar debe ser potencialmente significativo

Para que los estudiantes logren construir aprendizajes significativos, el material instruccional que prepare el profesor deberá ser potencialmente significativo, es decir, que contemple los subsunsores de los estudiantes. Los temas deben ser presentados con una estructura lógica o debe tener un “significado lógico”, es decir, que “se sitúen dentro del dominio de la capacidad humana de aprender”. El material a enseñar debe presentar elementos que sean estimulantes desde la perspectiva psicológica del alumno, para que su presentación provoque en el estudiante las ganas⁹ de aprender. Además el material instruccional debe contemplar las ideas de anclaje o subsumidores adecuados para el sujeto o aprendiz para que se produzca la interacción con las nuevas ideas contenidas en el currículo. Por cierto, es fundamental que el aprendiz presente una actitud potencialmente significativa de aprendizaje, o sea, que presente una predisposición para aprender de manera significativa.

Desde la perspectiva de la teoría es fundamental la presencia de subsunsores en los estudiantes. Habitualmente se adquieren de manera gradual y sistemática a través de

⁹ Para Alberto Maturana el querer hacer algo o el tener ganas de hacer algo es básico en los procesos vitales.

las experiencias de vida de cada persona. En los niños, en la etapa pre-escolar, se construyen mediante el aprendizaje por descubrimiento y en forma empírica y concreta, de manera que al llegar a la escuela ya presentan un conjunto de subsunsores. Sin embargo al recibir la instrucción los estudiantes deberán fortalecer estos subsunsores adecuándolos a la nueva información produciéndose la diferenciación progresiva de conceptos mediante el proceso de asimilación de ellos. A modo de ejemplo un estudiante puede tener en su estructura preexistente el concepto de energía asociándolo con su capacidad de correr, ya que ha escuchado decir que “este niño tiene mucha energía”, pero posteriormente tendrá que diferenciar los conceptos de energía cuando se refiere a energía eólica o energía atómica u otras formas de energía.

“Una vez que los significados iniciales se establecen para signos o símbolos de conceptos, a través del proceso de formación de conceptos, nuevos aprendizajes significativos darán significados adicionales a esos signos o símbolos, y se establecerán nuevas relaciones entre los conceptos anteriormente adquiridos”(Ausubel,1976).

3.2.2. Los organizadores previos

Podrían existir estudiantes que no presenten subsunsores o no presenten los subsumidores adecuados para una determinada instrucción. Novak (1977) sugiere como alternativa un aprendizaje mecánico inicial y Ausubel propone el uso de organizadores previos: *“la principal función del organizador previo es la de servir de puente entre lo que el aprendiz ya sabe y lo que precisa saber para que pueda aprender significativamente la tarea frente a la que se encuentra”* (Ausubel et al., 1978). Los organizadores previos son materiales introductorios que se presentan a los estudiantes en forma previa a la instrucción, como: la lectura de algún párrafo, la visita a alguna industria, una salida a terreno, una charla, una película, etc. Lo importante de estos organizadores previos es que deben tener un nivel de abstracción o generalidad mayor al del material instruccional, que estén acordes con la naturaleza de este material instruccional, con la edad del estudiante y también con el interés que ellos presenten.

3.2.3. Tipos de aprendizaje significativo

“En el aprendizaje significativo, el proceso de adquisición de informaciones resulta de un cambio, tanto de la nueva información adquirida como del aspecto específicamente relevante de la estructura cognitiva en la cual ésta se relaciona” (Ausubel et al., 1978).

Esto quiere decir que cualquier tipo de aprendizaje, excepto el aprendizaje mecánico, puede considerarse significativo, es decir, que la nueva información produzca un anclaje con los subsensores que presenta el estudiante en su estructura cognitiva.

Ausubel distingue los aprendizajes representacional, de conceptos y el proposicional, como tipos diferentes de aprendizajes significativos y que representan diferentes niveles de abstracción.

El nivel más básico corresponde al aprendizaje representacional, sobre el cual se construyen los otros tipos de aprendizajes. Es aquél en el cual el aprendiz asigna un significado a determinados símbolos o palabras. En el caso de un niño una sonrisa de su madre puede representar para él un grado de aceptación de sus acciones y un ¡no! severo, puede ser interpretado como un gesto de desaprobación (Moreira, 1993, 1997b, 2000, 2003b; Pozo, 1989; Rodríguez, 2004).

El aprendizaje de conceptos es un aprendizaje representacional de un nivel superior representado por símbolos más generales y constituyentes de categorías. Los conceptos son *“objetos, eventos, situaciones o propiedades que poseen atributos con criterios comunes y se designan, en una cultura dada, por algún signo o símbolo aceptado”*. A modo de ejemplo el concepto mamífero es atribuible a todos los animales que presentan la característica de mamar. La asimilación de conceptos al inicio de su etapa escolar, en los cuales a través de su experiencia verifican la veracidad o falsedad de sus hipótesis.

En el aprendizaje proposicional, se trata de aprender el significado de las ideas expresadas en la forma de una proposición. A pesar que una proposición contiene palabras representativas de conceptos, aprender la idea que señala una proposición no significa sumar el conjunto de conceptos incluidos, a pesar que es necesario saber el significado de ellos. A modo de ejemplo la proposición, “el niño tiene 39° de temperatura” no sólo se interpreta como el concepto de niño más el concepto de temperatura que evidentemente tendrán que ser aprendidos en forma individual, sino que la proposición puede interpretarse como que el niño está enfermo y que hay que preocuparse por él.

Para Ausubel, la comprensión real de un concepto o proposición implica la posesión, en la mente del aprendiz, de significados claros, precisos, diferenciados y transferibles. Se evidencian mediante preguntas que obliguen al estudiante a aplicarlos situaciones diversas presentadas por el profesor, teniendo en cuenta que cuando se repiten las mismas preguntas los estudiantes tienden a memorizar. Este proceso de

comprensión, asimilación y diferenciación es un proceso lento, idea que también es compartida por otros autores. Es probable que ante una pregunta conceptual los alumnos no sean capaces de responder asertivamente en forma inmediata. Lo harán después de procesar la información, ordenarla y revisarla en forma recursiva. Así podrían encontrar el significado, dar sentido a la pregunta y serán capaces de responder en forma verbal con seguridad y certeza. Según Ausubel, quizás la única manera de evaluar si los alumnos realmente comprendieron de manera significativa es instándolos a **verbalizar las ideas** contenidas en el material de aprendizaje. De esta manera su profesor interpretará en qué grado el alumno se apropia significativamente del contenido de la instrucción (Ibíd.).

3.2.4. El principio de asimilación

Este principio intenta explicar los procesos mentales que ocurren en la adquisición de significados del aprendiz. Cuando la nueva información (a) interacciona con los subsunores (A) pre-existentes en la estructura cognitiva del aprendiz se tiene un producto interaccional (A'a') que es una nueva idea, concepto o proposición, potencialmente más general o inclusora. Es el proceso mediante el cual se modifica la información recientemente adquirida y también la estructura pre existente (Ausubel et al., 1983), al respecto Ausubel recalca, *este proceso de interacción modifica tanto el significado de la nueva información como el significado del concepto o proposición al cual está afianzado*. Así se dice que la nueva información ha sido asimilada por el aprendiz. En este proceso, cabe recalcar, que tanto la nueva información como los subsumidores sufren una transformación, es decir, un nuevo significado en la mente del aprendiz (Ausubel, 1976; Moreira, 2000).

A modo de ejemplo: si queremos que el alumno aprenda el concepto de cambio de fase (a) este debe poseer previamente el concepto de calor (como una transferencia de energía) (A) en su estructura cognitiva; así, el nuevo concepto (cambio de fase) se asimila al concepto más inclusivo (calor) (A'a'), pero si consideramos que los cambios de fase se deben a una transferencia de energía, no solamente el concepto de cambio de fase podrá adquirir significado para el alumno, sino también el concepto de calor que él ya poseía será modificado y se volverá más inclusivo, esto le permitirá por ejemplo entender otros conceptos, tales como energía interna, capacidad calorífica, calor específico, etc.

El producto de la interacción (A'a'), puede modificarse después de un tiempo; por lo tanto la asimilación no es un proceso que concluye después de un aprendizaje significativo sino, que continúa a lo largo del tiempo y puede involucrar nuevos aprendizajes así como también la pérdida de la capacidad de recordar y de reproducir ideas subordinadas.

Una segunda etapa del proceso de asimilación es la llamada asimilación obliteradora en la cual el producto interaccional (A'a') ya no es reproducible como una entidad individual.

La asimilación obliteradora, es una consecuencia natural de la asimilación, sin embargo, no significa que el subsunor vuelva a su forma y estado inicial, sino, que el residuo de la asimilación obliteradora (A'), es el miembro más estable de la interacción (A'a'), que es el subsunor modificado. Es importante destacar que describir el proceso de asimilación como única interacción A'a', sería una simplificación, pues en grado menor, una nueva información interactúa también con otros subsunores y la calidad de asimilación depende en cada caso de la relevancia del subsunor.

La figura 3.1 da cuenta en forma esquemática de que la esencia de la teoría de la asimilación reside en que los nuevos significados son adquiridos a través de la interacción de los nuevos conocimientos con los conceptos o proposiciones previas, existentes en la estructura cognitiva del que aprende, de esa interacción resulta de un producto (A'a'), en el que no solo la nueva información adquiere un nuevo significado(a') sino, también el subsunor (A) adquiere significados adicionales (A'). Durante la etapa de retención el producto es disociable en A' y a'; para luego entrar en la fase obliteradora donde (A'a') se reduce a A' dando lugar al olvido de a' por efecto reduccionista de la memoria.

3.2.5. Aprendizajes: subordinado, supraordinado y combinatorio

Según la forma en que la nueva información interactúa con la estructura cognitiva del aprendiz, la teoría de asimilación divide los aprendizajes en los tipos subordinado, supraordinado y combinatorio.

El Aprendizaje Subordinado existe cuando la nueva información es vinculada con los conocimientos pertinentes de la estructura cognoscitiva previa del alumno, es decir, cuando existe una relación de subordinación entre el nuevo material y la estructura cognitiva pre existente, este proceso es llamado “subsunción”. El aprendizaje

de conceptos y de proposiciones, hasta aquí descritos reflejan una relación de subordinación, pues involucran la subsunción de conceptos y proposiciones potencialmente significativos a las ideas más generales e inclusivas ya existentes en la estructura cognoscitiva. Ausubel afirma que la estructura cognitiva tiende a una organización jerárquica en relación al nivel de abstracción, generalidad e inclusividad de las ideas, y que, *"la organización mental" [...] ejemplifica una pirámide [...] en que las ideas más inclusivas se encuentran en el ápice, e incluyen ideas progresivamente menos amplias* (Ausubel et al., 1983).

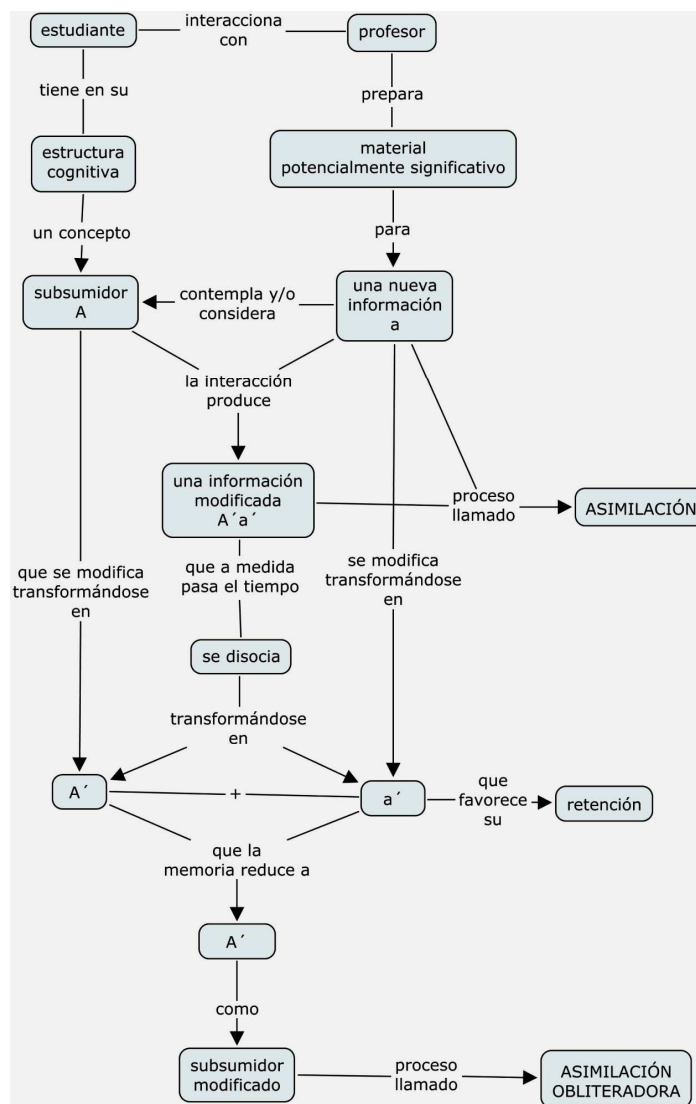


Figura 3.1: Proceso de asimilación (adaptado de Moreira, 2000)

El aprendizaje subordinado puede ser de dos tipos: derivativo y correlativo. El primero ocurre cuando el material es aprendido y entendido como un ejemplo específico de un concepto ya existente. Confirma o ilustra una proposición general previamente

aprendida. El significado del nuevo concepto surge sin mucho esfuerzo, debido a que es directamente derivable o está implícito en un concepto o proposición más inclusiva ya existente en la estructura cognitiva. Por ejemplo, si estamos hablando de los cambios de fase del agua, mencionar que en estado líquido se encuentra en las "piletas", sólido en el hielo y como gas en las nubes se estará promoviendo un aprendizaje derivativo en el alumno, que tenga claro y preciso el concepto de cambios de fase en su estructura cognitiva. Cabe indicar que los atributos de criterio del concepto no cambian, sino que se reconocen nuevos ejemplos.

El aprendizaje subordinado es correlativo, es una extensión, elaboración, modificación o limitación de proposiciones previamente aprendidas (Ibíd.). En este caso la nueva información también es integrada con los subsunsores relevantes más inclusivos pero su significado no es implícito por lo que los atributos de criterio del concepto incluido pueden ser modificados. Este es el típico proceso a través del cual un nuevo concepto es aprendido.

El aprendizaje es supraordinado si una nueva proposición se relaciona con ideas subordinadas específicas ya establecidas, "*tienen lugar en el curso del razonamiento inductivo o cuando el material expuesto [...] implica la síntesis de ideas componentes*", por ejemplo: cuando se adquieren los conceptos de presión, temperatura y volumen, el alumno más tarde podrá aprender significado de la ecuación del estado de los gases perfectos; los primeros se subordinan al concepto de ecuación de estado lo que representaría un aprendizaje supraordinado. Partiendo de ello se puede decir que la idea supraordinada se define mediante un conjunto nuevo de atributos de criterio que abarcan las ideas subordinadas, por otro lado el concepto de ecuación de estado, puede servir para aprender la teoría cinética de los gases.

El hecho que el aprendizaje supraordinado se torne subordinado en determinado momento confirma que la estructura cognitiva es modificada constantemente. El individuo puede estar aprendiendo nuevos conceptos por subordinación y a la vez, estar construyendo aprendizajes supraordinados y posteriormente puede ocurrir lo inverso, resaltando la característica dinámica de la evolución de la estructura cognitiva.

El aprendizaje es combinatorio cuando la nueva información no se relaciona de manera subordinada, ni supraordinada con la estructura cognitiva previa, sino que se relaciona de manera general con aspectos relevantes de la estructura cognitiva. Es como si la nueva información fuera potencialmente significativa con toda la estructura cognitiva.

Considerando la disponibilidad de contenidos relevantes apenas en forma general, en este tipo de aprendizaje, las proposiciones combinatorias son, probablemente las menos relacionables y menos capaces de "conectarse" en los conocimientos existentes, y por lo tanto, más dificultosa para su aprendizaje y retención que las proposiciones subordinadas y supraordinadas; este hecho es una consecuencia directa del papel crucial que juega la disponibilidad de subsunsores relevantes y específicos para el aprendizaje significativo.

Finalmente el material nuevo, en relación con los conocimientos previos no es más inclusivo ni más específico, sino que se puede considerar que tiene algunos atributos de criterio en común con ellos, y pese a ser aprendidos con mayor dificultad que en los casos anteriores, se puede afirmar que "*tienen la misma estabilidad [...] en la estructura cognitiva*" (Ausubel, 1983), porque fueron elaborados y diferenciados en función de aprendizajes derivativos y correlativos. Ejemplos de estos aprendizajes son las relaciones entre masa y energía, entre calor y volumen; que sugieren un análisis, diferenciación, y en escasas ocasiones, generalización y síntesis.

La figura 3.2 destaca, en un mapa conceptual, cada uno de los conceptos fundamentales de la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel y las relaciones entre ellos. Este mapa se ha construido tomando como referencia el mapa conceptual de Moreira (2003b).

3.2.6. Diferenciación progresiva y reconciliación integradora

Como ya fue dicho antes, en el proceso de asimilación las ideas previas existentes en la estructura cognitiva se modifican adquiriendo nuevos significados. La presencia sucesiva de este hecho "*produce una elaboración adicional jerárquica de los conceptos o proposiciones*" (Ausubel, 1983:539, en Moreira 2003b), dando lugar a una diferenciación progresiva. Este es un hecho que se presenta durante la asimilación, pues los conceptos subsunsores están siendo reelaborados y modificados constantemente, adquiriendo nuevos significados, es decir, progresivamente diferenciados. Este proceso se presenta generalmente en el aprendizaje subordinado (especialmente en el correlativo).

Si durante la asimilación las ideas ya establecidas en la estructura cognitiva son reconocidas y relacionadas en el curso de un nuevo aprendizaje, posibilitando una nueva organización y la atribución de un significado nuevo, a este proceso se le podrá denominar según Ausubel, **reconciliación integradora**. Este proceso se presenta

durante los aprendizajes supraordinados y combinatorios, pues demanda de una recombinación de los elementos existentes en la estructura cognitiva. (Moreira, 1994).

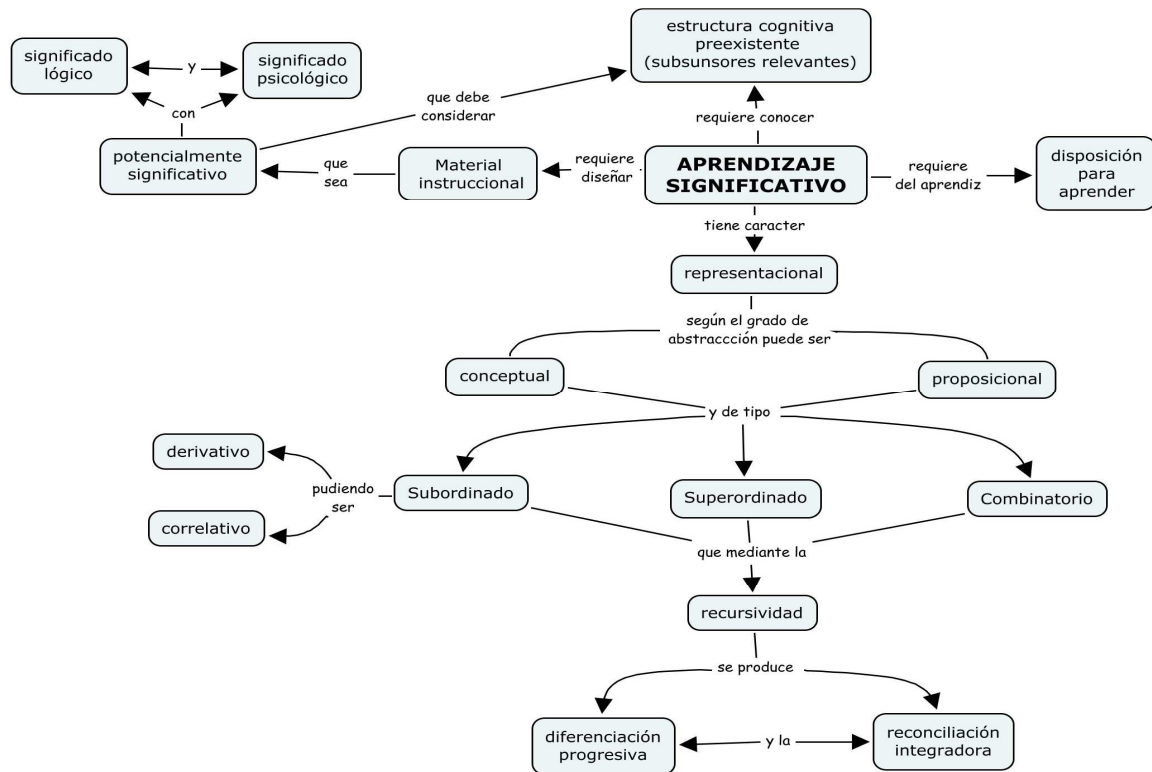


Figura 3.2: Mapa conceptual sobre aprendizaje significativo (Moreira, 2003b).

La diferenciación progresiva y la reconciliación integradora son procesos dinámicos que se presentan durante el aprendizaje significativo. La estructura cognitiva se caracteriza, por lo tanto, por presentar una organización dinámica de los contenidos aprendidos. Según Ausubel existe en la mente de cada individuo una organización jerárquica de los contenidos para un área determinada del saber. Existe una estructura jerárquica en la que las ideas más inclusivas o generales se sitúan en la cima y progresivamente incluyen proposiciones, conceptos y datos menos inclusivos o particulares y menos diferenciados (Ahuamada, 1983).

Todo aprendizaje construido por la reconciliación integradora también dará una mayor diferenciación de los conceptos o proposiciones ya existentes ya que es una forma de diferenciación progresiva presente durante el aprendizaje significativo.

Los conceptos de diferenciación progresiva y reconciliación integradora pueden ser aprovechados en la labor educativa, puesto que la diferenciación progresiva puede

provocarse presentando al inicio del proceso educativo, las ideas más generales e inclusivas que serán enseñadas, para diferenciarlos paulatinamente en términos de detalle y especificidad. Puede afirmarse que es más fácil para las personas captar los aspectos diferenciados de un todo inclusivo previamente aprendido, que llegar al todo a partir de sus componentes diferenciados. Así, la organización de los contenidos de una cierta disciplina en la mente de un individuo pasa a ser una estructura jerárquica (Ahuamada, 1983).

La programación de los contenidos no sólo debe proporcionar una diferenciación progresiva sino también debe explorar explícitamente las relaciones entre conceptos y relaciones, para resaltar las diferencias y similitudes importantes y luego reconciliar las incongruencias reales o aparentes.

Finalmente, la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora son procesos estrechamente relacionados que ocurren a medida que el aprendizaje significativo se construye. En el aprendizaje subordinado se presenta una asimilación (subsunción) que conduce a una diferenciación progresiva del concepto o proposición subsumidor; mientras que en el proceso de aprendizaje supraordinado y en el combinatorio a medida que las nuevas informaciones son adquiridas, los elementos ya existentes en la estructura cognitiva pueden ser identificados, relacionados y, por consiguiente, adquirir nuevos significados para ser nuevamente reorganizados en función de esos nuevos significados.

3.2.7. La Teoría de Ausubel, Novak y Gowin

Las teorías de Ausubel, Novak y Gowin forman en conjunto un cuerpo teórico de conocimientos sobre enseñanza y aprendizaje viables para la organización educativa en el aula. Ausubel enfatiza la construcción cognitiva del conocimiento, a través del aprendizaje significativo; Novak asume que el aprendizaje significativo subyace a la integración constructiva de pensamientos, sentimientos y acciones y Gowin propone una relación triádica entre alumnos, profesor y materiales educativos, cuyo objetivo es compartir significados.

3.2.8. La Teoría de Educación de Novak

Para Novak la educación es el conjunto de experiencias (cognitivas, afectivas y psicomotoras) que contribuyen al fortalecimiento del individuo para enfrentar los

desafíos que se le presentan en la vida diaria (figura 3.3). La teoría educativa de Novak es presentada en su obra *A Theory of Education*, publicada en 1981.

La idea básica de la teoría de Novak es que las personas piensan, sienten y actúan integradamente. Piensan cuando dan significados al conocimiento, sienten al compartir sus significados y actúan al tomar una decisión basada en los significados compartidos, que en el caso educativo puede darse entre el profesor y el alumno.

Su fundamentación se encuentra en los “lugares comunes” de la educación, planteados por Schwab en 1973, que son: la persona que aprende (aprendiz), la persona que enseña (profesor), el conocimiento que se pretende enseñar (el currículum) y el medio o contexto

en el cual se produce el proceso educativo (la matriz social o entorno social). Sin embargo Novak agrega un quinto elemento, la evaluación (figura 3.4). Como un elemento fundamental, ya que se evalúa al aprendiz, al profesor, el currículum, en el contexto en que ocurre la educación. La evaluación estaría condicionando lo que ocurre en un evento educativo, como el pensar, sentir y actuar de las personas.

De acuerdo a esta idea, Novak propone que todo evento educativo debe implicar una acción para intercambiar y compartir significados y sentimientos entre el profesor y el alumno. Por cierto, se trata de intercambiar y compartir conocimientos que se encuentran contextualmente aceptados por una comunidad, por ejemplo la comunidad científica. Es aquí cuando el profesor plantea una acción con material potencialmente significativo para que el aprendiz construya aprendizaje significativo.

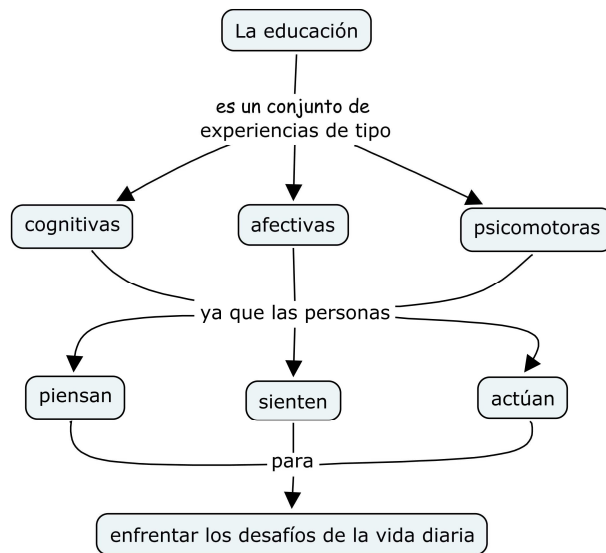


Figura 3.3: Conceptos fundamentales sobre los cuales se construye la teoría de educación de Novak.

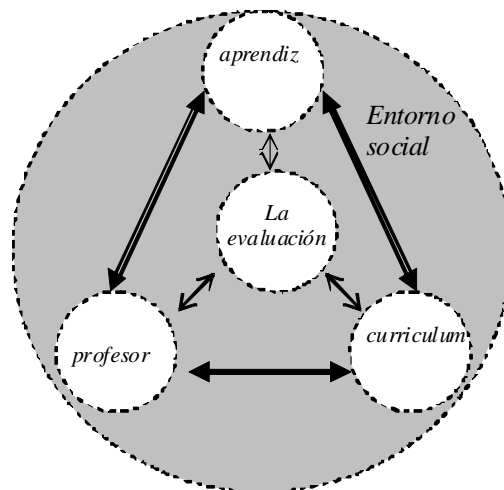


Figura 3.4: La evaluación es un elemento central de todo evento educativo.

En el evento educativo (figura 3.5) también se encuentra implícito un intercambio afectivo entre los protagonistas del proceso educativo. Es decir, el aprendiz debe presentar disposición para aprender, el profesor debe diseñar su instrucción con materiales instruccionales que consideren los conocimientos previos de los aprendices y en un ambiente que sea propicio. La hipótesis de Novak es que la experiencia afectiva es positiva e intelectualmente constructiva cuando el aprendiz tiene ganancias en comprensión, lo que produce satisfacción en el profesor y el alumno; y cuando la experiencia afectiva es negativa se generan sentimientos de incomodidad, desadaptación, desagrado y algunas veces rechazo a la educación.

La teoría de aprendizaje de Novak es una teoría de la instrucción respaldada en la teoría de aprendizaje significativo. Potencia la teoría de aprendizaje significativo para aplicarla a la sala de aula.

Los mapas conceptuales, ampliamente conocidos, son presentados por Novak como un recurso instruccional o instrumentos de enseñanza y también de evaluación de los aprendizajes. En el

contexto de la teoría de aprendizaje significativo, el mapa conceptual no fue planteado de manera explícita como *un objeto de estudio* sino como un recurso didáctico y metodología (una técnica) para investigar el cambio en las estructuras cognitivas de los alumnos, referidas a la organización de sus conceptos. También pueden ser usados como una herramienta para negociar significados, ya que son una herramienta explícita, de los conceptos y proposiciones que una persona tiene.

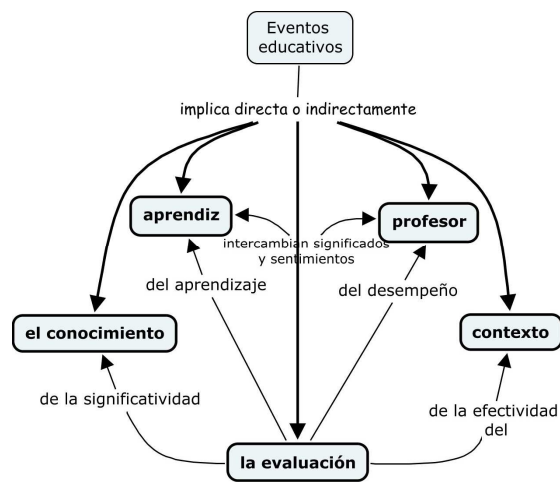


Figura 3.5: En un evento educativo todos los protagonistas deben intercambiar significados.

3.2.8. El modelo de Gowin

El modelo de Gowin (1981), se presenta como una relación triádica entre el profesor, los materiales educativos y el alumno (figura 3.6). Para él una situación de enseñanza-aprendizaje se caracteriza por compartir significados entre alumno y profesor, respecto de los conocimientos que se desprenden de los materiales educativos del curriculum. *La enseñanza se consume cuando el significado del material que el*

alumno capta es el significado que el profesor pretende que ese material tenga para el alumno (Gowin, 1981).

Cada uno de los elementos participantes del modelo tienen responsabilidades propias: el alumno debe presentar disposición para aprender significativamente al captar

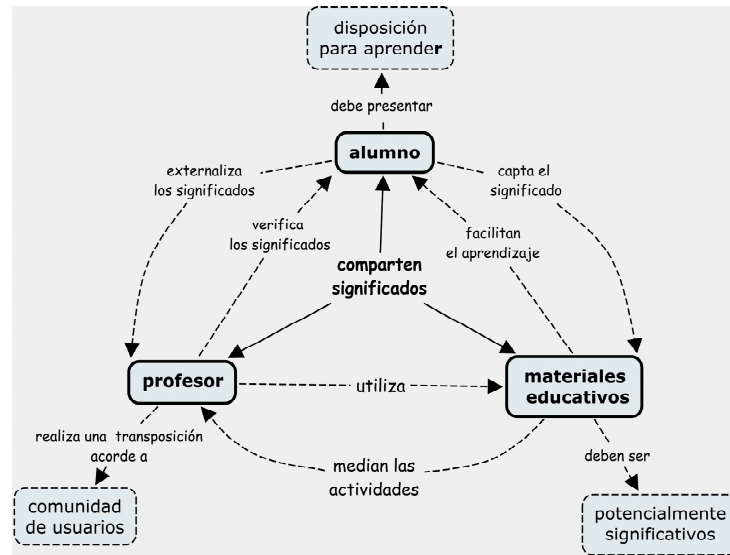


Figura 3.6: El modelo educativo de Gowin (adaptado de Moreira, 2003)

el significado de los materiales educativos del currículum y debe externalizar los significados que capta del profesor y los materiales educativos; los materiales educativos seleccionados intencionalmente por el profesor deben ser potencialmente significativos y el profesor tiene la responsabilidad de interpretar y transponer de manera didáctica los significados de un cuerpo de conocimientos, aceptados y consensuados por una comunidad (por ejemplo científica) de usuarios.

En síntesis, para aprender significativamente, el alumno tiene que manifestar una disposición para relacionar, de manera no arbitraria y no literal, a su estructura cognitiva, los significados que capta de los materiales educativos, potencialmente significativos, del currículum.

El modelo de Gowin parece ser básicamente vygotskyano (Moreira, 2003). Para Vygotsky (1987) la interacción social es el vehículo fundamental en la construcción dinámica del conocimiento social, histórico y cultural en las personas. La interacción social se torna indispensable para que el sujeto capte el significado de los signos y los internalice. Para que una persona logre internalizar un signo es imprescindible que el significado de ese signo le llegue de alguna manera, por ejemplo, de su profesor o de sus compañeros, etc., es decir, requiere de la comunicación e interacción con otras

personas, a través del lenguaje verbal, escrito o gestual. La interacción social, el cambio de significados entre profesor y alumno tan enfatizado por Gowin parece ser de hecho, indispensable en la acción de facilitar en aprendizaje significativo.

3.3. La Teoría Socio-Histórica de Vygotsky

La formulación central de la Teoría Socio-histórica de Vygotsky hace referencia a que los Procesos Psicológicos Superiores (PPS) de las personas se originan en la vida social, en la participación del sujeto en actividades compartidas con otros. Aporta criterios específicos acerca de cómo comprender los procesos de desarrollo. La teoría propone centralmente analizar el desarrollo de los procesos psicológicos superiores a partir de la internalización de prácticas sociales específicas. Su teoría aporta ideas que son necesarias para comprender cómo los estudiantes construyen el conocimiento científico, en cualquier sistema o entorno educativo.

El desarrollo es concebido como un proceso, culturalmente organizado, en el que el aprendizaje, en contextos de enseñanza será un momento interno (intrapicológico) y “necesario”. La acción educativa corresponde también a la crianza, pero parece poseer una especificidad crucial en la enseñanza escolar, en las situaciones sociales específicas en las que el sujeto participa. Los PPS son específicamente humanos, histórica y socialmente construidos, son producto de la “línea de desarrollo cultural” y su constitución es en cierta medida *contingente* (Barquero, 2001). Los PPS pueden ser: a) rudimentarios como el lenguaje oral que se adquiere en la vida social y que es propio de la especie humana y b) avanzados como son la lengua escrita y su dominio competente, ya que exige un manejo deliberado del lenguaje, una reflexión sobre el mismo, una ponderación de los contextos de posibles destinatarios (Vygotsky, 1988). Otros ejemplos de PPS avanzados (o PPS propiamente tal) son los procesos relacionados con el acto de razonar, argumentar, prever, entre otros. Entre sus características se destaca por poseer un grado mayor en el uso de instrumentos de mediación, herramientas o signos (mediación semiótica), con independencia del contexto, regulación voluntaria y realización consciente. Con relación a su modo de formación, los PPS avanzados se adquieren de procesos institucionalizados de socialización específicos como son los procesos de escolarización (Cf. Wertsch, 1988, 1993; Yaroshevsky, 1989; Rivière, 1988; Blanck, 1993; en Baquero, 2001).

Los PPS Elementales son referidos a la “línea natural de desarrollo” y serían compartidas con otras especies superiores. Son las formas elementales de

memorización, actividad senso-perceptiva, motivación, etc. Están relacionadas con la maduración y crecimiento. Los PPS se encuentran, en la “línea cultural de desarrollo” (que incluye la línea natural). Trata con los procesos de apropiación y dominio de los recursos e instrumentos que la cultura dispone.

3.3.1. Los procesos de interiorización

La constitución de los PPS requiere la existencia de mecanismos y procesos psicológicos que permitan el dominio progresivo de los instrumentos culturales y la regulación del propio comportamiento, por la internalización de los mecanismos reguladores constituidos primariamente en la vida social.

“En el desarrollo cultural del niño, toda función aparece dos veces: primero, a nivel social, y mas tarde, a nivel individual; primero *entre* personas (*interpsicológica*), y después en el *interior* de cada niño (*intrapsicológica*). Esto puede aplicarse igualmente a la atención voluntaria, a la memoria lógica y a la formación de conceptos. Todas las funciones psicológicas se originan como relaciones entre seres humanos” (Vygotsky, 1988,).

Según el propio Vygotsky, este proceso de interiorización consiste en una serie de transformaciones entre las que cita:

- Una operación que inicialmente representa una actividad externa, se reconstruye y comienza a suceder internamente.
- Un proceso interpersonal queda transformado en otro intrapersonal.
- La transformación de un proceso interpersonal en un proceso intrapersonal es el resultado de una prolongada serie de sucesos evolutivos. (Op.citp.:93-94).

Finalmente agrega, sintetizando parcialmente lo hasta aquí dicho acerca de la naturaleza de los PPS, que “la internalización de las formas culturales de conducta implica la reconstrucción de la actividad psicológica sobre la base de las operaciones con signos...” (Op.citp.:94).

Este papel relevante de las operaciones con signos es una de las ideas centrales del pensamiento Vygotskyano y aquí se encuentra el **lenguaje**. Es decir, el lenguaje parece cumplir el doble papel de:

- a. Permitir **la reconstrucción interna** de los PPS. De esta forma el individuo pasa de un lenguaje socialmente construido a un lenguaje interno, que estructura intelectualmente, conformando así un lenguaje interior o pensamiento verbal. En esa dirección se encuentra su obra “Pensamiento y Lenguaje”, escrita en el año 1934.

b. Constituirse en el **instrumento central de mediación** que posee un lugar privilegiado en la interiorización de los PPS.

El lenguaje interior o pensamiento verbal es un lenguaje que se encuentra en una etapa de transición entre un habla predominantemente social y comunicativa y un uso intelectual del lenguaje como regulador del comportamiento, que culminaría por interiorizarse por completo.

La interiorización se encuentra ligada a la línea cultural de desarrollo, propia de los PPS Superiores. Wertsch (1988), compara la concepción piagetiana de la internalización con la que formula Vygotsky. Esta comparación parte de considerar que los estudios piagetianos centrados en el estadio senso-motor podrán ser homologables a lo que Vygotsky llama como “el curso natural de desarrollo”.

Resumiendo, Wertsch (1988) caracteriza a los procesos de interiorización según ciertos rasgos básicos:

- La internalización no es un proceso de copia de la realidad externa en un plano interior sino un proceso en cuyo seno se desarrolla un plano interno de la conciencia.
- La realidad externa es de naturaleza social-transaccional.
- El mecanismo específico de funcionamiento está en el dominio de las formas semióticas externas.
- El plano interno de la conciencia resulta, así, de naturaleza cuasi-social.

3.3.2. Instrumentos de mediación e interiorización. El lenguaje y otros signos

Parte de la originalidad del planteo Vygotskyano, obedece a la formulación de relaciones de *inherencia* entre:

- el plano social, interpsicológico, y el plano individual, intrapsicológico.
- los procesos de interiorización y el dominio de los instrumentos de mediación.

Tal relación de inherencia expresa en verdad una *vinculación genética*.

Es decir,

“El medio social y los instrumentos de mediación, a través de los procesos de interiorización, poseen un carácter formativo sobre los Procesos Psicológicos Superiores. El dominio progresivo e interiorizado de los instrumentos de mediación, de los sistemas de representación disponibles y en uso en el medio social, son un

componente de los cambios y progresos genéticos y, simultáneamente, un indicador de sus logros” (Barquero, 2001:48)

Desde esta perspectiva podemos considerar como instrumentos de mediación en el sistema educativo, el lenguaje verbal y escrito, en toda su diversidad de formas: como en discursos, charlas y conferencias, en discusiones grupales entre pares o entre profesor y alumno, en la construcción cooperativa e individual de mapas conceptuales, entre otros.

Los instrumentos de mediación, o más bien la apropiación y dominio de éstos, resultan, por una parte, una fuente de desarrollo de los PPS. Este desarrollo no implicaría la sustitución de funciones psicológicas por otras más avanzadas, sino que las funciones psicológicas más avanzadas reorganizarían el funcionamiento psicológico global de un individuo, variando fundamentalmente las interrelaciones funcionales. En otras palabras no desaparecen, sino que se reorganizan, y en algunos casos, se transforman volviéndose más abarcadoras.

Vygotsky situaba como un rasgo central de los procesos de interiorización y constitución de un PPS, la participación necesaria de operaciones con signos:

“... aquéllos signos que nos parecen haber jugado tan importante papel en la historia del desarrollo cultural del hombre (como muestra la historia de su evolución) son en origen medios de comunicación, medios de influencia en los demás. Todo signo, si tomamos su origen real, es un medio de comunicación y podríamos decirlo más ampliamente, un medio de conexión de ciertas funciones psíquicas de carácter social. Trasladado a uno mismo, es el propio medio de unión de las funciones en uno mismo, y lograremos demostrar que sin este signo el cerebro y sus conexiones iniciales no podían convertirse en las complejas relaciones en lo que hacen gracias al lenguaje. Por consiguiente, los medios para la comunicación social son centrales para formar las complejas conexiones psicológicas que surgen cuando las funciones se convierten en individuales, en una forma de comportamiento de la propia persona” (Vygotsky, 1930, citado en Vygotsky, 1991).

En resumen,

- El lenguaje puede cumplir funciones diferentes, en principio una función comunicativa y, luego, otra referida a la regulación del propio comportamiento o acción.
- El lenguaje sirve como un instrumento para producir efectos sobre el entorno social.

El lenguaje está implicado centralmente en la reorganización de la propia actividad psicológica.

La figura 3.7 es un mapa conceptual en el cual se destacan los aspectos fundamentales de la teoría socio-histórica de Vygotsky.

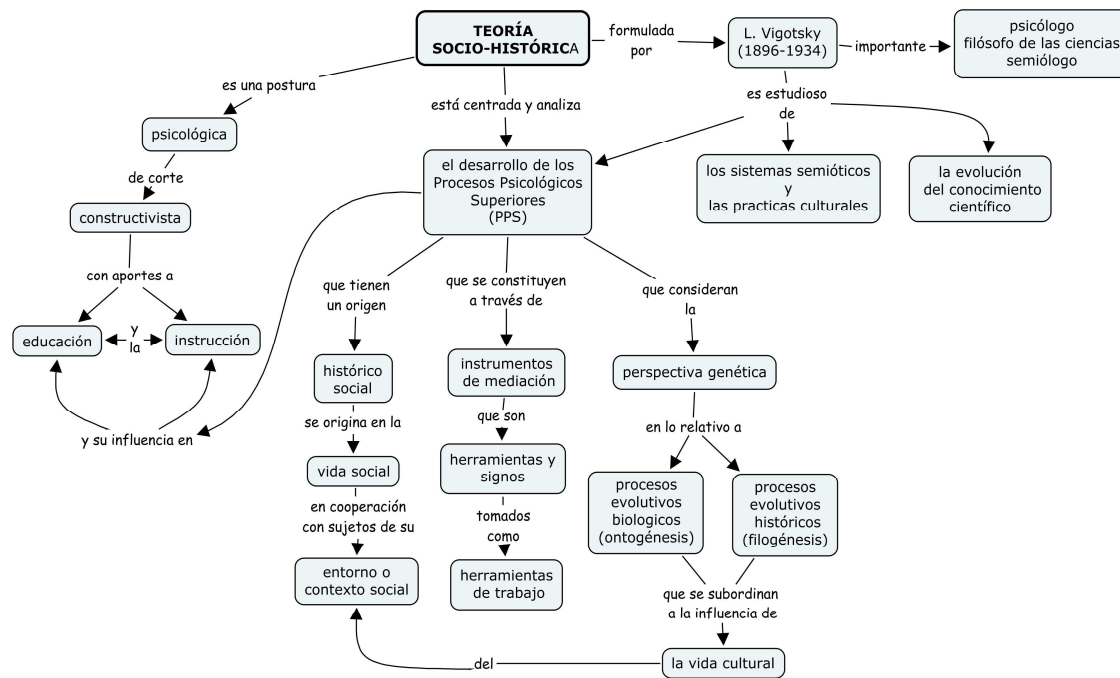


Figura 3.7: Teoría socio-histórica de Vygotsky (López Donoso, 2008).

3.3.3. El desarrollo de los conceptos científicos

Como ya se ha dicho, el vector que define el grado de desarrollo dentro de los PPS, a fin de establecer su distinción entre “rudimentarios” y “avanzados”, lo constituye el carácter creciente descontextualizado de los instrumentos de mediación involucrados y el dominio con mayor grado de conciencia y voluntad de las propias operaciones intelectuales. El desarrollo implica una reorganización del funcionamiento psicológico y no una mera acumulación de hábitos o caos. (Barquero, 2001).

Barquero (2001), señala algunas ideas desarrolladas por Vygotsky, en torno al desarrollo de los conceptos científicos en los estudiantes. Estos son:

1. La construcción de conceptos científicos comienza con el contacto inicial de la *definición verbal* de los mismos, es decir, que requiere de la remisión comentada, a un *sistema* de conjunto en el cual el concepto cobra sentido.

2. El desarrollo de los conceptos cotidianos es diferente del desarrollo de los conceptos científicos. En el caso de los conceptos científicos, la definición verbal primaria, constituye el aspecto principal de su desarrollo, que en las condiciones de un sistema organizado desciende en dirección a lo concreto, al fenómeno, mientras que la tendencia de desarrollo de los conceptos cotidianos se produce fuera de un sistema determinado y asciende desde lo concreto hacia las generalizaciones.
3. Por tratarse de procesos superiores “avanzados” el dominio de los conceptos científicos se produce como efecto de la participación, en contextos y actividades sociales específicos.
4. La formulación de los conceptos científicos de manera sistemática desde sus inicios y su apropiación gradual, a través de la interacción educativa, permite su dominio altamente abstracto y voluntario. Los conceptos científicos se desarrollan a través de la cooperación sistemática del pedagogo con el alumno. Durante el desarrollo de esta cooperación se fortalecen las funciones psíquicas superiores del aprendiz.
5. Los conceptos cotidianos se encuentran limitados en su capacidad de abstracción, mientras que la debilidad de un concepto científico radica en su “*verbalismo*, en su insuficiente saturación de lo concreto, que se manifiesta como el principal peligro de su desarrollo” (Vygotsky, 1934:183, citado en Barquero, 2001:131). Es necesario resaltar que el proceso de desarrollo de las funciones superiores del psiquismo resulta, en buena medida, un proceso contingente; depende, por ejemplo de la efectividad del diseño de las prácticas pedagógicas.
6. Para analizar la evolución de la organización conceptual en los estudiantes se tendría que analizar la evolución de los ordenamientos jerárquicos entre los conceptos que conforman un sistema. En el caso de los conceptos cotidianos, dado que las personas sólo los relacionan con objetos, les es imposible establecer con ellos relaciones jerárquicas. Esta idea Vygotskyana se asemeja a la idea de asimilación de la teoría de Ausubel.
7. La conceptualización científica y las operaciones intelectuales son explicadas por Vygotsky, por la presencia de un sistema conceptual y sistemático.
8. El desarrollo y la organización interna de un sistema, que jerarquiza los conceptos científicos, tendrían el efecto de reorganizar los conceptos cotidianos de los sujetos. Esto implica la adquisición de una nueva estructura de generalización a través de los conceptos apropiados en la enseñanza.

3.3.4. La Zona de Desarrollo Próximo (ZDP)

Se denomina de esta forma a “la distancia entre el nivel real de desarrollo –de una persona –, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto, profesor o en colaboración con otro compañero más capaz” (Vygotsky, 1988:133). En la figura 3.8 se encuentra una representación gráfica de este concepto.

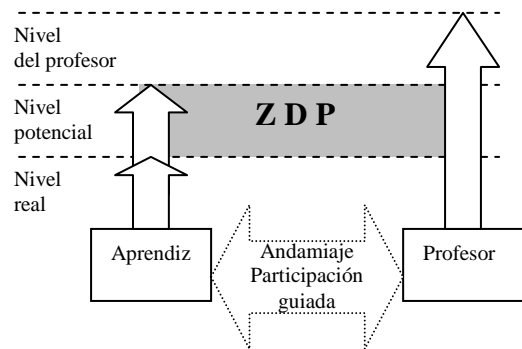


Figura 3.8: La zona de desarrollo próximo

La idea, en términos pedagógicos, es que aquello que un estudiante pueda resolver con la ayuda de un experto, posteriormente podrá resolverlo en forma independiente. La autonomía que se adquiere fomenta de manera dinámica los procesos superiores de aprendizaje y desarrollo de los estudiantes.

La recomendación pedagógica que se infiere es que un buen aprendizaje o una buena enseñanza deberían operar en la ZDP de un estudiante y en los niveles superiores de ella. Operar sobre la ZDP posibilita trabajar sobre las funciones “en desarrollo”, aún no plenamente consolidadas, pero sin necesidad de esperar su configuración final para comenzar un aprendizaje. Una posibilidad intrínseca al desarrollo ontogenético parece ser precisamente la de desarrollar capacidades autónomas en función de participar en la resolución de tareas, en actividades conjuntas y cooperativas, con sujetos de mayor dominio sobre los problemas en juego.

El juego en los niños o las actividades lúdicas: la estricta subordinación a las reglas sociales de comportamiento, las reglas del juego y la presencia de una situación o escenario imaginario serían factores que favorecerían la generación de ZDP en los estudiantes. La potencia del juego con relación al desarrollo del aprendiz se deben a 1) una puesta en ejercicio, en el plano imaginativo, de capacidades de planificar, imaginarse situaciones, representar roles y situaciones cotidianas y 2) el carácter social de las situaciones lúdicas, sus contenidos y, al parecer, los procedimientos y estrategias que sugiere el desarrollo propio del juego, lo relativo al “atenerse a las reglas” socialmente elaboradas. Tanto las reglas como las instancias de adecuación a las mismas, son de naturaleza social (Barquero, 2001). Aquí se puede establecer una

similitud con relación a la resolución de problemas en un taller de aprendizaje cooperativo con estudiantes de ciencias universitarios. Las reglas del juego corresponderían por una parte a las reglas de organización grupal del taller, sus obligaciones dentro del taller y en segundo lugar las leyes físicas que se deben aplicar para dar respuesta al problema físico que se debe resolver. Así cada miembro del grupo discute, dando sus argumentos, hasta llegar a un consenso acerca de la solución del problema mismo.

3.3.5. El concepto de andamiaje

No es un concepto señalado por Vygotsky en su obra, sino que planteado originalmente por Woods, Bruner y Ross en 1976 (Barquero, 2001: 147).

Se entiende por andamiaje a una situación de interacción entre un sujeto experto, o más experimentado en un dominio, y otro, novato, o menos experto. El objetivo de la interacción es que el sujeto menos experto se vaya apropiando gradualmente del saber del experto al enfrentarse a una determinada actividad. La actividad se resuelve colaborativamente en la que el experto, inicialmente tiene el control total de la actividad y en forma paulatina va delegando el control de la actividad al novato.

El mismo autor señala que el andamiaje debe cumplir con las siguientes características: que sea *ajustable* al nivel de competencia del novato, que sea *temporal* para dar autonomía al novato y que sea *audible* y *visible*, es decir, que el sujeto novato sepa y tome conciencia que se trata de una tarea compleja explícita, en la cual será asistido, pero que a su vez irá paulatinamente tomando el control.

Hay algunos detractores del andamiaje que sostienen que éste frenaría en el novato la creación, ser generador de nuevas ideas, y que se convertiría en un sujeto que solo adquiere “lo dado” o “lo conocido” por el experto (Griffin y Cole, 1984, citado por Baquero, 2001:150). Sin embargo, la intervención educativa resulta inherente a los mismos procesos de desarrollo regulándolos de acuerdo con sus características. Así la práctica pedagógica se presenta como una práctica de gobierno del desarrollo y constitución de los sujetos implicados en ellas.

3.3.6. Encuentros entre la teoría socio-cultural de Vygotsky y la teoría educacional de Novak

Como se dijo, la teoría de aprendizaje de Novak, es una teoría de la instrucción que toma como referente teórico la teoría de aprendizaje significativo, potenciándola. El

núcleo duro de ella se sostiene en el intercambio de significados entre profesor, alumno y los materiales educativos. Por cierto, que la interacción entre estos elementos debe considerar el contexto en que se produce el evento educativo y, por otro lado, considera que la evaluación se encuentra inherente en cada etapa del proceso. Los alumnos evalúan al profesor, el profesor a sus alumnos, se evalúa el material de enseñanza, etc. Bajo esta perspectiva, la interrelación entre profesor y alumno en el evento educativo es fundamental para evaluar el desarrollo del proceso evolutivo cognitivo de los estudiantes. Es aquí en donde los instrumentos de mediación, el lenguaje oral, escrito, gestual, etc., cobran relevancia.

Los mapas conceptuales son presentados por Novak como un recurso instruccional o instrumentos de enseñanza y también de evaluación de los aprendizajes. También pueden ser usados como una herramienta para negociar significados, ya que en forma explícita, describen externamente la jerarquía del campo de conceptos que una persona tiene. Así, desde la perspectiva de la teoría sociocultural de Vygotsky, el mapa conceptual, puede considerarse como artefacto cultural, un instrumento de mediación cuya función estaría orientada a actuar en la llamada zona de desarrollo próximo.

Recientemente Novak ha llamado la atención sobre uno de los conceptos de la teoría sociocultural que con más frecuencia se han utilizado en las investigaciones educativas: la zona de desarrollo próxima (ZDP) (Novak, 2002, p.551, 2004, p. 464, Novak y Cañas, 2004, p.471, citados en Aguilar, 2006). Aunque la referencia al concepto de zona de desarrollo próximo es reciente en Novak, el interés por otros aspectos de la teoría Vygotskyana pueden observarse años atrás. En *A Theory of Education*, publicado en 1977, Novak menciona que tanto él como Ausubel reconocen el papel fundamental que tiene el lenguaje para el *desarrollo cognitivo*, posición que los acerca al pensamiento de Vygotsky (Novak, 1982, p.113). Otro punto de encuentro de Novak con la teoría de Vygotskyana es respecto al papel del aprendizaje escolar y la incidencia de este en el desarrollo cognitivo (Novak, 1998, p.69). El *concepto* y la *palabra* son conceptos diferenciados por los tres autores. Novak y Ausubel coinciden con Vygotsky en que la *palabra* sirve como un medio para la formación del *concepto* (Ausubel, 2002, p.31; Novak, 1998, p.58; Vygotsky, 2001, pp.121, 131). Novak advirtió el valor de las ideas de Vygotsky para la educación (Novak, 1982, p.114), algunas de ellas valiosas para interpretar e intervenir en los nuevos hechos educativos, un ejemplo de ello son las estrategias de *trabajo cooperativo o colaborativo* (Novak, 2004, p.464). El concepto de zona de desarrollo próximo le ha permitido a Novak reinterpretar o

redescribir acciones realizadas anteriormente aún cuando estas no manifestaran explícitamente un contexto teórico Vygotskyano (Novak, 2004, p.465). Los encuentros teóricos entre Novak y Vygotsky se deben mucho al interés por lo educativo y a la forma en que los autores comprenden los propósitos de la enseñanza y sus efectos en el desarrollo de la estructuras cognitivas de los sujetos (Aguilar, 2006).

3.3.7. El Aprendizaje cooperativo como consecuencia de la teoría socio-histórica de Vygotsky

3.3.7.1. Fundamentos teóricos del aprendizaje cooperativo

Si bien es cierto que las técnicas de aprendizaje cooperativo tienen un corte marcadamente conductista, es precisamente la intervención atenta del profesor, que observa los procesos y progresos mentales de sus estudiantes, lo que la orienta hacia una metodología educativa, de trabajo con fuerte influencia cognitivista. Desde esta perspectiva se observa que existiría sustento teórico en el paradigma piagetiano de asimilación, acomodación y equilibración; en la teoría socio-histórica de Vygotsky y también en la teoría de interdependencia social.

Uno de los aportes de la Psicología Social en el ámbito organizacional ha sido sin lugar a dudas, la importancia que se le ha dado al fenómeno grupal. No se conciben modelos de gestión avanzada en el ámbito de las organizaciones sin que se tengan en cuenta los equipos de trabajo. En el ámbito educativo, a partir sobre todo de la influencia de algunos autores, se ha tenido en cuenta la influencia del entorno social en la formación del individuo y más en concreto, se han diseñado metodologías de aprendizaje basadas en la aceptación de la realidad del grupo en el aula. Así se ha trabajado la interacción social y la actividad colaborativa como motor del aprendizaje y del desarrollo cognitivo, ya que la interacción requiere un proceso de interiorización (Vygotsky, 1997). La formulación central de la Teoría Socio-histórica de Vygotsky hace referencia a que los procesos psicológicos superiores se originan y se construyen socialmente, es decir, en la participación del sujeto en actividades compartidas con otros. Vygotsky propone analizar el desarrollo de los procesos psicológicos superiores a partir de la internalización de prácticas sociales específicas, valiéndose, en su organización de instrumentos de mediación. Entre estos instrumentos de mediación se tiene que la mediación semiótica (relativa a los signos) es la que cobra mayor relevancia. Aquí se encuentra el lenguaje que se adquiere, en general, en la vida social.

Es así que mediante el trabajo colaborativo y desde la perspectiva de Vygotsky, los estudiantes transforman un proceso que es interpersonal, entre sus compañeros y también con su profesor en un proceso intrapersonal, es decir, consigo mismo. De esta manera su organización conceptual interna sería el resultado de una prolongada serie de sucesos evolutivos.

Desde la perspectiva piagetiana el aprendizaje cooperativo es una instancia que provoca en los grupos de trabajo tanto los conflictos cognitivos como los conflictos socio-cognitivos. El conflicto cognitivo que es intrapersonal, se transmite al grupo de trabajo transformándose en un conflicto socio-cognitivo. Por cierto, es en la discusión grupal cuando se aceleran los procesos de equilibración que estabilizan e integran los esquemas mentales en la estructura cognitiva de cada estudiante. Es precisamente la comunicación a través del lenguaje lo que estimula el desarrollo cognitivo de los estudiantes, forzándolos a alcanzar consensos con sus compañeros que mantienen puntos de vistas opuestos con respecto a la tarea escolar.

David Johnson (trabajando junto con su hermano Roger Johnson), han desarrollado la Teoría de la Interdependencia Social. Esta teoría describe la forma como se estructura la interdependencia social, determina cómo es que los miembros interactúan; lo que a su vez, define los resultados. La interdependencia positiva (cooperación) resulta en “interacción promovedora” en la medida en que los individuos se animan entre sí y facilitan los esfuerzos de cada uno por aprender. La interdependencia negativa (competencia) resulta típicamente en una “interacción de oposición” en la medida en que los individuos desalientan y obstruyen los esfuerzos de cada quien hacia el logro. En ausencia de la interdependencia (esfuerzos individualistas), “no existe interacción” ya que los individuos trabajan independientemente, sin ningún tipo de intercambio con nadie. La interacción promovedora conduce a aumentar los esfuerzos hacia el logro, a promover relaciones interpersonales positivas y a la salud emocional. La interacción basada en la oposición o la ausencia de interacción, llevan a una disminución de los esfuerzos hacia el logro, a relaciones interpersonales negativas y desajustes emocionales o psicológicos (Johnson y Johnson, 1987, 1990).

3.3.7.2. El modelo “Learning together” o “Aprendamos juntos”

Técnica creada por los hermanos Johnson en 1975, implica la interacción de alumnos en pequeños grupos heterogéneos de cuatro a cinco miembros. Los alumnos

aprenden juntos un material concreto, ayudándose entre sí hasta que todo el grupo lo domina adecuadamente. Esta técnica ha demostrado su utilidad en solución de problemas, aprendizaje de conceptos y creatividad.

El objetivo que persigue esta herramienta es el aprendizaje en grupos, ayudándose los miembros unos a otros hasta que todo el grupo aprende y comprende un determinado material (en León del Barco et al., 2005)

Está compuesto de los siguientes pasos:

- a) Se debe seleccionar el tema, es decir, la tarea que requiere aprendizaje de conceptos, solución de problemas o pensamiento divergente.
- b) Determinar los tamaños más apropiados de los grupos de trabajo y prepararlos en habilidades comunicativas y cooperativas en el grupo. Es deseable que los grupos sean homogéneos de manera que cada uno de ellos tengan algo que aportar en la tarea que se va a asignar. Los miembros de cada grupo necesitan interactuar entre ellos
- c) Se asigna la tarea previamente seleccionada y el profesor controla el trabajo grupal, contestando cada una de las dudas de los grupos de trabajo y discutiendo con ellos sobre los puntos en donde se observan conflictos, hasta llegar a consensos.
- d) Al término de la sesión cada grupo entrega en forma ordenada los acuerdos grupales acerca de la tarea encomendada.
- e) Aunque inicialmente en esta técnica no habría un mecanismo para evaluar los conocimientos adquiridos por los alumnos y los aportes individuales al grupo, J. y J. (1990) han seguido las sugerencias de Slavin (1990, 1991) asignando una recompensa a la participación de cada miembro del grupo asignando un puntaje adicional a cada grupo, de manera que tenga una influencia en sus evaluaciones.

3.3.7.3. Características

La técnica de aprendizaje cooperativo esta basada en cinco elementos: 1) una interdependencia positiva, 2) la interacción cara a cara, 3) el rendimiento de cuentas individual, 4) las destrezas sociales y 5) el procesamiento grupal.

- Interdependencia positiva: Se trata de que cada miembro del grupo necesite de los otros para desarrollar la tarea, para discutir y consensuar sus decisiones.
- La interacción cara a cara: Se trata de disponer el mobiliario en el aula para facilitar la interacción entre los miembros del grupo. Deben sentarse en círculo y estar lo suficientemente cerca unos de otros para comunicarse, eficazmente, sin que estorben

a los otros grupos. La comunicación debe establecerse en todo sentido, comunicación verbal, gestual, escrita, etc. De modo que cada persona logre interpretar el grado de satisfacción o insatisfacción en torno a las decisiones tomadas.

- El rendimiento de cuentas individuales: son necesarios los mejores esfuerzos de aprendizaje de cada miembro para que el grupo tenga éxito, y la participación y compromiso de cada miembro debe ser visible y cuantificable para los demás miembros del grupo. En un grupo de aprendizaje cooperativo los alumnos deben entender que son responsables de su propio aprendizaje y también del de los demás.
- Destrezas sociales: Una condición indispensable para que las situaciones de aprendizaje cooperativo tengan éxito es que los componentes del grupo sepan cooperar. Aquí son indispensables las habilidades sociales y comunicativas: todos los alumnos necesitan comunicar, escuchar atentamente lo que dicen los demás, explicar, solicitar ayuda, dar ayuda, hacer preguntas, solucionar conflictos, hacer críticas constructivas a las ideas, etc. Johnson, Johnson, Holubec y Roy (1984, en León del Barco et al., 2005) sugieren que la enseñanza de habilidades sociales y comunicativas es un prerrequisito para trabajar cooperativamente.
- Procesamiento grupal: corresponde a la permanente reflexión al interior del grupo sobre las decisiones que se toman, si se satisfacen los objetivos de la tarea, si se está respondiendo efectivamente, si se está trabajando con el aporte de todos, etc.

3.3.7.4. Limitaciones

La técnica “aprendiendo juntos” presenta algunas limitaciones, que al no superarlas pudiera no lograr el aprendizaje de los estudiantes:

- a) Es fundamental que el profesor tenga un dominio de los temas a enseñar y también una planificación exhaustiva que permita avanzar en cada uno de los temas a tratar en su asignatura.
- b) Es importante estar atento al trabajo grupal de los estudiantes, motivándolos a participar en el interior del grupo. No es aconsejable dejarlos solos en la sesión grupal, se debe estar atento a sus dificultades conceptuales y comunicativas. Este aspecto requiere entrenamiento por parte del profesor y también de los alumnos.
- c) A pesar de que la técnica sugiere una participación igualitaria de todos los miembros del grupo, siempre surgen líderes que tienen un grado mayor de cooperación. La

limitación se presenta en que no es posible dar una recompensa diferenciada a cada miembro del grupo según sus aportes individuales.

3.3.7.5. *Papel del docente*

Frente al trabajo grupal en la sala de aula, el docente debe cumplir con las siguientes funciones:

- a) Debe planificar y organizar la tarea: Se trata de especificar los objetivos académicos, decidir el tamaño de cada grupo, asignar los estudiantes a cada grupo, disponer el aula, planificar el material instruccional, explicar la tarea, observar el trabajo grupal, explicar los criterios de éxito, especificar las conductas deseadas, resolver problemas, etc.
- b) El profesor debe estar atento a los procesos grupales e intervenir para lograr que se alcancen los objetivos del mismo y los que están ligados a la tarea: ayudarles a resolver dudas y problemas que no pueden ser resueltas por nadie del grupo, aportarles información nueva, ayudar a los alumnos más necesitados, enseñar habilidades de cooperación y sociales.
- c) En cuanto a la evaluación Johnson, Johnson, Holubec y Roy (1984, en León, 2005), consideran importante evaluar cuándo los estudiantes tienen las conductas apropiadas que garanticen una buena marcha del grupo y permitan conseguir los objetivos académicos y cooperativos. Discutir con cada grupo cómo está funcionando y observar.

3.4. La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird

Los "Modelos mentales" es hoy por hoy el principal constructo que dirige y orienta el análisis, el estudio y la investigación de las representaciones mentales y su papel en los mecanismos de procesamiento de la información.; Es un constructo al que se llega después de una dilatada historia de investigación educativa, que tiene su origen en el reconocimiento explícito que Ausubel (1968) hace del papel que posee el conocimiento previo en los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Rodríguez et al, 2001).

La deducción es el modo de razonar que las personas utilizan para explicar y examinar el estado de las cosas o la validez de una premisa. Datos experimentales en psicología cognitiva sugieren que las personas razonan y resuelven problemas mediante el procesamiento de representaciones mentales o representaciones internas. La teoría

que propone la existencia de tales modelos y su funcionamiento se conoce con el nombre de la teoría de los modelos mentales de Philip Johnson-Laird (1983) y ha demostrado ser sumamente poderosa para predecir y explicar los procesos cognitivos superiores en las personas. Postula que cuando las personas razonan tratan de compatibilizar sus premisas con sus propios conocimientos sobre el estado de las cosas.

La teoría de los modelos mentales ofrece un marco teórico amplio para describir los procesos cognitivos vinculados al aprendizaje de las ciencias.

En el texto “Mental Model” Johnson-Laird (1983), sostiene:

La explicación depende, sin lugar a dudas, del entendimiento: si tú no entiendes algo, entonces no puedes explicarlo. El entendimiento, por cierto, depende de nuestros conocimientos y de nuestras creencias. Si tú conoces las causas de un fenómeno, qué resulta de él, como influye, qué lo controla, qué lo inicia y cómo prevenirlo, así cómo se relaciona con otros estados o en qué asemeja a otros fenómenos similares, cómo predecir su inicio y desarrollo, cómo es su estructura interna, entonces comprenderás dicho fenómeno. En términos psicológicos asumiré que entonces tú tienes un modelo – mental- de trabajo del fenómeno en tu mente.

La construcción de Modelos Mentales es un rasgo general y estructural del pensamiento, sin el cual no podríamos razonar ni interpretar el mundo. El razonamiento con base en Modelos Mentales no tiene un soporte únicamente lógico, sino analógico en virtud de que los modelos son análogos estructurales del mundo y de lo que representan (Ibíd.). Se trata de una teoría constructivista en sentido amplio, no sólo por reconocer la actividad del sujeto en la construcción de Modelos Mentales, sino por otorgar un papel estructurante a la realidad que los modelos representan. Es decir, que de algún modo lo real está presente en el modelo al establecer su carácter analógico. Esta característica devuelve al ámbito de las posiciones cognitivas al objeto que está siendo conocido, al mismo tiempo que como constructor de representaciones mentales internas le otorga un papel decisivo al sujeto. (Otero, 1999).

Los modelos mentales pueden ser contruidos no sólo a partir de la percepción, sino que también a través de la imaginación o a través de la comprensión de un discurso y ellos pueden ser abstractos o visibles (Ibíd.). Los modelos mentales pueden ser contruidos a partir de situaciones reales, imaginarias o hipotéticas y la mente elabora modelos, en principio a pequeña escala, de la realidad y los utiliza para anticipar o prever nuevas situaciones, para razonar o para fundamentar sus explicaciones (Ibíd.). Una simulación mental de un modelo mental se puede “echar a andar” para sacar

conclusiones. Pero esta simulación es algo diferente de la noción de modelo mental, porque una imagen es considerada como una representación que se activa para reconstruir una escena (Ibíd.). Otero (1999) destaca que Barrer et al. han estudiado el desarrollo de los modelos mentales mediante diseños apropiados de actividades de enseñanza aprendizaje, de las cuales concluye que es posible reconstruir un modelo mental mediante la reflexión, la remediación o corrección de los errores así como la reconstrucción de procesos. Los modelos mentales son descritos como dinámicos y adaptables. Un modelo mental puede cambiar en el curso de una conversación, a través de la adquisición de un nuevo conocimiento. Los estudiantes progresan cuando confrontan sus modelos mentales primitivos o ingenuos con los modelos mentales de expertos y la comprensión de un concepto se profundiza cuando es apoyado por diversas situaciones de aprendizaje, sean estos problemas abiertos o cerrados y cuando se establece entre experto y aprendiz el andamiaje conveniente (Ibíd.).

Cada profesor debería comprender la eficacia o ineficacia de algunos modelos mentales para corregir el tipo de andamiaje que establece con sus alumnos y que el entrenamiento de la modelización puede ser considerada en los ambientes educativos. Cuando los estudiantes se enfrentan ante una situación o un problema mal estructurado requieren necesariamente el uso de representaciones mentales complejas y diversas (Ibíd.). El manejo de un modelo mental correcto proporciona un camino natural para la inferencia y permite que los estudiantes cumplan con decisión las tareas encomendadas lo que les proporciona y facilita el meta-razonamiento. Johnson-Laird (1983), sostiene que es mucho más fácil razonar con un solo modelo mental que con múltiples modelos mentales y que este modelo único, probado en diferentes situaciones por los estudiantes, finalmente se vuelve tácito y semi-permanente en su memoria de largo plazo.

Como no aprehendemos la realidad en forma directa sino que poseemos una representación interiorizada de ella, las representaciones proposicionales se evaluarán como verdaderas o falsas con relación a un modelo mental del mundo. Además los modelos permiten representar un número infinito de estados posibles de un suceso, porque se ejecutan recursivamente, este poder representacional se realiza con una gran economía para el sistema a partir de un número finito de elementos y de operaciones sobre esos elementos. Los modelos tienen la propiedad de representar la generalidad a partir de valores particulares que reúnen todas las relaciones de lo representado (Otero, 1999).

3.4.1. Principios que sustentan la teoría

En la teoría de Johnson-Laird sobre modelos mentales se establece que estos deben cumplir ciertos principios que imponen vínculos a la naturaleza de los modelos mentales y que los limitan (Johnson-Laird, 1983, en Moreira, 1999):

- 3.4.1.1. Principio de computabilidad: Los modelos mentales son computables, es decir, deben poder describirse en la forma de procedimientos efectivos que puedan ser ejecutados por una máquina. Este principio tiene su origen en el núcleo duro de la psicología cognitiva que supone la mente como un sistema de cómputos. Se entiende por procedimientos efectivos a aquéllos que pueden llevarse a cabo computacionalmente, que sus resultados son previsibles, de modo que se pueden establecer deducciones e inferencias sobre su comportamiento.
- 3.4.1.2. Principio de lo finito: Los modelos mentales son finitos en tamaño y no pueden representar directamente un dominio infinito. Este principio proviene de la premisa de que el cerebro es un órgano finito.
- 3.4.1.3. Principio del constructivismo: Los modelos mentales se construyen a partir de elementos básicos que Johnson Laird denomina “tokens”. Estos elementos se organizan, y combinan de manera tal que permiten representar un determinado estado de cosas. Este vínculo surge de la función primaria de los modelos mentales, que es la de representar mentalmente el estado de cosas.
- 3.4.1.4. Principio de la economía: una descripción de un estado simple de cosas se representa por un modelo mental simple, incluso si la descripción es incompleta o indeterminada. Un único modelo mental puede representar un número infinito de posibles estados de cosas a través de la revisión recursiva de un modelo mental inicial. Es decir, que la mente construye inicialmente un modelo mental sobre algo, que permanentemente revisa recursivamente para que su validez abarque a más estado de cosas. Naturalmente hay límites en esta revisión, ya que en última instancia, el proceso de revisión recursiva es gobernado por las condiciones de verdad del discurso en el que el modelo se basa.
- 3.4.1.5. Principio de la no-indeterminación: los modelos mentales podrían presentar indeterminaciones sólo si su uso no fuera computacionalmente tratable, es decir, si no existiera un crecimiento exponencial en su complejidad. Si se tratara de acomodar cada vez a situaciones diferentes, aparecerían más indeterminaciones

y eso llevaría rápidamente a un crecimiento intratable en el número de posibles interpretaciones del modelo, que en la práctica, dejaría de ser un modelo mental.

3.4.1.6. Principio de la predicabilidad: un predicado puede ser aplicable a todos los términos a los que otro predicado es aplicable, pero no pueden tener ámbitos de aplicación que no se intersecten. Por ejemplo, los predicados “animado” y “humano” son aplicables a ciertas cosas en común, “animado” se aplica a algunas cosas a las que “humano” no se aplica, pero no existe nada a lo que se aplique “humano” y “animado” no. Para Johnson-Laird (1983; p. 411), la virtud de este vínculo es que permite identificar un concepto artificial o no natural. Un concepto que se definiese por predicados que no tuvieran nada en común violaría el principio de predicabilidad y no estaría, normalmente, representado en modelos mentales.

3.4.1.7. Principio del innatismo: todos los primitivos conceptuales son innatos. Los primitivos conceptuales subyacen a nuestras experiencias perceptivas, habilidades motoras, estrategias, en fin, nuestra capacidad de representar el mundo (Ibíd.). Indefinibilidad es una condición suficiente, pero no necesaria, para identificar conceptos primitivos. Movimiento, por ejemplo, es una palabra que corresponde a un primitivo conceptual, pero que puede definirse. Aunque proponga este vínculo a los modelos mentales, Johnson-Laird rechaza el innatismo extremo de que todos los conceptos son innatos aunque algunos tengan que ser “disparados” por la experiencia. Él defiende el aprendizaje de conceptos a partir de primitivos conceptuales innatos o de conceptos previamente adquiridos (p. 412). Además de los primitivos conceptuales innatos, admite también la existencia de primitivos procedimentales que se accionan automáticamente cuando un individuo construye un modelo mental. Los primitivos procedimentales no pueden adquirirse a través de la experiencia porque la representación mental de la experiencia ya requiere la habilidad de construir modelos de la realidad a partir de la percepción. Estos primitivos deben ser innatos (Op. cit. p. 413).

3.4.1.8. Principio del número finito de primitivos conceptuales: existe un conjunto finito de primitivos conceptuales que origina un conjunto correspondiente de campos semánticos y otro conjunto finito de conceptos, u “operadores semánticos”, que se da en cada campo semántico y sirve para construir conceptos más complejos a partir de los primitivos subyacentes. Un campo semántico se refleja en el léxico

por un gran número de palabras que comparten en el núcleo de sus significados un concepto común. Por ejemplo, los verbos asociados a la percepción visual como avistar, ojear, escrutar y observar comparten un núcleo subyacente que corresponde al concepto de ver. Los operadores semánticos incluyen los conceptos de tiempo, espacio, posibilidad, permisibilidad, causa e intención. Por ejemplo, si las personas ojean alguna cosa, enfocan sus ojos durante cierto intervalo de tiempo con la intención de ver lo que ocurre. Los campos semánticos proveen nuestra concepción sobre lo que existe en el mundo, sobre el mobiliario del mundo, mientras que los operadores semánticos proveen nuestro concepto sobre las posibles relaciones que pueden ser inherentes a esos objetos (p. 414).

3.4.1.9. Principio de la identidad estructural: las estructuras de los modelos mentales son idénticas a las estructuras de los estados de cosas, percibidos o concebidos, que los modelos representan. Este vínculo deriva, en parte, de la idea de que las representaciones mentales deben ser económicas y, por lo tanto, cada elemento de un modelo mental, incluyendo sus relaciones estructurales, debe tener un papel simbólico. No debe haber en la estructura del modelo ningún aspecto sin función o significado (p. 419).

3.4.2. Estructura y contenido de los modelos mentales

A diferencia de las representaciones proposicionales, los modelos mentales no tienen una estructura sintáctica. Su estructura es análoga a la estructura de los estados de cosas del mundo que esos modelos representan, tal como los percibimos o concebimos. Los modelos mentales son análogos estructurales de estados de cosas del mundo (Johnson Laird, 1983, p. 156; en Moreira 1999). No obstante, la estructura analógica de los modelos mentales puede variar bastante: modelos construidos a partir de proposiciones discretas pueden tener sólo un mínimo de estructura analógica, mientras que modelos mentales de arreglos espaciales, como un laberinto, por ejemplo, pueden tener una gran analogía estructural en dos, tres o quién sabe cuantas dimensiones (Ibíd.).

Las representaciones proposicionales pueden ser escudriñadas solamente en las direcciones permitidas por la sintaxis y por las codificaciones de ese tipo de representación. Los modelos mentales, por su estructura dimensional, pueden manipularse más libremente, de manera controlada sólo por las propias dimensiones del modelo. Las imágenes, como ya se ha destacado anteriormente, corresponden a *visiones*

de modelos: resultantes de percepción o de imaginación, éstas representan aspectos perceptibles de los objetos o eventos correspondientes del mundo real (p. 157).

En términos de *contenido*, los modelos mentales, las imágenes y las proposiciones presentan una diferencia importante en lo que se refiere a la especificidad: los modelos mentales, así como las imágenes, son altamente específicos. Por ejemplo, no es posible formar una imagen de un objeto (un cuadro, una mesa o avión) *en general* sino de un *objeto específico* (un determinado cuadro, mesa o avión). Las representaciones proposicionales, sin embargo, no implican tanta especificidad: es perfectamente aceptable, por ejemplo, una representación mental proposicional que establezca la relación espacial entre dos objetos como si estuvieran “al lado de”, sin explicitar “izquierda” o “derecha”. Para una imagen eso no sería posible (p. 158).

Aún en lo que se refiere al contenido de los modelos mentales, Johnson-Laird (Op.citp.: 410) dice que “como pueden tener muchas formas y servir para muchas finalidades, sus contenidos son muy variados: pueden contener solamente elementos que representan individuos e identidades entre ellos, como en los modelos necesarios en el razonamiento silogístico; pueden representar relaciones espaciales entre entidades o relaciones temporales o causales entre eventos. Los modelos mentales tienen el contenido y la forma que sirven a las finalidades para las cuales fueron construidos, sean explicar, predecir o controlar”. La estructura de los modelos corresponde a la estructura de los estados de cosas del mundo, tal como son percibidos o concebidos por el individuo, así representados.

La naturaleza de los modelos mentales es, por lo tanto, más restringida que sus contenidos. En la medida en que los modelos mentales son análogos estructurales del mundo, su estructura está limitada por la estructura de los estados de cosas del mundo. La cuestión de los contenidos, por otro lado, es ontológica (del ser humano como ser humano): nuestra concepción de lo que existe es función del mundo y de nuestra capacidad de concebir que sería, en principio, ilimitada. Pero Johnson-Laird argumenta (Ibíd.) que hay límites y que estarían en los *conceptos* que subyacen a los significados de las cosas, una vez que los conceptos son restringidos por la naturaleza del aparato cognitivo humano.

Los principios de la predicabilidad, del innatismo y del número finito de primitivos conceptuales, introducidos en la sección anterior, son los tres principales vínculos que él dice que afectan a los contenidos posibles de los modelos mentales. El primero de ellos explica por qué ciertos conceptos no son naturales y normalmente no

aparecen en los modelos mentales; el segundo y el tercero limitan el contenido de los modelos mentales en términos de sus componentes básicos y de cómo pueden organizarse. O sea, existe un conjunto finito de primitivos conceptuales, un conjunto finito correspondiente de campos semánticos y otro conjunto finito de operadores semánticos que imponen límites a los modelos posibles.

3.4.3. La física y los modelos mentales

Entender cómo funciona la mente es importante para muchas actividades prácticas. Para los educadores, conocer la naturaleza del pensamiento de sus estudiantes les permite diseñar las mejores estrategias de enseñanza con el fin que sus alumnos adquieran aprendizajes significativos.

Entender un fenómeno físico es saber qué es lo que lo causa, qué resulta de él, cómo se inicia el fenómeno, cómo evitarlo, cómo afecta a otros, como preverlo, etc. Según la teoría de Johnson Laird, entender un fenómeno físico significa tener en la mente un “modelo mental” de trabajo (o “working model”) de dicho fenómeno.

“Si tú conoces las causas de un fenómeno, que resulta de él, como influye, qué controla, qué inicia y cómo prevenirlo, así cómo se relaciona con otros estados o cómo se asemeja a otros fenómenos similares, cómo predecir su inicio y desarrollo, cómo es su estructura interna, entonces comprenderás dicho fenómeno. En términos psicológicos asumiré que entonces tú tienes un modelo de trabajo del fenómeno en tu mente” (Johnson-Laird, 1983, en Moreira, 1999).

Para trabajar con una teoría científica determinada se requiere que nuestra mente sea capaz de construir modelos internos que expliquen esta teoría. Los alumnos traen a la sala de clases, modelos útiles para ellos, pero no necesariamente verdaderos desde el punto de vista científico, con los cuales ya entendían, imaginaban, explicaban el mundo antes de ir a la escuela. La capacidad de entender una teoría científica estará determinada por la capacidad del alumno de elaborar modelos mentales que incluyan las relaciones fundamentales de la teoría y de los cuales puedan extraer explicaciones y predicciones que estén de acuerdo con las concepciones aceptadas por la comunidad científica.

Que el alumno conozca las definiciones y/o las fórmulas, no significa necesariamente que haya construido un modelo mental, o sea, puede no ser capaz de interpretar esas representaciones proposicionales a la luz de un modelo mental. Para que exista modelo, el alumno debe ser capaz de explicar, de prever. Se dirá que un alumno

trabaja sólo a nivel proposicional cuando no es capaz de comprender (o explicar) la estructura conceptual de una teoría y los fenómenos vinculados a ella (Greca y Moreira, 1996). Aún mas, comprender la estructura matemática de una teoría- o tener un modelo de la estructura matemática- no significa tener un modelo físico de esa teoría o sea no significa comprender la física inmersa en sus formulaciones matemáticas.

La mayor aspiración de un educador en Física es que al mostrar una teoría física a través de modelos matemáticos el alumno sea capaz de ver fenómenos en las ecuaciones que los representan y no una simple combinación de símbolos.

Por otra parte, cuando se les presentan a los alumnos proposiciones - definiciones, leyes, fórmulas- éstas serán interpretadas como verdaderas si encajan dentro de los modelos de mundo que ya tengan. El principio de inercia, por ejemplo, implica consecuencias que no pueden ser comprobadas ni compatibles con el modelo de mundo con rozamiento que los alumnos en general tienen. Lo aprenderán de memoria, olvidando luego que deja de serles útil para pasar la asignatura o en situaciones problemáticas en las que no pueden aplicarlo textualmente.

Si se piensa en términos de estrategias para cambio conceptual, el sólo producir insatisfacción en los alumnos es insuficiente para que ellos aprendan las estructuras conceptuales de la Física. Tampoco la motivación por si sola es suficiente, a pesar que evidentemente sin motivación no habrá aprendizaje. La construcción de modelos exige más que una simple reordenación, involucra una visualización diferente de los fenómenos¹⁰ y la aceptación de la existencia de mundos ideales donde las leyes físicas tienen sentido. Esto no significa, por otra parte, que el alumno deba “destruir” sus antiguos modelos mucho de los cuales son bastante eficientes, sino que es posible que ambos coexistan aprendiéndose a diferenciar su uso contextual (Moreira, 1994).

Así, una enseñanza en donde las teorías aparezcan como estructuras acabadas, presentando fenómenos, leyes y sus expresiones matemáticas de acuerdo con rigurosos criterios lógicos deductivos y evaluando sólo el manejo eficiente de fórmulas, difícilmente facilitará la construcción de modelos mentales, impidiendo así su comprensión. Toda la literatura sobre concepciones alternativas es prueba de este fracaso (Pfundt y Duit, 1994).

¹⁰ Larkin (1983) señala que una de las diferencias en el razonamiento de novatos y expertos es que los modelos de los primeros relacionan objetos del mundo y simulan procesos que ocurren en la vida real, mientras que los otros construyen modelos ideales que representan relaciones y propiedades altamente complejas.

La mecánica clásica newtoniana: la mecánica de la partícula

La mecánica clásica (en adelante se señalará solo como mecánica) es una ciencia que tiene como objetivo estudiar, analizar, explicar, predecir el movimiento de los cuerpos que se mueven a bajas velocidades, si se conocen las fuerzas o interacciones que lo afectan y las condiciones iniciales de su movimiento. Para satisfacer el objetivo impuesto por la mecánica es necesario conocer las propiedades intrínsecas del cuerpo así como las propiedades del entorno en que se mueve, ya que los objetos que conforman el entorno interactúan con el cuerpo de interés condicionando su movimiento.

Una partícula representa a un objeto sin dimensiones. Es una idealización que utiliza la mecánica de la partícula para estudiar el movimiento de traslación de un cuerpo cualquiera, sin considerar la rotación del mismo.

Los conceptos físicos esenciales relacionados con el movimiento de una partícula están contenidos en una ecuación fundamental que relaciona las fuerzas o interacciones que la afectan y su movimiento. Constituye el núcleo duro de la mecánica ya que a través de ella pueden analizarse diferentes situaciones relacionadas con el movimiento de traslación de un objeto.

En forma general se expresa como $\vec{F}_R = \frac{d\vec{p}}{dt}$, en donde \vec{F}_R representa la fuerza resultante sobre la partícula y $\vec{p} = M \cdot \vec{v}$ el momentum lineal de ella, donde M representa la masa de la partícula y \vec{v} , su velocidad. La fuerza resultante sobre la partícula, se debe a la presencia de otros cuerpos que constituyen su entorno y que interactúan con ella y el momentum lineal es un concepto que permite describir su movimiento. Es una ecuación vectorial, en donde tanto la fuerza resultante como el momentum lineal son cantidades físicas vectoriales y el tiempo t una cantidad física escalar.

De esta ecuación fundamental derivan las tres leyes del movimiento de Newton y los teoremas de conservación del momentum lineal de la partícula y el teorema de conservación de la energía mecánica:

1ª Ley de Newton o Ley de inercia: Hace referencia a una partícula libre de fuerzas ($\vec{F}_R = 0$). Sostiene: “Una partícula libre de fuerzas, es decir que la fuerza resultante sobre ella sea nula, mantiene constante su momentum lineal”.

2ª Ley de Newton: Sostiene que “*la rapidez de cambio temporal del momentum lineal de una partícula es igual a la fuerza resultante sobre ella*”. Para el caso en que la partícula mantenga constante su masa M , la ecuación fundamental se expresa como:

$$\vec{F}_R = \frac{d(M \cdot \vec{v})}{dt} = M \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = M \cdot \vec{a}$$

Es decir, que en este caso particular en que el objeto no cambia su masa en la medida se mueve, la ecuación fundamental de la mecánica se escribe como $\vec{F}_R = M \cdot \vec{a}$, ecuación conocida como la 2ª Ley de Newton (Landau et al, 1970).

Teorema de conservación del momentum lineal: Sostiene que “*el momentum lineal total de un sistema compuesto por dos o más partículas sujetas sólo a su interacción mutua permanece constante*”. Efectivamente, si

$$\vec{F}_R = \frac{d\vec{p}}{dt} = 0 \text{ — entonces —} \rightarrow \vec{p} \text{ es constante en el tiempo}$$

3ª Ley de Newton o Ley de acción y reacción: Se sustenta en el principio de que una fuerza es una interacción entre dos cuerpos. Consideremos, entonces, dos partículas de masas m_1 y m_2 , cuyos momentum lineales son \vec{p}_1 y \vec{p}_2 , respectivamente que sólo interactúan entre sí y no con otros cuerpos que las rodean. El momentum lineal de este “sistema cerrado”, $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$, es constante en el tiempo, según el Teorema de conservación del momentum lineal. Entonces al estudiar la variabilidad temporal de estas cantidades, se tiene:

$$\frac{d\vec{p}_1}{dt} + \frac{d\vec{p}_2}{dt} = 0 \text{ — es decir —} \rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \text{ — por lo tanto —} \rightarrow \vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

, siendo $\vec{F}_1 = \frac{d\vec{p}_1}{dt}$, la fuerza sobre 1 debido a 2 y $\vec{F}_2 = \frac{d\vec{p}_2}{dt}$, la fuerza sobre 2 debido a 1.

Así la Ley de acción y reacción establece que a toda fuerza llamada “acción” (\vec{F}_1) le corresponde una “reacción” (\vec{F}_2), igual y opuesta.

Teorema de conservación de la energía mecánica:

Cuando una partícula se mueve debido a la acción de una o varias fuerzas conservativas, su energía mecánica E , permanece constante en el tiempo.

El teorema de conservación del momentum angular de una partícula:

Aparte de la energía y el momentum lineal, existe otra cantidad física vectorial, llamada “momentum angular” que se conserva en un sistema cerrado. Esta cantidad

corresponde a la suma vectorial de los momentum angulares de cada partícula en forma individual y que se define como:

Observación: El desarrollo detallado de este marco teórico se encuentra en el anexo L. Este anexo es un documento de 190 páginas que reproduce en forma fiel los contenidos de la mecánica de la partícula, en las clases del curso experimental de esta tesis. La temática se ha dividido en 13 módulos didácticos. En estos módulos no se desarrollan los temas relativos a la mecánica del cuerpo sólido ni tampoco el teorema del momentum angular. Estos temas son tratados en una asignatura llamada Física General II o Física 2, en las carreras de ingeniería.

En el siguiente capítulo se expone con detalle la metodología empleada en cada etapa de investigación.

CAPITULO 4
METODOLOGÍA DE LAS INVESTIGACIONES

4. CAPITULO 4: METODOLOGÍA DE LAS INVESTIGACIONES

En este capítulo se presentan las metodologías empleadas en cada una de las investigaciones realizadas.

Todas las investigaciones, que se han dividido en etapas, tienen como objetivo fundamental el *facilitar el aprendizaje de la Física en estudiantes universitarios y promover en ellos la construcción de aprendizajes significativos*.

Así, en las dos primeras etapas, etapa I y etapa II, se ha querido incursionar en las estructuras cognitivas de los estudiantes universitarios investigados. En la etapa I se investiga cómo representan mentalmente el conocimiento los estudiantes que aprenden significativamente los contenidos estudiados al resolver efectivamente problemas de lápiz y papel y en la etapa II, interesa saber en qué medida persisten en los estudiantes las preconcepciones sobre la relación entre los conceptos de fuerza y movimiento, presentes en los estudiantes secundarios, cuando avanzan en sus carreras, aprobando los cursos o asignaturas de Física.

Estas dos etapas se presentan como necesarias para la etapa III, etapa en que se diseña y aplica un modelo didáctico para la enseñanza de la mecánica de la partícula a estudiantes de ingeniería que cursan la primera asignatura de Física de su carrera y que históricamente han presentado un bajo rendimiento y una alta deserción de la universidad.

Este modelo didáctico, que se describe con detalle en el capítulo 7 de este texto, se ha denominado MODIEME y ha centrado su interés en cuatro elementos que en cierta medida se relacionan entre sí:

a) el porcentaje de aprobación; b) rendimiento de los estudiantes; c) el aprendizaje significativo de conceptos en los estudiantes y d) averiguar en qué medida MODIEME favorece la construcción de modelos mentales efectivos que les permitan resolver satisfactoriamente las situaciones problemáticas propuestas en la asignatura.

La etapa IV, es un intento por aislar dos variables que influyen en el aprendizaje significativo de los estudiantes. En esta etapa se pretende relacionar la presencia del “taller de aprendizaje cooperativo-significativo” (TACS) con el rendimiento y el aprendizaje significativo de los conceptos de física estudiados.

Y por último, en la etapa V se investiga el grado de impacto de la aplicación de la metodología MODIEME en los estudiantes intervenidos. Interesa saber si la aplicación de la metodología implicó en ellos alguna ventaja.

4.1. Metodología de la investigación ETAPA I

La investigación realizada es una investigación de tipo cualitativa descriptiva que se desarrolla en la Facultad de Ciencias naturales y exactas de la Universidad de Playa Ancha, en Valparaíso, Chile, entre los años 1999 y 2001

4.1.1. Tipo de estudio

Con el objeto de estudiar, analizar y comprender la forma en que los estudiantes razonan y/o procesan la información al enfrentarse a una situación problemática, se realiza un estudio de tipo descriptivo, exploratorio e interpretativo. Se observa de manera sistemática a un grupo de estudiantes en el acto de resolver un problema de física para inferir, a través de su comportamiento, lenguaje, preguntas y reacciones, la manera en que representan mentalmente el conocimiento. Se trata de determinar: ¿Con qué tipo de representación mental (proposiciones, imágenes, modelos) trabajan los alumnos al resolver problemas de Física Mecánica?, ¿existirá alguna relación entre las estrategias representacionales usados por los alumnos con el éxito o fracaso en las asignaturas de Física?, ¿de qué manera utilizan los alumnos las representaciones mentales al resolver problemas?, ¿existe relación entre el tipo de representación mental que usan y su desempeño en la resolución de problemas? y suponiendo que los modelos mentales son más abarcativos que las imágenes y las proposiciones, ¿será que los alumnos que llegan a la construcción de modelos aprenden de manera más significativa o construyen mejor los conceptos?

4.1.2. Diseño de la investigación

Durante el primer semestre la observación sólo fue descriptiva general para familiarizarse con el grupo muestra. El objetivo fue conocerlos, identificarlos, diferenciar aspectos generales de su personalidad, identificar grupos afines de trabajo. Fue una etapa de conocimiento general de la muestra en la cual el profesor-investigador intentó ganarse la confianza del grupo de manera natural. Se planificaron sesiones extraordinarias o talleres en que cada investigador, profesor más su ayudante, observaba la forma (individual o grupal) de desenvolvimiento de los alumnos en la resolución de

problemas. De esta manera se hicieron notas de campo que posteriormente eran confrontadas entre los investigadores y los ayudantes, con el objetivo de triangular las impresiones de cada uno. Durante esta etapa se intentó conocer y describir las personalidades de cada alumno al resolver acertada o equivocadamente los problemas de física.

Se buscaban “patrones de comportamiento” al enfrentarse a la resolución de problemas.

Durante el segundo semestre la observación fue más individual. En esta etapa los alumnos ya conocían a su profesor y también el profesor ya individualizaba a sus alumnos. El clima de clase era más relajado, existían mayores confianzas.

Durante el segundo semestre se realizaron una serie de entrevistas personales en las cuales el profesor-investigador trato de identificar y analizar la forma en que cada alumno fue procesando la información de Física obtenida. Estas entrevistas fueron grabadas y vaciadas a una ficha personal. La figura 4.1 es una reproducción de la ficha personal de un alumno que contiene diversas anotaciones. Estos registros se tomaron a través de tres entrevistas: al comienzo del semestre, durante el desarrollo de las asignaturas y al final de ellas. También se transcribieron las impresiones de los profesores durante las sesiones de taller de resolución de problemas. Contienen una descripción general del alumno, una foto, aspectos de su entorno de estudio, situación socioeconómica, intereses extracurriculares, cada una de sus pruebas rendidas, las correcciones del profesor y las correcciones de los mismos alumnos al tratar de explicar al profesor las razones que cada uno tuvo para contestar y desarrollar los problemas en la forma en que se habían resuelto. Se incluyeron, además, los mapas conceptuales solicitados así como el resumen de las calificaciones obtenidas durante el desarrollo de las asignaturas.

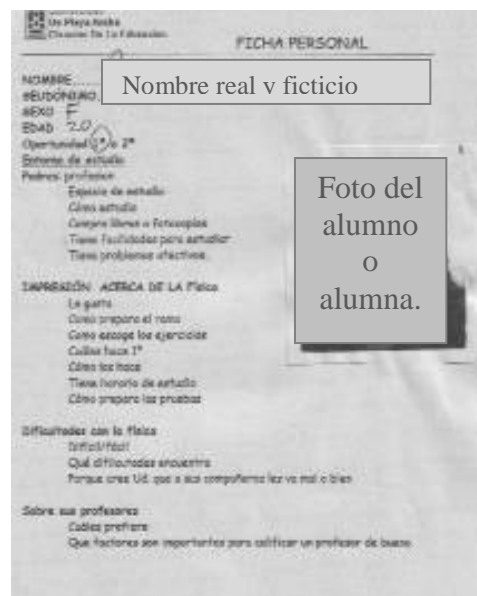


Figura 4.1: La ficha personal de cada alumno investigado tiene una foto, sus datos personales y todos los registros obtenidos durante la investigación.

Estas fichas constituyen en la investigación los registros que permitieron a los investigadores analizar la forma que tiene cada alumno para procesar la información

obtenida en sus cursos formales, identificar la forma en que representan mentalmente los conceptos y fenómenos físicos estudiados y cómo esta forma de representación se correlaciona con su desempeño en el curso o asignatura.

Los discursos orales y escritos de los alumnos, fueron analizados a la luz de la teoría de Johnson-Laird, de manera que al final del segundo semestre de investigación se pudo tener una categorización de los 22 alumnos. Para orientar esta categorización se tomó como base el trabajo de Greca y Moreira (1996).

Durante el tercer semestre de investigación se trabajó solo con los alumnos que según el análisis de los investigadores señalados, actúan claramente con modelos mentales (11 alumnos), con el objeto de averiguar si los aprendizajes obtenidos en los cursos anteriores eran significativos.

La figura 4.2 esquematiza las asignaturas y las fechas en que se tomaron los registros correspondientes a cada semestre. Se observan los tres períodos descritos. En el período de familiarización y observación de los alumnos se trabajó con estudiantes de Ingeniería Civil y de Pedagogía en Física durante el 1° y 2° semestre del año 1999. Los 19 alumnos que reprueban Mecánica II y los 13 alumnos que aprueban Mecánica I conformarán en el 1° semestre del año 2000 el grupo de estudiantes que cursan la asignatura Mecánica II –algunos repitentes y otros no repitentes - más 2 alumnos de Pedagogía en Física que deben cursar la asignatura de Ondas y Óptica, determinando una muestra de 22 alumnos para analizar el tipo de representaciones mentales con las cuales enfrentan la resolución de problemas. Este es el período señalado en la figura como el período de toma de registros y categorización de las representaciones mentales de los alumnos. Con los 14 alumnos que aprueban las asignaturas en el primer semestre del año 2000 y que deben cursar las asignaturas de Mecánica Racional o Aplicada, para los de ingeniería, y Laboratorio de Física, en el caso de los de Pedagogía en Física, se exploran solo aquéllos que manifiestamente razonan con modelos mentales efectivos en la resolución de problemas. La muestra investigada en este período, correspondiente al 2° semestre del año 2000, se constituyó con 11 alumnos debido a que 3 de ellos se retiraron de los cursos.

4.1.3. Universo:

Esta investigación está dirigida a todos los estudiantes de carreras universitarias que incluyan en su currículo algún curso de Física. Se elige a este grupo universo de estudiantes porque representan a personas con dificultades para asimilar las materias y

enfrentar la resolución de problemas. Presentan altos índices de reprobación e importantes porcentajes de deserción de sus carreras.

4.1.4. Población:

La investigación esta dirigida a estudiantes de ciencias e ingeniería de la Universidad de Playa Ancha de Valparaíso, Chile, dado que son los estudiantes inscritos en las asignaturas que dicta la profesora-investigadora y autora de este trabajo y a quienes se quiere favorecer y ayudar con los resultados obtenidos.

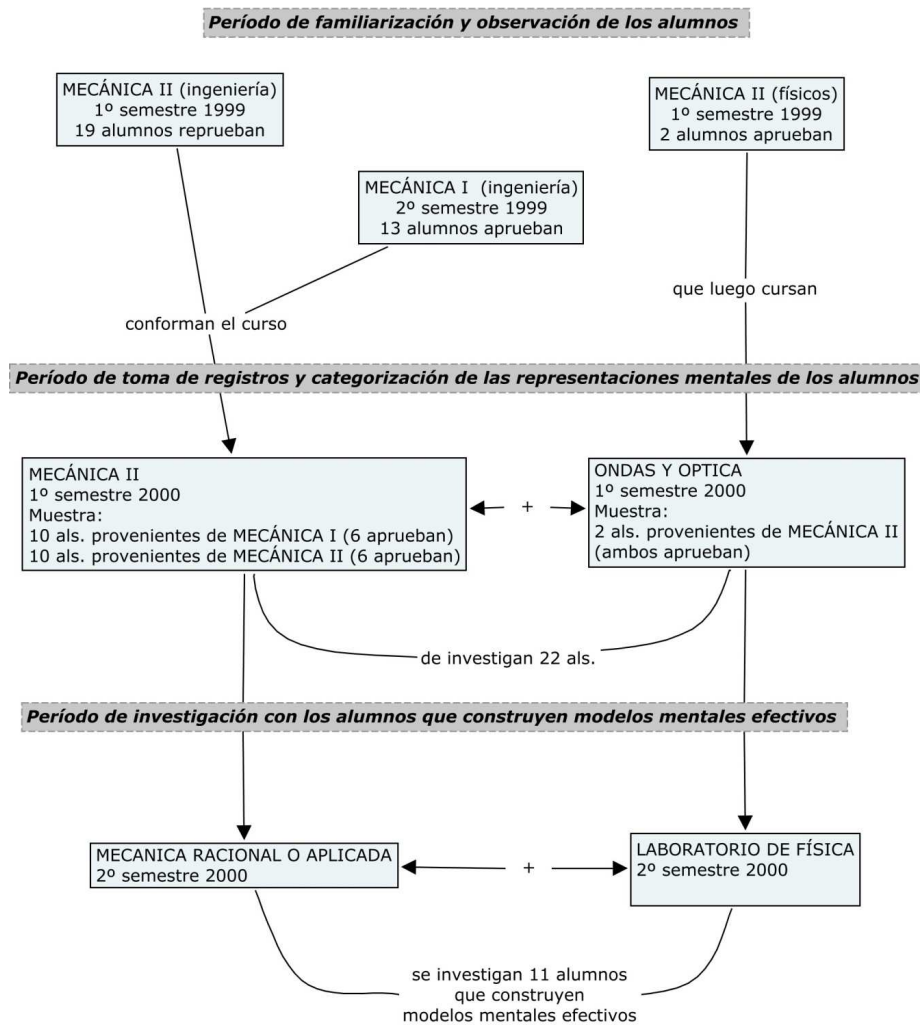


Figura 4.2: se presenta en forma esquemática la metodología empleada en la selección de la muestra de los 11 alumnos que construyen modelos mentales (efectivos) de las leyes físicas.

4.1.5. Muestra:

La muestra investigada incluye a 22 alumnos correspondientes a las carreras de Ingeniería Civil y de Pedagogía en Física y Computación. Todos los alumnos investigados fueron alumnos de cursos oficiales en los cuales uno de los investigadores era también su profesor (profesor-investigador). Fueron observados, además por otro

profesor de Física (profesor-colaborador), durante tres semestres, a través de tres cursos o asignaturas consecutivas.

4.1.6. Confiabilidad

Con relación a la validez y confiabilidad de las observaciones se han usado técnicas de triangulación, acuerdo entre observadores y la técnica de la estabilidad temporal de las observaciones, en la cual el profesor-investigador observa en diferentes momentos el mismo objeto de observación.

4.2. Metodología de la investigación ETAPA II

En esta etapa se presenta una investigación de tipo no experimental que corresponde a una evaluación conceptual y análisis de la relación existente entre los conceptos de fuerza y movimiento en estudiantes de Física universitarios. El instrumento de evaluación o test de preconcepciones (anexo A-1) es aplicado a alumnos de Ingeniería Civil que aún no han cursado ningún curso de Física, a aquellos que han aprobado la asignatura Física 1 y también a aquellos que además hayan aprobado dos, tres y cuatro cursos de Física en su carrera.

Específicamente, se intentará describir en qué medida persisten las mismas preconcepciones primitivas que los estudiantes de enseñanza media tienen de los conceptos relacionados con fuerza y movimiento. Se desea saber si al ir aprobando más cursos de Física, el alumno va cambiando sus preconcepciones. Para ello se utiliza un cuestionario de preguntas, denominado “Una evaluación conceptual de la relación entre fuerza y movimiento” (ECFM) ó test de preconcepciones. El objetivo fundamental de este test es verificar si el estudiante analiza los fenómenos de movimientos desde un punto de vista Newtoniano o si por el contrario si sus concepciones son pregalileanas.

4.2.1. Tipo de estudio:

Descriptivo, exploratorio. Es descriptivo ya que se presentará en porcentajes la presencia de concepciones pregalileanas en los estudiantes, en función del número de cursos aprobados y exploratorio ya que no se tiene una idea inicial de lo que va a encontrar.

4.2.2. Diseño de la investigación y Muestra

Se consideró un muestreo aleatorio estratificado compuesto por 636 estudiantes de carreras de ciencias e ingeniería correspondientes a cinco universidades regionales. De estos estudiantes, 100 alumnos no habían rendido ningún curso de Física universitario y 212, 124, 100 y 100 alumnos tenían aprobados 1, 2, 3 y 4 cursos de física, respectivamente.

Los 162 estudiantes de ciencias (Física, Química y Biología), por poseer planes de estudios diferentes presentan cursos de física en diferente cantidad y con diferentes programas, sin embargo, los estudiantes de Ingeniería, 474, de todas las universidades consideradas presentan en sus planes de estudios los mismos cursos de Física, con programas semejantes, que en este trabajo llamaremos, Física 1 (Mecánica de la partícula), Física 2 (Mecánica del cuerpo sólido y medios deformables), Física 3 (Electromagnetismo) y Física 4 (Ondas y Física moderna). Cabe señalar que cada asignatura tiene como prerrequisito la anterior, que los profesores que las imparten son especialistas en Física y que sus clases se desarrollan en forma tradicional, de manera frontal como una charla. El primer ítem del cuestionario fue analizado considerando la población total de estudiantes, sin embargo, en los ítems II a VI se consideraron sólo los estudiantes de ingeniería en cuyos estratos se aplicó el criterio de afijación simple (100 casos), para los estudiantes con 1, 2, 3 y 4 cursos aprobados de Física.

4.2.3. Descripción del cuestionario

Como se ha descrito con anterioridad este trabajo desea dimensionar la persistencia de preconcepciones primitivas o erróneas en estudiantes universitarios. Con este objeto se usó el cuestionario, ECFM, con una modificación al usado en 1998 por los profesores norteamericanos R.K.Thornton y D.R. Sokoloff; y en el año 2000 por los profesores brasileiros Arthur Marques Moraes y Itamar José Moraes. El cuestionario adaptado y utilizado se encuentra en el anexo A-1. En términos generales el cuestionario es el mismo solo que se agregaron dos ítems, el primero (ítem I) tiene por objetivo, averiguar si los estudiantes mantienen la preconcepción de la “fuerza impresa”. En esta pregunta los estudiantes deben responder primero con palabras en las letras a) y b) y luego de manera gráfica en c). El segundo ítem agregado es el II, que tiene por objetivo averiguar si los estudiantes discriminan la segunda ley de Newton en términos generales, es decir, si logran identificar que una variación temporal del momentum lineal de un cuerpo es provocado por una fuerza neta aplicada sobre él. El resto de las

preguntas o ítems se fueron adaptando a un lenguaje comprensible para nuestros estudiantes investigados y que luego de varios ensayos, se buscó optimizar su factibilidad, validez y confiabilidad. Así, los ítems III, IV, V y VI permiten averiguar cómo es la concepción del estudiante acerca de la relación entre los conceptos fuerza y movimiento

4.2.4. Confiabilidad

Con relación a la confiabilidad del cuestionario se usaron dos alternativas: en primer lugar se recurrió a la opinión de expertos, cuyas observaciones fueron discutidas y consideradas y en segundo lugar, se eligió una muestra de 50 alumnos que contestaron el cuestionario modificado y al cual se le aplicó el modelo de fiabilidad Alfa que arrojó el valor promedio 0,87 para ítems semejantes es decir, los ítems III a VI.

4.3. Metodología de la investigación ETAPA III

La metodología empleada en esta investigación presenta las vertientes cualitativa y cuantitativa:

- Desde el punto de vista del porcentaje o tasa de aprobación y del rendimiento es una metodología de corte cuantitativo y cuasi-experimental.
- Desde la perspectiva del aprendizaje significativo de conceptos o el ordenamiento conceptual en la estructura cognitiva de los estudiantes la metodología empleada es de tipo experimental y de corte cualitativa. Sin embargo, también presenta una fase cuantitativa, dado que el instrumento de evaluación que se utiliza para medir esta variable asigna puntajes al aprendizaje significativo de conceptos mediante la construcción de mapas conceptuales por parte de los alumnos.
- Para comprender si el MODIEME facilita la construcción de modelos mentales efectivos para enfrentar la resolución de problemas, de lápiz y papel, la metodología también es de corte experimental y cualitativa.

4.3.1. Tipo de estudio

Para investigar la eficiencia de la propuesta metodológica o modelo didáctico, se propone comparar los porcentajes de aprobación y el rendimiento de los estudiantes investigados que cursan la asignatura el 2º semestre de año 2003 con los porcentajes de aprobación y el rendimiento de los estudiantes de la misma asignatura que han sido instruidos con una metodología tradicional durante los años precedentes a esta

investigación. Desde esta perspectiva el tipo de estudio es descriptivo comparativo en una muestra dirigida, dado que el grupo de estudiantes a los cuales se les aplica el MODIEME no es elegido al azar sino que es el grupo de estudiantes que le corresponde inscribirse en la asignatura de Física General Mecánica de la Partícula durante el 2º semestre del 2003 o al repetir la experiencia, al grupo de estudiantes que inscriben la asignatura durante el 1º semestre del año 2004.

Con respecto a aprendizaje significativo de conceptos de los alumnos investigados el estudio es de tipo descriptivo, exploratorio, interpretativo y longitudinal ya que la descripción de esta variable se realiza en cuatro momentos: los primeros tres mapas conceptuales son construidos por los alumnos durante la fase experimental, a lo largo del semestre de estudio (2º semestre del año 2003) y el 4º mapa conceptual es construido un año después. En el ínter período los alumnos investigados se separan en dos grupos que corresponden a los alumnos que durante el 1º semestre del año 2004 cursan Física 2 (Mecánica del cuerpo sólido y oscilaciones) más los alumnos reprobados que vuelven a cursar Física 1 (Mecánica de la partícula). Posteriormente en el 2º semestre del año 2004 los alumnos se vuelven a juntar en el curso Física 2 en el cual se vuelve a aplicar el modelo didáctico (ver figura 4.3).

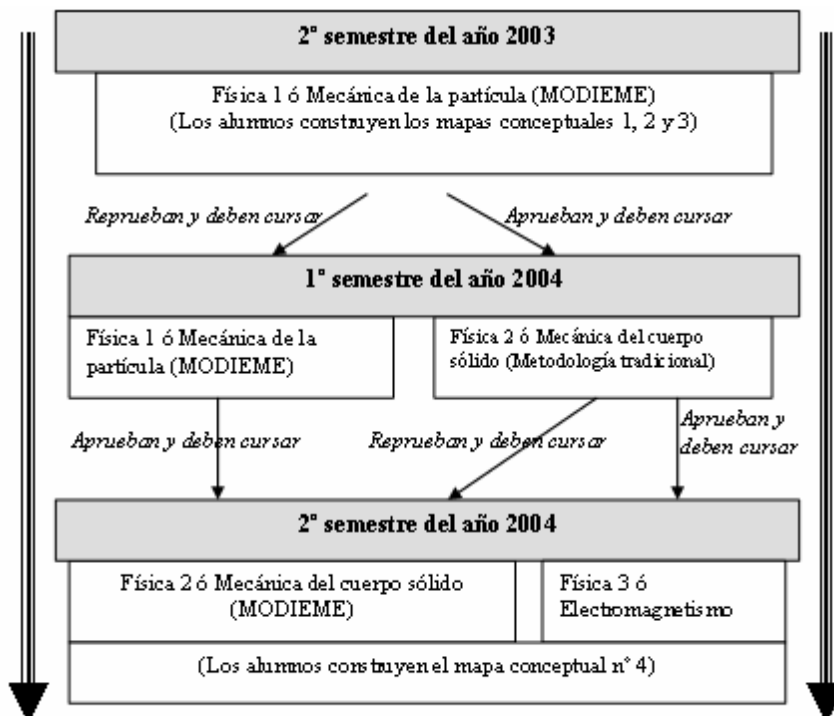


Figura 4.3: Estudio longitudinal de los mapas conceptuales construidos por los alumnos investigados

Para estudiar la forma en que el MODIEME facilita en los estudiantes la construcción de modelos mentales para enfrentar la resolución de problemas, el estudio se plantea en forma descriptiva, exploratoria e interpretativa y longitudinal. Se evalúa el tipo de representaciones mentales que utilizan los alumnos al comienzo de la intervención y al final, es decir, al terminar el curso Física 1. Se trata de comparar, con los mismos estudiantes, sus condiciones de entrada, referidas a la forma de procesar la información al enfrentarse a la resolución de problemas, con las condiciones de salida. Se repite esta evaluación un año después, a pesar de que inicialmente no estaba dentro de los objetivos hacer un estudio longitudinal.

4.3.2. Diseño de la investigación

Dado que el referente teórico utilizado ha sido la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel es que se ha seguido una serie de pasos o etapas para lograr satisfacer los objetivos planteados, contestar las preguntas de investigación y contrastar las hipótesis formuladas.

En el mapa conceptual correspondiente a la figura 4.4 presenta una síntesis del diseño experimental utilizado. A continuación se describirán cada uno de los pasos que se han seguido para dar satisfacción a la propuesta investigativa.

4.3.2.1. Se investiga acerca de la metodología utilizada por los profesores de física en los años precedentes a la aplicación de MODIEME.

Se tiene la hipótesis que, la enseñanza entregada por los profesores de física que impartieron la asignatura en los años precedentes a la investigación, era enseñanza de tipo tradicional. Se entiende por una metodología tradicional a una metodología educativa en que el profesor de Física realiza su clase de manera frontal, en la cual desarrolla los contenidos a enseñar independientemente de los conceptos y creencias previas de sus estudiantes. En una enseñanza tradicional, en la Universidad, el profesor habitualmente considera que cada uno de los pre-requisitos, que exige su asignatura, deben ser dominados por los estudiantes y construye la estrategia de su clase bajo la consideración de que estos pre-requisitos son una responsabilidad que ellos y los alumnos deben asumirla. El profesor tradicional no se apoya en una teoría educativa para planificar y desarrollar su clase sino que su pedagogía es una pedagogía intuitiva en la cual predominan sus propias creencias acerca de cómo se deben enseñar cada uno de los tópicos de la asignatura.

Con el fin de verificar que durante los años previos a la investigación y específicamente durante los primeros semestres de los años 2001, 2002 y 2003 los profesores que dictaron esta asignatura –mecánica de la partícula - a los estudiantes de ingeniería Civil Ambiental, efectivamente desarrollaron una metodología tradicional de enseñanza, se realizaron dos acciones. La primera consistió en construir, validar y presentarles una encuesta sencilla cuyo objetivo era averiguar el grado mínimo de conocimiento de los profesores de física acerca de algunas teorías educativas (Anexo G). La segunda acción consistió en conversar con cada uno de estos profesores acerca de sus respuestas en una entrevista informal, amigable, discreta, pero semi-estructurada. El objetivo consistía en averiguar su sentir acerca de la importancia de las teorías educativas (mencionadas en la encuesta) para su práctica de enseñanza y para conocer la metodología empleada para la enseñanza de la asignatura, con la población de estudiantes que han motivado esta investigación. Estas entrevistas fueron grabadas y posteriormente transcritas para su posterior interpretación.

4.3.2.2. Se investiga acerca del rendimiento de los estudiantes en los años precedentes a la aplicación de MODIEME.

Se recopila esta información a través de las actas finales de la asignatura Mecánica de la partícula correspondientes a los primeros semestres de los años 2001, 2002 y 2003. Se registra el número de alumnos aprobados, reprobados y retirados y también el rendimiento con el objeto de comparar medias entre grupos: con MODIEME y aquellos grupos que se les ha impartido la asignatura con una metodología tradicional.

4.3.2.3. Se selecciona el grupo de estudiantes a investigar

Durante los años precedentes a esta investigación la asignatura mecánica de la partícula se impartía en forma conjunta a los estudiantes de ingeniería industrial (ICI) y a los estudiantes de ingeniería civil ambiental (ICA).

Dado el bajo rendimiento histórico de los alumnos ICA frente al desproporcionado rendimiento favorable de los alumnos ICI se tomó, en esta investigación la determinación de separar ambos grupos de estudiantes, formando dos cursos (o grupos) a los cuales se les impartió en forma independiente la misma asignatura. Por cierto no fue posible considerar un grupo control y otro experimental, debido a la falta de homogeneidad de ambos grupos. Al grupo de estudiantes ICA se les agregó un periodo adicional en su horario de clases quedando con dos períodos de 90

minutos de clases teóricas tipo expositiva-participativa más una sesión de 90 minutos en la cual se desarrollo un taller de resolución de problemas, denominado “taller de aprendizaje colaborativo-significativo” o TACS.

4.3.2.4. Se revisa y analiza el programa de estudio

Se revisa el programa de estudio entregado por la jefatura de carrera para organizar las materias o contenidos a estudiar procurando una planificación con una estructura lógica y que tenga coherencia con la propuesta didáctica. Se especifican claramente los objetivos generales de la asignatura así cómo los objetivos específicos de cada unidad didáctica, la bibliografía, la metodología a emplear, las reglas de evaluación y se incluye además una “agenda de actividades” que corresponde a una planificación de las actividades a realizar durante todo el semestre. En esta agenda se registran las fechas para cada una de las actividades a realizar: los contenidos de las clases, las fechas de cada uno de los talleres, las fechas de las pruebas oficiales, y también algunas sugerencias sobre dónde encontrar, en la bibliografía, los contenidos a estudiar. Esta agenda puede o podría sufrir leves modificaciones según el estado y desarrollo cognitivo de los estudiantes.

En el anexo J se incluyen los programas de estudio: el entregado por jefatura de carrera, que es entregado a los alumnos de la asignatura al comienzo del semestre, en el primer encuentro con los estudiantes a investigar.

En el anexo C se encuentra la agenda de actividades.

4.3.2.5. Aplicación de pretest a estudiantes para identificar la presencia de preconcepciones

Se aplica a los estudiantes el instrumento denominado “test de preconceptos” en la primera sesión de clases. Este test es el mismo que se utiliza en la etapa II de esta tesis y que permite detectar el porcentaje de alumnos que presentan concepciones pregalileanas acerca de la relación fuerza movimiento.

4.3.2.6. Re-planificación de la instrucción: los organizadores previos

Dada la conocida persistencia de preconcepciones en estudiantes universitarios y que se comprobaron a través de una experiencia o investigación anterior, descrita en el capítulo 3 de este trabajo, es que se consideran como organizadores previos los trabajos de Peduzzi (1994, 1998) y Peduzzi y Zylbersztajn (1997) relativos a la Historia y

Epistemología de las Ciencias, y en particular a la historia de la relación “fuerza-movimiento” a partir de Aristóteles hasta Galileo. Los estudiantes investigan, estudian y exponen oralmente (con una evaluación) acerca de la antiperístasis de Aristóteles, la noción de fuerza impresa de Hiparco, la concepción de movimiento de Filopón de Alejandría, la teoría de los ímpetus de Buridan, Galileo y la fuerza impresa en el movimiento de un proyectil, la cuestión del movimiento de un proyectil en un navío en movimiento: Aristóteles, Bruno y Galileo y las fuerzas que conocemos.

Cada una de estas disertaciones es expuesta por los estudiantes ante su propia comunidad, formada por sus compañeros de clase y de carrera organizando una Jornada científica a la que asisten también algunos de sus profesores

Esta actividad se estructura antes de plantear en las clases teóricas la relación fuerza-movimiento correspondiente a la teoría Newtoniana.

4.3.2.7. El material potencialmente significativo

Para la resolución de problemas se seleccionan un conjunto de problemas que los estudiantes deben resolver semana a semana. Estas guías de trabajo comienzan a desarrollarse en el “taller de aprendizaje colaborativo significativo” TACS. Durante este taller se plantea una dinámica en la cual el profesor debe hacer una síntesis de los temas estudiados necesarios para resolver los problemas. A continuación los estudiantes discuten los conceptos que relaciona cada problema intentando construir un mapa conceptual y por último deben entregar al profesor los problemas resueltos. De la guía entregada solo resuelven aquellos que el profesor indica y que normalmente son los que efectivamente podrá resolver durante la sesión de taller. Los problemas se seleccionan junto al ayudante del curso, de modo que les permitan, a los estudiantes, poner en tela de juicio sus propias preconcepciones. Se preparan una semana antes de la ejecución del taller en una reunión profesor-ayudante. En esta reunión se discute acerca de los errores y aciertos encontrados en los estudiantes en los talleres previos. Las guías o talleres se suben al “aula virtual” de la Universidad con el fin de que los estudiantes conozcan la actividad a realizar en forma previa o se dejan en la oficina de fotocopios para quienes no dispongan de acceso al “aula virtual”.

Tienen libertad para consultar y discutir con su profesor y ayudante sin que esto signifique que se les den pistas para resolverlos.

Las guías correspondientes a los talleres semanales, son 13, una por cada módulo instruccional.

4.3.2.8. Las actividades educativas

El curso o asignatura se desarrolla considerando las siguientes actividades educativas: las clases teóricas (dos sesiones de 90 min. a la semana), los talleres (una sesión de 90 min. a la semana), las disertaciones de los estudiantes, la confección de los portafolios por cada uno de los estudiantes.

4.3.2.9. El contrato didáctico y los criterios de evaluación

Se especifican y acuerdan las actividades a realizar así como las evaluaciones, durante las dos primeras semanas de actividades. La idea es que de común acuerdo se estipulen las fechas para cada actividad. Se especifican las ponderaciones que tendrán las pruebas oficiales, las disertaciones así como las evaluaciones correspondientes a la participación del taller y la confección de los portafolios. Cada una de estas actividades es descrita con mayor detalle en el capítulo 7.

4.3.2.10. El taller de aprendizaje cooperativo-significativo TACS

Durante el desarrollo de esta actividad tanto la profesora como el ayudante toman los registros que permiten inferir acerca de las representaciones mentales utilizadas por los alumnos al momento de enfrentarse a la resolución de problemas.

En estos talleres profesor y ayudante realizan sus observaciones de campo con el fin de completar el instrumento que permite detectar la forma en que los estudiantes representan mentalmente el conocimiento. Este instrumento se encuentra en anexo B.

La forma en que se ejecuta esta actividad se explica con detalle en el capítulo 7.

4.3.2.11. Las clases expositivas-participativas

También se planifica la instrucción a través de clases expositivas en las cuales, la profesora explica a sus estudiantes, la teoría newtoniana y cómo a través de ella se puede predecir el movimiento de los cuerpos si se conocen previamente, el entorno donde se mueve y las condiciones iniciales del movimiento. Se da mucho énfasis, en cada una de las clases, a la 2ª ley del movimiento de Newton o ley fundamental de la Mecánica clásica. En el capítulo 7 de este texto se describen los módulos de instrucción. Durante la clase, la profesora investigadora motiva a los estudiantes utilizando elementos sencillos (lápices, resortes, elásticos, etc.) y acudiendo a la teatralización para invitar al diálogo. Se busca un diálogo afectivo, destacando el carácter crítico, refutable de aquello que se afirma durante la clase. Emplea estrategias para mantenerlos atentos,

escribe en la pizarra en forma limpia y ordenada lo esencial, destaca con color los aspectos relevantes, da ejemplos de la vida diaria, utiliza analogías, etc. Los módulos señalados, por lo tanto, no son entregados en forma impresa a los alumnos y en esta tesis se reconstruyeron posteriormente a la ejecución de la clase misma.

4.3.2.12. Los mapas conceptuales

Durante las sesiones de taller se incentiva a los estudiantes a la construcción de mapas conceptuales de los conceptos relevantes en de cada semana.

Los mapas conceptuales evaluados, son construidos por los alumnos en cuatro momentos;

- al comienzo del semestre correspondiente a la asignatura mecánica de la partícula (2° semestre del 2003),
- a mediados de él y posterior a la enseñanza de Dinámica de la partícula (antes del tema de energía) y
- el tercer mapa conceptual, al final del semestre.
- Posteriormente y después de transcurrido un año de la instrucción se solicita a los estudiante un cuarto mapa conceptual, con el fin de investigar qué tanto se han reordenado los conceptos para inferir sobre el aprendizaje significativo de los estudiantes. Averiguar qué conceptos se han subordinado en la estructura cognitiva de los estudiantes investigados.

Para ponderar los cuatro mapas conceptuales construidos se prepara una “pauta de evaluación de mapas conceptuales” (en anexo E), que es validada mediante el juicio de expertos.

4.3.2.13. La entrevista final

Al final del semestre en el cual se imparte la asignatura, se realizan entrevistas semiestructuradas y grabadas a los 17 estudiantes investigados. Esta entrevista tiene varios objetivos:

- Reflexionar con los estudiantes sobre el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en la enseñanza secundaria y cómo habría influido ésta en el aprendizaje de la Física en la Universidad.
- De la misma forma también se persigue, reflexionar con los estudiantes las razones de su fracaso en el caso de los alumnos que repitan la asignatura por una reprobación anterior.

- Chequear y/o triangular los casos que han sido catalogados como modeladores mentales efectivos mediante las observaciones de campo en las sesiones de taller de resolución de problemas. Para realizar este chequeo se recurre a las pruebas oficiales rendidas por los estudiantes y que han sido archivadas por la profesora para este fin. El método que se usa es el de recordar en voz alta lo que hizo o quiso hacer en el momento de responder y resolver cada problema. Así se tiene un dialogo en torno a cada problema en cada una de las pruebas rendidas. Para esto los estudiantes asisten a la oficina de la profesora, previo acuerdo en hora y fecha. En esta oficina también se encuentra el profesor ayudante que simula trabajar en su computador, pero que en el fondo está atento a las respuestas y actitudes de los estudiantes entrevistados. De esta forma se vuelven a triangular las impresiones de ayudante y profesora con relación a sus decisiones en el llenado del instrumento n° 2 (ver anexo B) para la detección de tipo de representaciones mentales de los estudiantes.

4.3.2.14. El procesamiento de los registros

Por último se procesa toda la información obtenida, con relación al rendimiento de los estudiantes, a sus mapas conceptuales y con relación a la construcción de modelos mentales efectivos necesarios para enfrentar exitosamente la resolución de problemas.

Para procesar la información en cada una de las variables se utiliza el análisis descriptivo de frecuencias mediante el programa estadístico SPSS.

4.3.3. Variables de investigación

Dada las características de los objetivos de esta investigación se han planteado las siguientes variables:

4.3.3.1. Variable independiente

La aplicación del modelo didáctico denominado MODIEME a la asignatura Física 1 ó Mecánica de la partícula en estudiantes universitarios de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental.

La aplicación de la metodología investigada ha tomado como sustento teórico la Teoría de aprendizaje significativo de Ausubel. Esto quiere decir que en primer lugar se investiga acerca de los conocimientos previos de los estudiantes y en base a ello se facilita el aprendizaje de los estudiante a través de diversas actividades tales como

talleres de resolución de problemas llamados “taller de aprendizaje colaborativo significativo”, las investigaciones realizadas por los estudiantes y relativas a las conceptualizaciones sobre fuerza-movimiento de diversos científicos desde Aristóteles hasta Galileo, las sesiones teóricas o clases de tipo expositiva-participativa, así como la construcción y elaboración de los portafolios por parte de los estudiantes.

4.3.3.2. Variables dependientes

4.3.3.2.1. La tasa de aprobación de la asignatura y el rendimiento de los estudiantes

La **tasa de aprobación** de alumnos en la asignatura se determina a través de las actas finales. En estas actas aparece solo una nota final para cada alumno. De ellas se toma el registro del número de alumnos “aprobados” que son aquellos que aparecen con nota final igual o mayor que cuatro. Por otro lado también se hará un registro de los estudiantes “reprobados” y “retirados” de la asignatura. Con este fin se revisa un instrumento que se denomina la “cartola de la asignatura”. Esta “cartola” es completada por el profesor que dicta la asignatura. En ella se consigna la asistencia de cada alumno, sus notas parciales, y también la nota final que coincide con las del acta final. En esta “cartola” se registra con claridad los alumnos que reprueban rindiendo todas sus pruebas y aquellos que reprueban por abandono de la asignatura. Es procedente destacar que se considerarán “reprobados” a aquellos alumnos que rindiendo todas sus pruebas no alcanzaron una nota final mayor o igual a cuatro y que se considerarán “retirados” a aquellos alumnos que dejaron de rendir por lo menos una de las pruebas, por abandono de la asignatura. Esta es una situación que no aparece consignada en las actas finales de cada curso. También se compara la tasa de aprobación de los alumnos pertenecientes al grupo experimental con las tasas de aprobación en la asignatura en períodos académicos anteriores.

La figura 4.4 representa una síntesis del diseño metodológico empleado en MODIEME. Se confronta el programa de estudio con un grupo de estudiantes de ingeniería y un cuerpo teórico que sustentan tanto el currículo o las materias a enseñar como la educación científica. El acto de enseñar ciencias (física) es sustentado en referentes teóricos tanto de orden psicológico como epistemológico.

Se revisan los programas de estudio y se organiza una agenda de actividades considerando los conocimientos previos de los estudiantes y su forma de estructurar el conocimiento para planificar la instrucción en acuerdo con ellos, según un “contrato

didáctico”. El mapa conceptual de la figura 4.4 muestra cada una de las actividades que contempla el modelo para satisfacer los objetivos en la etapa III de esta tesis: averiguar acerca de la tasa de aprobación y rendimiento de los estudiantes, sus representaciones mentales y el fortalecimiento conceptual logrado.

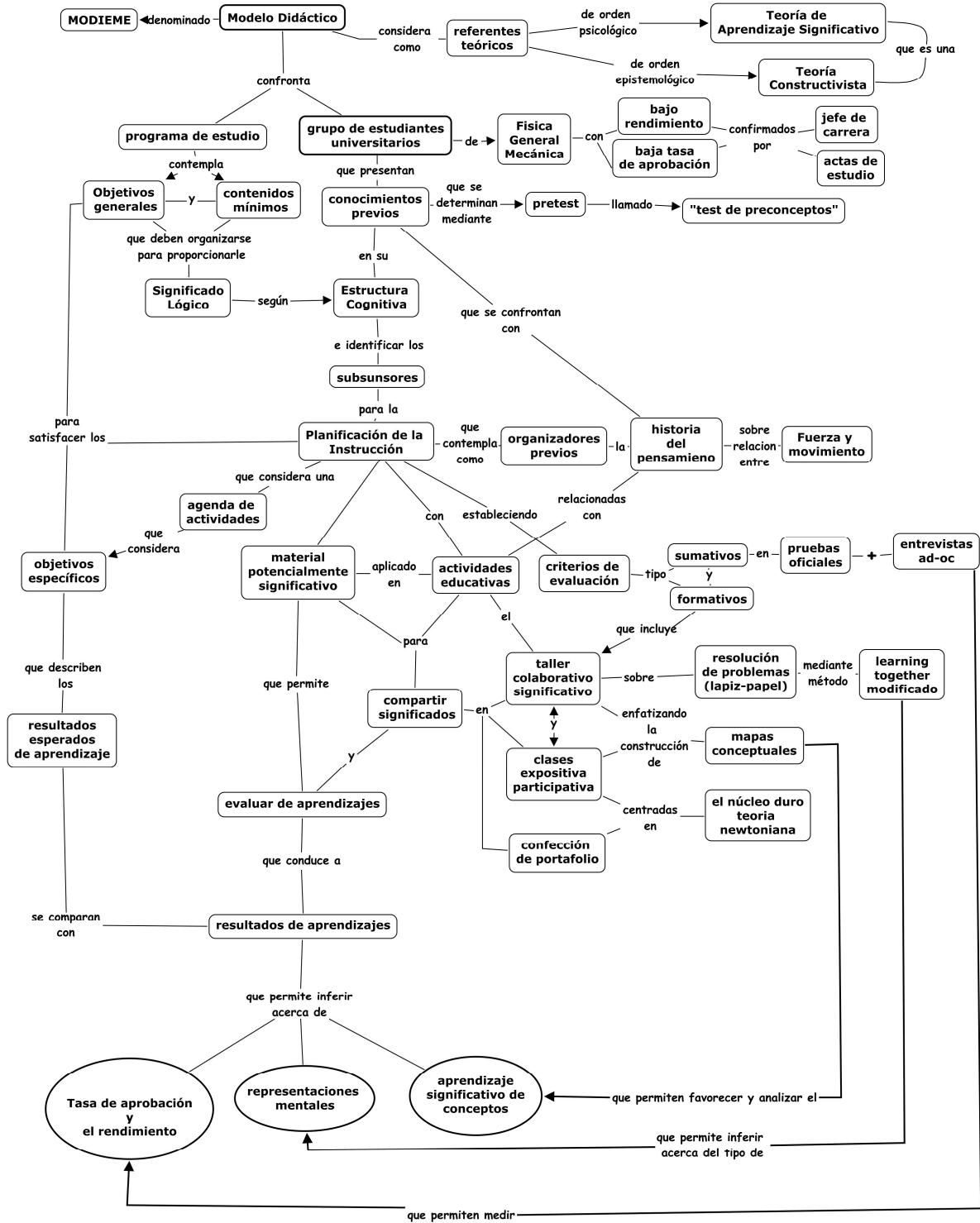


Figura 4.4: Diseño metodológico de la investigación correspondiente a la etapa III.

El **rendimiento de los estudiantes** corresponde al promedio aritmético de las notas finales de todos los alumnos inscritos en la asignatura y la nota final de cada estudiante es el promedio aritmético de todas sus calificaciones. Para registrar y medir esta variable se tomarán en cuenta todos los alumnos inscritos en la asignatura, inclusive aquellos que se retiran. Se ha tomado esta decisión ya que se estima que un alumno que abandona la asignatura, a pesar de haber rendido por lo menos una prueba, es un alumno que en algún momento del semestre no se siente capaz de continuar dado que su esfuerzo no se ve compensado con las calificaciones obtenidas y, por lo tanto, deja de asistir tanto a las clases como a las siguientes pruebas. Se registra esta información a través de la “cartola” de cada curso. Se compara el rendimiento del curso experimental con los rendimientos en la misma asignatura en períodos académicos anteriores.

4.3.3.2.2. El aprendizaje significativo de conceptos en el dominio de la mecánica newtoniana

Esta variable se valora en función de los mapas conceptuales que construyen los alumnos en cuatro momentos. Estos momentos corresponden a) al iniciar la asignatura, b) después de recibir la instrucción sobre las leyes del movimiento de Newton, c) al terminar la asignatura y d) un año después de este experimento.

Se entiende por “*el aprendizaje significativo de conceptos*” a la cantidad de conceptos y relaciones entre ellos que se encuentran en cada uno de los cuatro mapas conceptuales que elaboran los estudiantes y que le permiten construir las relaciones fundamentales correspondientes al núcleo duro de la Teoría Newtoniana.

Para cuantificar esta variable se ha construido y validado una pauta denominada “Pauta de evaluación de mapas conceptuales” que se encuentra en el anexo E. Esta pauta tiene una ponderación máxima de 16 puntos en la cual cada ítem, que son 16, se valora con un punto.

4.3.3.2.3. La construcción de “modelos mentales efectivos” en los estudiantes investigados

En investigaciones anteriores, en la misma universidad de Playa Ancha, se ha determinado que los estudiantes pueden representar el conocimiento de dos formas: a través de representaciones proposicionales, que son aisladas y no correlacionadas entre sí y a través de modelos mentales. De esta manera y producto de las investigaciones anteriores se ha construido y validado un instrumento, denominado, “Instrumento n° 2:

Criterios para determinar el tipo de representaciones mentales de los estudiantes”. Este instrumento se completa por la profesora del curso y su ayudante en varios momentos, mediante las observaciones de campo en las sesiones de taller de resolución de problemas y a través de una entrevista final a los estudiantes investigados.

El primer momento ocurre en el intervalo entre los primeros 5 talleres. El instrumento de evaluación citado (instrumento n° 2, en anexo B) se completa al final de cada sesión, en forma individual tanto por la profesora del curso y su ayudante con el fin de triangular ambas impresiones. Al cabo de los 5 primeros talleres se decide, para cada alumno investigado, acerca del tipo de representación mental que emplea en la resolución de problemas. Este primer momento tiene por finalidad conocer el estado representacional inicial de los estudiantes.

El segundo momento pretende conocer el estado representacional final de los estudiantes. Se decide sobre el tipo de representaciones mentales de los estudiantes a través de dos instancias: una de ellas corresponde a las observaciones de campo en los talleres de resolución de problemas y la otra a través de la entrevista final. Con estas dos instancias se triangulan las impresiones y/o observaciones de campo de la profesora del curso y de su ayudante.

Y el tercer momento ocurre un año después, durante el 2° semestre del año 2004 (ver figura 4.3). Este momento ocurre cuando los alumnos investigados han terminado los talleres correspondientes a la mecánica de sistemas de partículas y del cuerpo sólido rígido. En esta asignatura se vuelven a encontrar los alumnos investigados formando parte de un grupo mayor de estudiantes.

Para decidir el tipo de representaciones mentales utilizadas por los estudiantes se realizan dos tipos de triangulaciones: las triangulaciones entre investigadores en las observaciones de campo y las triangulaciones entre dos momentos diferentes. Estas triangulaciones se realizan con el fin de asegurar la confiabilidad de los resultados obtenidos.

4.3.4. Universo:

Esta investigación esta dirigida a todos los estudiantes de las carreras universitarias que incluyan en su currículo un curso de Física 1 o Mecánica de la partícula. Este es un curso básico en la mayoría de las carreras de ingenierías.

4.3.5. Población:

La investigación esta dirigida a estudiantes de ingeniería de la Universidad de Playa Ancha de Valparaíso, Chile.

4.3.6. Muestra

La muestra esta formada por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad de Playa Ancha, que cursan la asignatura Física 1 o Mecánica de la partícula, durante el 2 semestre del año 2003. Inicialmente la muestra está compuesta por 24 alumnos, pero de estos, siete no se consideran, porque cuatro se retiran al inicio del curso y tres alumnos no se presentan a las pruebas finales. En definitiva la muestra está compuesta por 17 alumnos.

4.3.7. Instrumentos de medición.

Como se ha explicado anteriormente, en la definición cuantitativa de las variables, se utilizarán los siguientes instrumentos de medición:

4.3.7.1. Instrumento N° 1: test de preconceptos

Es un test construido y validado experimentalmente para conocer las ideas iniciales de los estudiantes en relación a los conceptos de fuerza y movimiento. Este test se encuentra en el anexo A-1.

4.3.7.2. Instrumento N° 2: Criterios para determinar el tipo de representaciones mentales de los estudiantes

Es un instrumento que al ser llenado por ayudante y profesora, triangulando, permite determinar el tipo de representación mental que utiliza cada uno de los estudiantes de la muestra para procesar los conocimientos. Se utiliza tanto en las observaciones de campo en las sesiones de taller de resolución de problemas como en las entrevistas. Se encuentra en el anexo B

4.3.7.3. Los mapas conceptuales

Los mapas conceptuales corresponden a instrumentos usados para evaluar el aprendizaje significativo de conceptos en los estudiantes. Se encuentran en Anexo D.

4.3.7.4. Pauta de evaluación de mapas conceptuales

Es una pauta con 16 ítems que son valorados con un punto cada uno en la cual cada ítem representa los conceptos y relaciones que son deseables encontrar en los mapas conceptuales de los estudiantes. Se encuentra en el anexo E.

4.3.7.5. Las Pruebas oficiales

Corresponden a las tres pruebas oficiales, que exige la reglamentación de la universidad, son las necesarias que deben rendir los alumnos para aprobar la asignatura. La escala de notas es de 1,0 a 7,0 y la nota mínima de aprobación es 4,0. Si un alumno, justificadamente no rinde una de estas tres pruebas, debe rendir una prueba acumulativa cuya calificación sustituirá a la nota faltante. Para las personas cuyo promedio se encuentre en el intervalo entre 3,5 y 3,9 se diseña una prueba especial, que tiene una ponderación del 30%, siendo el 70% faltante correspondiente al promedio de notas durante el desarrollo de la asignatura. Estas pruebas oficiales se encuentran en el anexo H.

4.3.7.6. Cuestionario: Conocimiento sobre teorías educativas de profesores de física

Este cuestionario se utiliza al comienzo de la investigación para averiguar el grado de conocimiento acerca de teorías educativas que presentan los profesores de física que han dictado la asignatura, antes de la intervención de este experimento. Es decir, los profesores que han contestado este cuestionario han dictado la asignatura Física General Mecánica I o Mecánica de la Partícula en los períodos: 1° semestre del 2001, 1° semestre del 2002 y 1° semestre del 2003. Los resultados de este cuestionario se comentan en el capítulo 1 de este manuscrito, para ilustrar el planteamiento del problema. Este cuestionario se encuentra en el anexo G.

4.4. Metodología de la investigación ETAPA IV

La etapa IV que se presenta corresponde a una investigación de tipo experimental de corte cualitativo y cuantitativo aplicada a un grupo de estudiantes del primer año de Ingeniería Informática que cursan la asignatura de Física General Mecánica durante el primer semestre de su carrera. Históricamente estos alumnos

presentan dificultades de aprendizaje lo que afecta directamente a su rendimiento. Esto incide en un abandono o deserción de la Universidad. Se presenta una metodología que integra la técnica de aprendizaje colaborativo, denominada "Learning Together", con la teoría de aprendizaje significativo con el fin de mejorar el rendimiento y el aprendizaje significativo de conceptos en los estudiantes.

4.4.1. Tipo de estudio

Se ha diseñado una investigación cuantitativa para medir tanto el rendimiento y el aprendizaje significativo de conceptos en los estudiantes investigados. El rendimiento toma los valores correspondientes a las evaluaciones oficiales de la asignatura y el aprendizaje significativo se mide a través de los mapas conceptuales que los alumnos construyen, para lo cual, se asignan puntajes a los criterios: números de conceptos, jerarquización de los conceptos, enlaces entre los conceptos y los ejemplos atinentes a cada concepto. La perspectiva cualitativa se presenta por las notas de campo que se realizan en cada una de las sesiones de taller de aprendizaje cooperativo y que se toman como referencia y tema de discusión para preparar el material, potencialmente significativo, de cada una de las sesiones de trabajo, relativas a la resolución de problemas de lápiz y papel.

4.4.2. Diseño de la investigación

El grupo de estudiantes estaba compuesto por 56 estudiantes de los cuales 40 cursaban por primera vez la asignatura (alumnos nuevos) y 16 alumnos eran repitentes. La asignatura se desarrolló con tres sesiones semanales de 90 minutos cada una, de las cuales 2 sesiones eran teóricas dictadas de manera frontal, participativa por la profesora del curso más una sesión de "ayudantía" o de resolución de problemas. Al inicio del curso, los estudiantes contestaron un pre-test (validado en una investigación anterior) que medía el grado de presencia de las preconcepciones, señaladas con anterioridad, relativas a la relación fuerza-movimiento en el grupo de estudiantes (anexo A-1) y también contenían problemas típicos de mecánica de la partícula correspondientes a vectores, cinemática, aplicación de las leyes de Newton y el tema de energía. Durante el primer mes también se instruyó a los estudiantes sobre la construcción y las ventajas del uso de mapas conceptuales como un mecanismo de metacognición.

Se formaron dos grupos para el desarrollo de las "ayudantías", cada uno con 20 alumnos nuevos (elegidos al azar), donde al grupo control se le agregaron los 16

alumnos repitentes y cuyos resultados no fueron considerados en este trabajo. A ambos grupos, control y experimental, se les asignó una sesión semanal de 90 minutos para la resolución de problemas, siendo 12 en el semestre para la asignatura Física 1 ó Física General Mecánica de la partícula, separados en tres bloques: 4 sesiones para cinemática de la partícula, incluyendo vectores; 4 sesiones para la aplicación de las leyes de Newton y 4 sesiones para abordar problemas de energía.

Las sesiones de “ayudantía” o de “taller” se realizaban en forma simultánea y a cargo de un profesor ayudante. Estos profesores o investigadores participantes eran dos alumnos tesistas de la carrera de Pedagogía en Física que estaban preparando su tesis de título. El material se preparaba semana a semana junto a la profesora del curso que además era la profesora guía de su tesis.

Para ambos grupos, los problemas a resolver eran los mismos, pero la metodología utilizada era diferente. Todos los estudiantes conocían en forma previa los temas a tratar en las ayudantías y también los problemas a resolver. En las sesiones de preparación de las ayudantías se acordaban los problemas que los estudiantes debían trabajar y aquéllos que debían entregar resueltos al final de cada sesión. A estos últimos, se les denominó “problemas tarea”. En el grupo control las sesiones de resolución de problemas se realizaban en forma tradicional: en los primeros 60 minutos el profesor ayudante resolvía los problemas de manera frontal y en los 30 minutos restantes los alumnos debían resolver uno o dos “problemas tarea”. En el grupo experimental el profesor ayudante repartía los 90 minutos en tres fases: los primeros 15 minutos (1ª fase), se usaban para una discusión participativa de los conceptos involucrados en cada sesión, los siguientes 45 minutos (2ª fase), para la resolución de problemas en grupos (los mismos problemas que en el grupo control el profesor resolvía en la pizarra) y los últimos 30 minutos estaban destinados a la resolución de “problemas tarea” que los estudiantes debían entregar al término de la sesión. Los grupos estaban compuestos por cuatro alumnos. Durante la segunda fase los estudiantes leían e interpretaban los enunciados de los problemas, luego planteaban una estrategia de resolución que discutían entre ellos y con su profesor, para finalmente resolver.

En el grupo control el sistema fue rígido e individualizado, sin embargo, en el grupo experimental el sistema fue abierto, pudiendo establecerse interacciones entre cada uno de los grupos como con el profesor. Durante el trabajo individual como colectivo, en ambos grupos, los ayudantes observan y registran el trabajo de sus

estudiantes (observaciones de campo) anotando las características relevantes de las actitudes y preguntas de los estudiantes, en esta actividad.

Tanto el rendimiento como el aprendizaje significativo de conceptos de todos los estudiantes se midió a través de las tres pruebas oficiales, con la profesora del curso. Estas pruebas estaban compuestas por tres elementos: las mismas preguntas del pre-test, cuyas respuestas pasaron a constituir el llamado pos-test, problemas de desarrollo y la confección de un mapa conceptual. Al rendir las tres pruebas oficiales del curso, se reunieron y ponderaron las preguntas que se repitieron del pretest y que pasaron a formar y constituir el pos-test y el aprendizaje de conceptos se ponderó a través de los mapas conceptuales solicitados en estas pruebas oficiales.

4.4.3. Variables

4.4.3.1. Variable independiente

Se tomó como variable independiente **“la metodología usada en las sesiones de ayudantía para enfrentar la resolución de problemas”**. Esta variable toma dos valores que corresponden a la metodología tradicional usada en el grupo control y a la metodología experimental en la cual se enfrenta la resolución de problemas en el taller de aprendizaje colaborativo-significativo, TACS.

4.4.3.2. Variables dependientes

Las variables dependientes son:

- el rendimiento y
- El aprendizaje significativo de conceptos, en ambos grupos.

El rendimiento corresponde al promedio aritmético de tres pruebas oficiales rendidas por los estudiantes y el aprendizaje significativo de conceptos, corresponde, en esta investigación, al grado de fortalecimiento conceptual observada en los estudiantes al construir sus mapas conceptuales y que fue medido mediante una pauta que se describe más adelante.

4.4.4. Instrumentos de medición

Los instrumentos de medición considerados fueron cuatro: el pre-test y el pos-test, los “problemas tarea” entregados por los estudiantes al final de cada sesión de “ayudantía”, las pruebas oficiales y los mapas conceptuales construidos por los alumnos.

4.4.4.1. El pre-test y el pos-test

Se evaluaron en base a porcentajes, en donde el 100% corresponde a la totalidad de respuestas contestadas correctamente. El pretest se tomó al comienzo del curso, a todos los estudiantes y el pos-test se construyó con las respuestas de los estudiantes en cada una de las pruebas oficiales. La comparación entre estos test nos permite establecer una comparación global entre ambas metodologías. Este instrumento fue validado de dos formas: primero se tomó la opinión de expertos y luego fue aplicado a un grupo de alumnos arrojando un coeficiente Alfa Cronbach de 0,87, lo que fue considerado como aceptable para la experiencia.

4.4.4.2. Los “problemas tarea”

Fueron ponderados con 0, 1 o 2 puntos según los problemas se resolvían en forma deficiente, regularmente aceptable o aceptable, según una pauta establecida previamente. Estos puntajes eran agregados como premio o recompensa al puntaje de las pruebas oficiales constituyendo un aporte máximo de 5 décimas (en la escala de notas de 1,0 a 7,0) para aquéllos estudiantes que tenían el mayor puntaje en los “problemas tarea”. Por lo tanto este puntaje adicional en las pruebas oficiales está en directa relación con su rendimiento.

4.4.4.3. Las pruebas oficiales

Las pruebas oficiales eran tres en total, establecidas según la reglamentación en la universidad y cuyo contenido se explica en el diseño experimental anterior, fueron evaluadas en la escala de 1,0 a 7,0, según una pauta de corrección.

Tanto la elección de los “problemas tarea” como los problemas de la prueba fueron validados por opinión de expertos. Estos expertos fueron dos profesores de la Universidad que tenían experiencia con la asignatura dictada y que conocían los objetivos de cada instrumento.

4.4.4.4. Los mapas conceptuales

Fueron evaluados considerando los siguientes cuatro elementos o criterios: Conceptos, jerarquización, enlaces y ejemplos. Se establece una escala asignando 4 puntos a cada criterio, los cuales al sumarse deben dar 16 puntos en total, para un mapa conceptual óptimo.

- **Conceptos:** hace referencia a la cantidad y calidad de los conceptos físicos utilizados en el mapa, considerando que éstos deben ser coherentes con el contexto de la unidad temática dada por la mecánica de la partícula. Se asignan 4 puntos si el alumno distingue los conceptos fundamentales de la unidad y los relaciona con otros conceptos menos generales; 3 puntos, si menciona sólo los conceptos que se utilizan en la resolución de problemas en la prueba correspondiente; 2 puntos, si menciona entre cuatro o dos conceptos generales referentes a la unidad temática del mapa sin asociarlos a otros conceptos menos generales; 1 punto, si menciona solo un concepto referente a la unidad y 0 puntos: no menciona conceptos relativos a la unidad temática.
- **Jerarquización:** hace referencia a la relación de subordinación de los conceptos físicos estudiados, a otros conceptos, dependiendo de su inclusividad. Se asignan 4 puntos si el alumno jerarquiza de buena forma su mapa conceptual (los conceptos físicos son ordenados desde el de mayor inclusividad al de menor inclusividad o desde el más general al menos general); se asignan 2 puntos si el alumno jerarquiza de mala forma su mapa conceptual (desorden en la subordinación de los conceptos físicos) y se asigna 0 puntos si su mapa no presenta ninguna jerarquización.
- **Enlaces:** se relaciona con la capacidad del estudiante de formar proposiciones relacionando los conceptos físicos a través de palabras de enlaces (o conectores adecuados) que den sentido a las proposiciones. Se asignan 4 puntos si el alumno escribe las palabras de enlace que permite relacionar todos los conceptos; 2 puntos, si existen sólo algunos enlaces en el mapa conceptual y 0 puntos, si no existen palabras de enlace en el mapa conceptual.
- **Ejemplos:** considera la capacidad del alumno de introducir ejemplos aclaratorios a su mapa conceptual. Se asignan 4 puntos, si el mapa presenta dos o más ejemplos que tienen relación con la temática de la unidad; 2 puntos, si el mapa conceptual presenta un ejemplo que tiene relación con la temática de la unidad y 0 punto: el mapa no presenta ejemplos.

Los puntajes asignados a cada criterio se triangulan en dos momentos por cada investigador y también se realiza una triangulación de investigadores. En la triangulación de investigadores, los puntajes de cada mapa son asignados en forma separada, de modo que la apreciación personal de cada uno de los investigadores sobre cada uno de los mapas conceptuales no sea influenciada por la opinión del otro. Luego de haber elaborado la tabla de puntajes de cada uno de los grupos (control y

experimental), por parte de cada uno de los investigadores, se procede a juntar y consensuar el valor del puntaje a asignar a cada uno de los criterios, de modo de disminuir al máximo la subjetividad en la evaluación de los mapas y asegurar la confiabilidad de esta medición.

4.5. Metodología de la investigación ETAPA V

La etapa V corresponde a una investigación de tipo no experimental, descriptiva y exploratoria y de corte cualitativa en la cual se busca reconocer y registrar el grado de impacto que ha tenido la metodología MODIEME en los estudiantes investigados de la etapa III durante su formación profesional. Se realiza cinco años después de aplicar MODIEME.

4.5.1. Muestra:

Corresponde a los alumnos investigados en la etapa III de este trabajo que cursaron las asignaturas de Física general I y Física general II, correspondientes a Mecánica de la partícula y Mecánica del cuerpo sólido, durante los años 2003 y 2004.

4.5.2. Variables

- v.a) Los alumnos investigados hoy. Se trata de explorar el estado de avance en su carrera profesional, Ingeniería Civil Ambiental, de los estudiantes intervenidos con la metodología MODIEME. Saber si estos alumnos están titulados, si están en vía de titularse o si han abandonado su carrera.
- v.b) La influencia de MODIEME en su formación profesional. Se trata de explorar el grado de aceptación de la metodología aplicada en los estudiantes investigados y su influencia en su formación profesional.

4.5.3. Instrumentos de medición

- i.a) No existe un instrumento único que permita describir y satisfacer la variable v.a), sino que se utilizan varias vías para llegar a la información requerida: la jefatura de carrera, la oficina de registro curricular y cualquier persona que tenga algún vínculo con los estudiantes investigados. A través de estos organismos y/o

personas se busca contactar a los estudiantes intervenidos con MODIEME ya sea en forma personal o virtual.

- i.b) Para dar respuesta a la variable v.b) se elabora una carta que se envía vía mail a los estudiantes intervenidos que se encuentran fuera de la zona. Esta carta se encuentra en el anexo K. A los estudiantes que se les contacta personalmente se les pide que respondan en forma escrita la carta mencionada. Para analizar las respuestas recogidas se utiliza la metodología del análisis de contenidos, en la cual se busca en el texto escrito las preguntas de investigación.

4.5.4. Confiabilidad

La confiabilidad de los resultados obtenidos a través de las respuestas escritas por los estudiantes consultados, se obtiene mediante dos métodos de triangulación: de investigadores y triangulación temporal de la información. En el primer caso se ha pedido la colaboración de un investigador experto en investigación cualitativa (en el área de enseñanza de las ciencias). Y en el segundo caso la investigadora de este trabajo ha analizado las respuestas a las cartas de los alumnos buscando la respuesta a las preguntas de investigación en dos momentos diferentes, espaciados en tres meses.

Los resultados de cada etapa de investigación serán presentados en capítulos independientes.

A continuación se estructura el trabajo de la siguiente forma:

- En capítulo 5, se presentan los resultados de la etapa I,
- en el capítulo 6 se presentan los resultados de la etapa II.
- en el capítulo 7 se presenta el modelo didáctico MODIEME,
- en el capítulo 8 los resultados de la etapa III y V. Se incluye la etapa V dado que se trata de los mismos estudiantes investigados.
- en el capítulo 9 se presentan los resultados de la etapa IV y
- en el capítulo 10 se presentan las conclusiones.

CAPITULO 5
RESULTADOS DE LA ETAPA I

5. CAPITULO 5: RESULTADOS DE LA ETAPA I

En este trabajo no se pretende ser categórico en los resultados, más bien se desea describir algunos patrones de comportamiento de los estudiantes al enfrentarse a la resolución de problemas, que permitan inferir sobre la forma en que representan mentalmente el conocimiento.

5.1. *Período de familiarización y observación de los alumnos*¹¹

Durante el primer semestre, el trabajo de investigación sólo tenía por objetivo familiarizarse con los alumnos, conocerlos e identificarlos para ganar su la confianza. Se les explicó la modalidad que se emplearía en cada taller de “aprendizaje cooperativo”. Este grupo estaba compuesto por 39 alumnos, de los cuales 35 pertenecían a la carrera de Ingeniería Civil Ambiental y 4 a Pedagogía en Física. Se formaban 9 grupos de tres personas y 3 grupos de cuatro personas.

Al comienzo, durante las primeras cuatro sesiones, el trabajo fue bastante caótico: al llegar a la sala, se les entregaba una lista de dos o tres problemas y se les pedía que formaran los grupos de trabajo, eso les demoraba unos 10 minutos, ya que conversaban entre ellos. Después los alumnos esperaban que la profesora hiciera algo para comenzar el trabajo (por ejemplo, resolver en la pizarra algún ejercicio), pero se les planteó que ella estaba dispuesta a resolver dudas sobre la resolución de los problemas que ellos debían realizar. Eso los descolocó, ya que su idea de resolución de problemas era que la profesora debía resolverlos y ellos copiarlos. Finalmente, se llegó a un acuerdo que consistía en que la profesora hacía un repaso de los contenidos, resolvía el primer problema y luego ellos debían resolver y entregar los restantes con el compromiso de que todos los trabajos entregados, al final de la asignatura, serían evaluados. De esta forma los alumnos comenzaron a trabajar un poco más integrados a pesar de que la inasistencia bordeaba el 10% al inicio.

Se realizaron 12 sesiones de taller de resolución de problemas, en los cuales los alumnos debían resolverlos en grupos de tres o cuatro personas. Ya a la 5ª sesión, el trabajo se fue ordenando, los alumnos trabajaban en forma más comprometida, dado que se debía entregar los problemas resueltos al final de cada sesión.

¹¹ Esta investigación fue publicada en la Revista “Visiones Científicas” de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Playa Ancha, en el volumen 4, N° 2 del año 2001, paginas 67 a 89. El artículo publicado lleva el nombre “El aprendizaje significativo de la Física desde la perspectiva de la Teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird”

De lo observado en esta etapa se pueden distinguir algunos “patrones de comportamiento”:

- Al comienzo de los talleres los alumnos tenían dificultad para comprender los enunciados.
- Demoraban en consensuar la intencionalidad de cada enunciado.
- Los grupos se copiaban las resoluciones sin intentar discutir sobre ellas.
- Otros hojearan en sus cuadernos buscando la ecuación que permitía insertar los datos entregados.
- Algunos alumnos llamaban a los profesores insistentemente pidiendo cada vez un poco más de información; otros, trabajaban concentrados, integrados y terminaban pronto; sin embargo no abandonaban la sala para explicar y ayudar a sus compañeros más rezagados.
- Se observaban líderes que enseñaban y explicaban las resoluciones a otros.

Finalmente, el taller logró el objetivo de familiarizarse con los alumnos.

5.2. Las representaciones mentales de los estudiantes

Durante el siguiente semestre, la mayoría de los alumnos de Ingeniería que cursaron la asignatura Mecánica II más los alumnos de Pedagogía en Física que cursaron Ondas y Óptica, ya conocían la forma de trabajar en el taller de resolución de problemas. Por lo tanto, el trabajo se inició favorablemente.

La ficha de cada alumno se fue completando con las pruebas, entrevistas, mapas conceptuales y toda observación que permitiera hacer una descripción general de los 22 alumnos investigados.

A través del diseño metodológico relatado en el capítulo anterior se ha podido inferir que los alumnos investigados razonan en la resolución de problemas de Mecánica de la partícula con dos tipos de representaciones mentales: los “proposicionalistas” y los “modeladores mentales efectivos”.

Si bien es cierto, todos los alumnos presentan un modelo propio o personal para enfrentar la resolución de problemas, la observación directa y continua ha permitido distinguir características propias para ambos grupos. Los proposicionalistas que en general se manejan con las ecuaciones y algunas veces muy hábilmente, deducen y luego explican sus deducciones a la luz de sus resultados, sin embargo los modeladores mentales efectivos razonan imaginando, haciendo dibujos o esquemas, teatralizando

algunas veces la situación expuesta para aceptarla y después resolver. Son capaces de hacer hipótesis sobre los resultados, que posteriormente comprueban con los cálculos.

Al término del semestre de observación se ha podido concluir que el 50% de los alumnos, es decir 11 casos, se manifiestan como alumnos proposicionalistas y el resto como modeladores mentales efectivos. El adjetivo de “efectivo” proviene del hecho de que 9 de los 11 alumnos logran resolver sin mayor dificultad los problemas propuestos, entendiendo conscientemente sus propios procesos mentales que los conducen al aprendizaje. Los dos alumnos restantes, siendo modeladores mentales efectivos, trabajan de manera más lenta, por lo cual, no es posible verlos en acción durante las sesiones de taller. Sin embargo, en las entrevistas individuales se manifestaban, indudablemente como modeladores mentales efectivos. Estos 11 casos aprobaron la asignatura.

En el caso de los proposicionalistas sólo 3 de los 11 alumnos ubicados dentro de esta categoría logran resolver sin dificultad los problemas y aprobar la asignatura. La actitud de los 8 alumnos restantes es de seguir y copiar los procedimientos de otros tratando sólo de comprender las estrategias empleadas. El tiempo de los talleres y de las pruebas es insuficiente para ellos y en definitiva desertan la actividad.

A continuación, se presentarán extractos de las entrevistas de dos alumnos, cuyos nombres ficticios son Gaspar y Fidelia, quienes ejemplifican a los dos tipos de representaciones mentales identificadas.

5.3. El caso de Gaspar como “modelador mental efectivo”

Gaspar es un estudiante inquieto, siempre interesado por preguntar y conversar con sus profesores. Tiene facilidad para asombrarse y maravillarse cuando comprende una situación física que se encuentra representada a través de una ecuación o ley física: “me gusta y disfruto cuando logro descubrir cómo las matemáticas pueden expresar tan bien a fenómenos físicos”. Curiosamente, Gaspar no es un gran estudioso:

I (investigador): Cuéntame cómo haces para estudiar Física

G(Gaspar): (espera un momento)...no estudio

I: ... ¿pero cómo que no estudias?

G: o sea sí estudio,.....a ver.....es que no lo hago como la mayoría de mis compañeros

I: ... ¿y como lo hacen tus compañeros?

G: bueno, ellos se juntan en algún lugar a resolver problemas...

I: ... ¿y tú no lo haces?

G: No, me da lata resolver problemas

I: me sorprendes,..... ¿entonces cómo lo haces?

G: mmmmm.....estoy siempre pensando en la clase,....por ejemplo en una clase de Física determinada,.....pensando en los contenidos y la forma en que el profesor expresó los contenidos de un determinado tema...

I: ... ¿después de la clase?

G: sí,.....cuando voy en el micro (autobús), por ejemplo,.....creo que soy un poco despistado... (desordena su pelo y sonrío)...sabe, a veces me ha ocurrido que estoy tan metido en algo, que olvido que me tenía que bajar en el centro (de la ciudad) a cumplir un encargo de mi tía (con quien vive).....y cuando reacciono,.....ya me he pasado varios paraderos,.....como que vuelvo a la realidad y hago lo que tenía que hacer.

I: ¿los encargos de tu tía?

G: Si,...a veces me preocupa ser tan volado (distráido)

I: ... ¿y te pasa con frecuencia?

G:Sabe, también me pasa con la música

I: ¿te gusta la música?

G: Sí, me gusta Bach y.....cuando escucho,....imagino la orquesta, imagino ser el director,....como que me integro al grupo musical.....me imagino yo interpretando.

I: Creo que te entiendo, porque cuando yo escucho música mi mente hace coreografías de ballet...

G: eso.....pero yo imagino lo que debe estar sintiendo el director,....admiro la pasión que pone para dirigir,....no se....

I: volvamos al estudio, estábamos en una clase determinada de Física y...

G: eso,.....después me fui para otro lado..... Bueno,... como que al pensar en la clase, estoy reviviendo los ejemplos que el profesor da para explicar...algo. Ahí la mayoría de las veces pienso que yo lo habría hecho de otra forma....

I: ¿cómo es eso?

G: A veces creo que los profesores se complican mucho para explicar algo.....siempre estoy pensando que yo lo haría....no sé....más simple.

I: ...está bien, pero en algún momento repasarás tu cuaderno o....

G: ...mi cuaderno es muy desordenado...pero yo me entiendo,....si no, tomo un libro y vuelvo a repasar la teoría...(se refiere a la materia de estudio)

I: ... ¿y de ejercicios nada?

G: bueno sí, hago,....pero pocos.

I: ¿cómo los eliges?

G:parto leyendo los primeros (se refiere a los que aparecen al final de cada capítulo del texto)...y los imagino y creo comprender cómo se resuelven....

I: ... ¿y los resuelves?

G: no siempre, me conformo con entender lo que dicen con pensar cómo se tendría que resolver...., pero cuando resuelvo alguno que me parece menos obvio, tomo un papel o el cuaderno, anoto los datos, imagino la situación que el problema plantea, hago un dibujo en que incluyo los datos del problema y lo que se pregunta,.....luego para resolverlo.....no sé.....como que proyecto la información que me dan hacia la supuesta solución que supongo debería ser....

I: ¿????? (Cara de interrogación)

G: ...es que no sé profe,....a ver.....no se explicar. Resuelvo no más, pero sí me fijo en la lógica de la solución.

Gaspar es un alumno que no falta a clases. Está atento e interrumpe al profesor compulsivamente para expresar o “descifrar” aquello que el profesor ha explicado, “...o sea lo que Ud. quiere decir es...”. Se destaca entre sus compañeros porque él no ha reprobado ningún ramo. Reconoce que desde chico le gustó la astronomía. Se define como preguntón. Vive con su madre y una tía. Tiene una pieza, su dormitorio, donde dispone de sus espacios. Ahí se evade de su madre y de su tía, porque no encuentra respuestas en ellas a sus inquietudes. Reconoce que le gusta enseñar y que cuando estudia, leyendo la materia, siempre piensa en “cómo yo lo enseñaría”, y juega obligándose a responder diferentes preguntas como si se las hicieran sus alumnos y que él como profesor tuviera que responderlas. Sostiene que le gusta el “lucimiento que demuestran sus profesores en la Universidad...”, en el colegio, “nunca me justificaron una fórmula”, sostiene.

En esta primera entrevista, se deja ver que Gaspar es una persona muy imaginativa, que en todo momento está cuestionando, a través de ejemplos, lo que explica el profesor.

En las entrevistas posteriores (que en su caso fueron cuatro en total) el tema central fue el desarrollo de sus pruebas corregidas. Ahí se le planteó que imaginara el momento en que él se enfrentó a cada pregunta de la prueba y que relatara al investigador todo lo que pensó en el momento, tratando de revivirlo, como pensando en voz alta todo lo que pasó por su cabeza. Efectivamente sus pruebas siempre fueron diferentes a las de sus compañeros. Sus respuestas eran atípicas y la mayoría de las veces encontraba la solución a través de un método distinto al que el profesor esperaba de sus alumnos, pero finalmente acertada. Explicando la forma en que él razonaba se pudo concluir que su metodología de resolución de problemas obedecía a modelos propios. Sus mapas conceptuales se caracterizaban por incluir la esencia de los temas representados, demostraban tener una visión global de cada tema. No nos fue posible que hiciera los mapas relacionando conceptos como lo sugiere la literatura, pero sus “esquemas” al ser explicados verbalmente nos demostraba que sí hacía relaciones entre los conceptos. Concluimos que era un buen ejemplo de “modelador mental”, luego de repasar cada investigador por separado sus pruebas y las entrevistas grabadas en que explicaba los procedimientos usados en la resolución de cada problema.

5.4. El caso de Fidelia como “proposicionalista”

Fidelia es una persona tranquila, sus cuadernos son ordenados y anota todo lo que el profesor escribe en la pizarra. Muchas veces notamos que por escribir en su cuaderno no presta atención a todo lo que se comenta en la clase. Es frecuente que al ser consultada por el profesor sobre algo de lo que está comentando ella se disculpe por estar escribiendo y no haber puesto atención. Para estudiar “me compré el Serway”, que es un texto apropiado para el ramo. Reconoce que le cuesta comenzar a estudiar, que al acercársele la fecha de una prueba comienza a repasar la materia leyendo el libro y comparando con la materia que ha escrito en su cuaderno. “Estudio primero la materia y luego hago ejercicios, pero me cuesta relacionar la parte teórica con los ejercicios propuestos por el texto”. Muchas veces consigue en la biblioteca “solucionarios” o libros de problemas resueltos y “ahí veo como se resuelven”, después trato de resolver los del Serway reproduciendo la forma en que los hace el “solucionario”. A pesar de ello, “siempre tengo que estar consultando a mis compañeros o al profesor cómo enfrentar el problema”, porque “no sé, siempre me ha costado interpretar lo que el enunciado dice, por sobre todo me cuesta imaginar la información que entrega el

problema,.....siempre me ha costado”. Ella se define como una persona estudiosa, dado que dedica, a su modo de ver, bastante tiempo al estudio. Sin embargo, “pierdo mucho tiempo cuando no puedo resolver un problema”. Al resolver ejercicios se ayuda con formularios y trata a través de ellos de ajustar los datos del problema a alguna fórmula que relacione los conceptos que involucra el problema. Sin embargo, “cuando veo que la respuesta que he obtenido no es la que aparece en el libro, concluyo que no he interpretado bien el problema y trato una nueva solución”. Para escoger los problemas a resolver, se decide por los impares, “ya que estos traen las respuestas” o “también elijo los problemas que vienen con dibujos”. Para resolver los problemas de las pruebas sigue el siguiente esquema, “lo leo y anoto los datos, hago un dibujo y después voy buscando fórmulas que se relacionen con el problema y por descarte o despeje trato de encontrar lo que se pide”. Considera que la Física no es muy complicada, “pero tampoco muy fácil”, que la fórmula del éxito está “en resolver muchos ejercicios”. Creemos que de esta manera los alumnos aprenden un algoritmo de resolución de problemas, que practican con varias situaciones. Muchas veces los profesores preguntan en las pruebas ejercicios semejantes a los de los textos guías y los alumnos como Fidelia, ponen en practica su algoritmo de solución ya probado para este tipo de problemas y, por lo tanto, resuelven bien. Pero cuando el profesor hace una pregunta más bien de tipo conceptual, el algoritmo no les funciona y tienen la sensación de “haber quedado en blanco”. Cuando analizamos los errores en sus pruebas, durante las entrevistas, sostiene “me cuesta entender porqué me equivoqué, si usé las mismas fórmulas que vimos en clases...”. Al pedirle que argumente las soluciones correctas en sus pruebas, generalmente sus justificaciones argumentan al uso de fórmulas estudiadas en la clase.

Fidelia representa a muchos alumnos, tal vez muy estudiosos, pero que carecen de alguna estrategia personal que les permita a ellos mismos entender, comprender, imaginar, deducir, interpretar y predecir una situación problemática. Son alumnos incapaces de abstraerse de las “fórmulas” y los formularios. Muchos de ellos consiguen las pruebas que su profesor ha aplicado en años anteriores, porque así “uno sabe cuál es el estilo de preguntas que le gusta hacer” y vuelven a intentar un algoritmo que satisfaga a su profesor. Este es un caso que se puede interpretar como de “representación proposicional”.

A lo largo de esta investigación, cualitativa descriptiva, se observa que es posible distinguir a través de la observación planificada cómo cada alumno representa la información científica que recibe. Los registros verbales y escritos dan cuenta del tipo

de representación mental usada. Creemos que todos los estudiantes poseen procedimientos mentales propios que se manifiestan en la resolución de problemas, sin embargo, hay claras evidencias de dos tendencias, los alumnos que son fundamentalmente proposicionalistas y los alumnos modeladores. No observamos alumnos que trabajen sólo exclusivamente con imágenes, sino que aquellos que se manifiestan en forma imaginísta evidencian ser capaces de elaborar algún modelo mental que revisa recursivamente a través de las proyecciones de éste en forma de imágenes. Al pretender categorizar a los estudiantes en proposicionalistas, imaginísta y modeladores, nos encontramos que aquellos pocos estudiantes categorizados como imaginísta, posteriormente fueron catalogados modeladores mentales.

5.5. Las características observadas en los alumnos proposicionalistas

De los registros y las observaciones de campo se podrían resumir las siguientes características para los alumnos que representan el conocimiento en forma de representaciones proposicionales:

- Resuelven los problemas en forma mecánica ajustando datos a las ecuaciones registradas en un formulario.
- Para ellos los conceptos se manifiestan como proposiciones aisladas sin lograr la integración entre ellos.
- Sus mapas conceptuales siguen la secuencia de conceptos en el mismo orden que el profesor usa en sus clases, repitiendo las observaciones del profesor. No se observan aportes personales ni racionios personales.
- Muchos de estos alumnos presentan grandes habilidades en la resolución de problemas. Aprenden esquemas de resolución que practican resolviendo muchos casos de problemas típicos. De esta manera cuando el profesor pide resolver un problema similar a los que aparecen en los textos denominados “texto-guía del curso” ellos se manejan con éxito. Es común en estos casos escuchar de los alumnos frases como “esto se resuelve así...”, recitando memorísticamente un procedimiento standard. Pero ante una pequeña variación del problema expuesto con preguntas tales como “¿Qué crees tú que pasaría sí...?” entonces los alumnos dudan inmediatamente de sus procedimientos aprendidos y no son capaces de transferir estos conocimientos a otras situaciones. Muchos de estos alumnos aprueban sus ramos porque tienen métodos específicos o “recetas” de resolución que ante pruebas

tradicionales¹², estas recetas les resultan apropiadas. Esta situación se puso de manifiesto con varios alumnos proposicionalistas que aprobaron el curso Física 2 y que no fueron capaces de aprobar el curso o la asignatura Mecánica Aplicada. Efectivamente, este curso requería una comprensión integrada de la Mecánica Newtoniana que los proposicionalistas eran incapaces de construir.

- Ante la pregunta “explique con sus propias palabras el concepto de...” los proposicionalistas repiten definiciones memorizadas y no pueden evitar expresarse con fórmulas.
- Sus evaluaciones son discontinuas, presentan altos y bajos, estudian para aprobar manejando, el tiempo de estudio conforme a la nota “que necesitan para aprobar”.

5.6. Las características observadas en los modeladores mentales efectivos

Los alumnos que trabajan con modelos mentales efectivos en la resolución de problemas, presentan las siguientes características:

- Permanentemente exigen a su profesor explicaciones ante situaciones reales. Son ellos los que continuamente exigen de su profesor razonamientos del tipo “y que pasaría sí.....”.
- Permanentemente están relacionando los nuevos conceptos con los aprendidos anteriormente. Esta recursividad se manifiesta con claridad en las entrevistas.
- Para ellos no es suficiente una comprobación matemática de las leyes de la Física.
- Ante la resolución de un problema, no son capaces de abordarlos si no se apoyan con una figura que interprete la información del problema y que luego utilizan para plantear una estrategia de solución.
- No requieren resolver una gran cantidad de problemas para lograr el éxito en una evaluación oficial.
- Imaginan cada situación de manera dinámica.
- Ante una pregunta conceptual requieren de cierto tiempo para contestar. Este tiempo lo utilizan para poner en acción su modelo.
- Sus evaluaciones son uniformes, salvo pequeñas excepciones.
- Sus conocimientos son estables. Lo que aprende está disponible en su memoria ante un requerimiento determinado.

¹² Pruebas con ejercicios similares a los de los libros de “texto-guía”

- Consulta a su profesor frecuentemente, luego resuelve problemas apropiados.
- Plantea siempre situaciones “contradictorias”, con el fin de poner a prueba su propio modelo, perfeccionándolo.
- Disfruta del conocimiento adquirido. Se observa en ellos satisfacción al comprender algo nuevo.
- Se apropia del lenguaje científico que comparte con facilidad con sus profesores.

Esta investigación no busca identificar los modelos mentales de los alumnos investigados, sino que pretende determinar y/o describir algunas características o patrones de conducta que permitirían inferir sobre la forma de razonar al resolver un problema de lápiz y papel. Las características señaladas anteriormente se exponen en la tabla 5.1, que permite, en forma reducida, enumerar las características observadas en alumnos que representan el conocimiento físico en forma proposicionalista o en forma de modelos mentales efectivos. Se enumeran 13 características que han sido consensuadas por los investigadores. La primera columna enumera estas características. En la segunda columna se describen las características observadas en los alumnos que construyen modelos mentales efectivos o que manifiestan un “modelamiento mental efectivo” y en la tercera columna las características observadas en los alumnos proposicionalistas.

La tabla 5.1 que inicialmente fue construida en consenso con los profesores investigadores, fue presentada, posteriormente, a los alumnos. A éstos se les pidió que anotaran en esa tabla sus características personales observadas por ellos mismos sobre su persona, cuando resolvían los problemas de Física. Se trataba, en cierta medida, de **validar** esta tabla con las impresiones los estudiantes. Sin hacer una investigación detallada de sus impresiones se encontró que los alumnos categorizados en la investigación como proposicionalistas o como modeladores mentales coincidían en, por lo menos, 9 de las 13 características señaladas en la tabla, es decir, coincidían en un 70% aproximadamente. También se ha presentado esta tabla a algunos profesores de Física, quienes sin conocer la teoría de Johnson-Laird, reconocen que los alumnos denominados como modeladores mentales son los más rápidos y hábiles al momento de resolver problemas en forma efectiva. Dadas las consideraciones anteriores se ha tomado esta tabla como un instrumento para establecer “Criterios para determinar el tipo de representaciones mentales de los estudiantes”. Y de hecho, se utiliza en la investigación que corresponde a la etapa III de este trabajo.

Tabla 5.1

Criterios para determinar el tipo de representaciones mentales de los estudiantes

N°	Características observadas en los alumnos que construyen modelos mentales: “modelamiento mental efectivo”	Características observadas en los alumnos proposicionalistas
1	Exige a su profesor ejemplos reales ante sus abstracciones. Necesita de ejemplos, que los da él o los pide al profesor.	Solicita a su profesor la fórmula adecuada para resolver un ejercicio. Necesita buscar ejemplos similares resueltos para repetir el método de solución de un ejercicio en particular.
2	Relaciona los nuevos conceptos con los aprendidos anteriormente	Tiene dificultad para relacionar conceptos. Resuelve los problemas en forma mecánica.
3	No se satisfacen con una comprobación numérica de una ley Física. (ante el resultado de un problema no les basta con llegar al resultado del libro de texto, sino que exigen su resultado cierto grado de factibilidad, de esta manera son capaces de rechazar un resultado)	Se satisfacen con una comprobación numérica de una ley Física. (Ante el resultado de un problema les basta con llegar al resultado del libro de texto, sin pensar en su factibilidad. Estos resultados son irrefutables)
4	Se apoyan fundamentalmente en figuras o esquemas previos para resolver un problema.	Se apoyan fundamentalmente en formularios para resolver problemas, no pueden prescindir de ellos.
5	No necesitan resolver gran cantidad de problemas para sentir que han aprendido una ley física o teorema.	Necesitan resolver una gran cantidad de problemas con el fin de encontrar un método o algoritmo de resolución.
6	Ante una pregunta conceptual, o la resolución de un problema en una prueba o en el taller, se toma cierto tiempo antes de contestar	Ante una pregunta conceptual, intenta repetir definiciones dadas en clase de manera textual.
7	Durante una prueba imaginan cada situación de manera dinámica. Esta característica se manifiesta externamente durante las pruebas ya que el alumno al estar concentrado en su actividad mental, gesticula permanentemente, habla a sí mismo en voz baja, mueve las manos, aprueba o desaprueba sus propios pensamientos emitiendo sonidos, etc.	Durante una prueba de resolución de problemas escriben fórmulas tratando de encontrar aquella que se ajusta a los datos entregados.
8	Sus conocimientos son estables. Lo que aprende está disponible en su memoria ante un requerimiento determinado de su profesor.	Sus conocimientos son inestables. Esta característica se manifiesta como inseguridad ante sus propias aseveraciones.
9	Consulta a su profesor permanentemente, discutiendo con él hasta que logra satisfacerse con sus explicaciones.	Requiere de la confirmación permanente de su profesor o de sus compañeros para tomar una decisión en la resolución de un problema.
10	Está permanentemente poniéndose en situaciones contradictorias del tipo “¿... y que pasaría si?”	Para él los comentarios de su profesor son irrefutables.
11	Se apropia del lenguaje científico que comparte con facilidad con su profesor	Tiene dificultad para apropiarse del lenguaje científico.
12	Disfruta del conocimiento adquirido. Se observa en ellos satisfacción al comprender algo nuevo.	Resolver problemas le resulta una tarea pesada, difícil y desagradable.
13	Necesita explicar a sus compañeros. Busca enseñar a otros.	Necesita que sus compañeros les expliquen. Busca a otros compañeros para que le enseñen.

En el próximo capítulo se presentarán los resultados de la etapa II, es decir, la etapa en que se investiga sobre la persistencia de preconcepciones pregaleanas en estudiantes de física universitarios.

CAPITULO 6

RESULTADOS DE LA ETAPA II

**Persistencia de concepciones erróneas
pregalileanas en la relación de fuerza y movimiento en
estudiantes universitarios: una evaluación conceptual**

6. CAPITULO 6: RESULTADOS DE LA ETAPA II

Para analizar el grado de presencia de la concepción de fuerza impresa en los estudiantes universitarios se analizaron las respuestas correspondientes al ítem I del cuestionario (anexo A1). Por cierto que el 100% de los estudiantes concuerdan que una caja de fósforos, a la que se le da un empujón, se detiene “debido a la rugosidad de las superficies...”, “porque el roce de la mesa con la caja hará que la velocidad vaya disminuyendo” hasta que se detenga. En el gráfico 6.1 están representadas las respuestas, dadas en forma proposicional y grafica, respectivamente, correspondientes a los ítems b) y c). Sin duda que las respuestas gráficas confirman las respuestas dadas verbalmente, por lo tanto, aquello que el estudiante expresa en forma verbal, lo reafirma a través de un dibujo. La abcisa del gráfico de barras representa el número de cursos aprobados por los estudiantes, indicando con el 0, ausencia de cursos aprobados; y en la ordenada están los porcentajes de respuestas correctas (en barra negra) y las respuestas incorrectas (en barra gris). Así se observa que el 84,6% de los estudiantes que llegan a la universidad y aún no cursan ninguna asignatura de Física, presentan la preconcepción de la fuerza impresa. A pesar que este porcentaje disminuye en función de la cantidad de cursos aprobados, cabe subrayar que el 51,4% de los estudiantes que aprobaron los cuatro cursos de Física mantienen la preconcepción señalada. El coeficiente de correlación de Pearson (- 0,97) da cuenta de esta correlación lineal, es decir, que a mayor cantidad de cursos aprobados es menor la presencia de la preconcepción relativa a la fuerza impresa; sin embargo es preocupante el porcentaje de alumnos que se queda con la preconcepción.

Algunas de las verbalizaciones dadas por los estudiantes es que la caja de fósforos está afectada por la “fuerza del empujón” o la “fuerza de desplazamiento” que sería la responsable de que el cuerpo avanzara hacia delante abandonando el reposo. Algunos

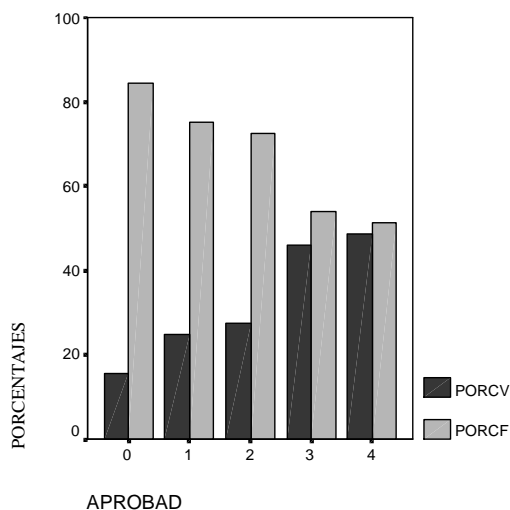


Gráfico 6.1: Representa los porcentajes de estudiantes que contestan correctamente (PORCV) frente a los alumnos que contestan erróneamente (PORCF) según tengan 0, 1, 2,3 o 4 cursos de Física aprobados.

explican (al ser consultados) que la velocidad del cuerpo disminuye dado que “la fuerza del empujón se va debilitando” o “porque la mesa puede tener una pequeña cantidad de roce y el impulso va disminuyendo”

El ítem II se refiere a un camión que se mueve con rapidez constante v , pero que va perdiendo masa de manera uniforme. Este ejemplo es similar al de la cinta transportadora que aparece en la mayoría de los libros de textos para Ingeniería (Alonso, M., 1995). En virtud de la segunda ley de Newton, expresada en función del momentum lineal del camión, es preciso aplicar una fuerza \vec{F} constante para que el camión continúe moviéndose con rapidez constante, en la medida en que éste va perdiendo ripio de manera uniforme. Lo que quiere decir que $m=k \cdot t$, siendo k una constante de proporcionalidad y m la masa variable del ripio.

$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{v} \frac{dm}{dt} = \vec{v} \cdot \frac{d(kt)}{dt} = k \cdot \vec{v}, \text{ donde } \vec{P} = (M + m)\vec{v},$$

siendo M la masa del camión.

Las respuestas dadas a este ítem se representan en el gráfico 6.2.

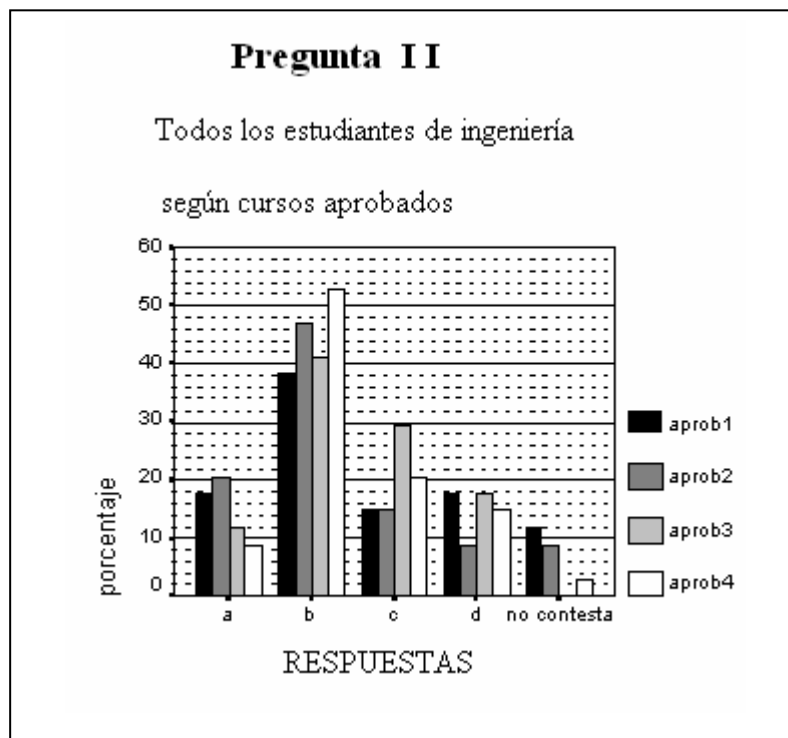


Gráfico 6.2: El gráfico representa los porcentajes de estudiantes de ingeniería que responden las alternativas a), b), c) y d) del ítem N° II según tengan 1, 2, 3 y 4 cursos de Física aprobados, siendo c) la alternativa correcta.

La alternativa correcta, alternativa c, es contestada, en promedio, por el 20% de los estudiantes encuestados. El 80% de los estudiantes contestaron en forma errada. Merece ser destacado el porcentaje de alumnos que contestan erradamente la alternativa b), que representan a aquéllos estudiantes que conceptualizan la fuerza resultante aplicada a un cuerpo sólo en función de su aceleración, sin considerar la pérdida de masa del objeto en estudio.

Posteriormente, fueron consultados algunos estudiantes para conocer sus explicaciones. De los que contestaron la alternativa a), que “la fuerza resultante sobre el camión es nula”, la mayoría justificó la respuesta argumentando, “como la velocidad es constante, entonces la aceleración es cero”, como es el caso de Felipe, un estudiante de Ingeniería con dos cursos de Física aprobados. Estos estudiantes parecen ignorar que el movimiento de traslación de un cuerpo es descrito, de manera general, por su momentum lineal \vec{p} ; poniendo de manifiesto dos aspectos a considerar en futuras investigaciones: el primero es que en la transposición didáctica, el profesor debe poner mayor énfasis en este concepto y, en segundo lugar, quizás consecuencia de lo anterior, que el estudiante, al responder, manifiesta claramente el carácter representacional de tipo proposicional presente en su estructura cognitiva, que reafirma al escribir en un papel la 2ª ley de Newton de la forma señalada en la figura 6.1.

Mario (tres cursos aprobados) señala que la fuerza resultante sobre el camión debe disminuir “ya que una disminución en la masa implica una disminución en la fuerza ya que el cuerpo se vuelve más liviano”.

The image shows a handwritten equation $F = m \cdot a = 0$ on a piece of paper. A small arrow points from the letter 'a' to the equals sign, indicating the student's reasoning that because acceleration is zero, the force is zero.

Figura 6.1: Argumentación dada por Felipe (dos cursos aprobados) para la pregunta II.

Los ítems III y VI intentan averiguar si persiste en los estudiantes la preconcepción o creencia de que la fuerza resultante sobre un cuerpo es proporcional a su velocidad y los resultados efectivamente muestran un fuerte predominio de esta concepción primitiva. Ante la pregunta, “¿Qué fuerza podría mantener el trineo a la derecha aumentando su velocidad lo máximo posible (aceleración constante)?”, que corresponde al ítem III-1, el 70,6% de los estudiantes que ya habían aprobado el curso de Mecánica de la Partícula dan como respuesta, “Una fuerza que se aplica a la derecha aumentando su magnitud”. Es decir, estos estudiantes siguen manteniendo la preconcepción primitiva. La tabla 6.1 da cuenta de las respuestas de los estudiantes según el número de cursos aprobados.

Merece ser destacado que esta preconcepción disminuye a un 47,1 % al aprobar el curso de Mecánica del cuerpo sólido y medios deformables (o Física 2), sin embargo, con el correr del tiempo estos porcentajes vuelven a aumentar alcanzando prácticamente el mismo valor que el obtenido al comenzar el estudio de la Física en la Universidad.

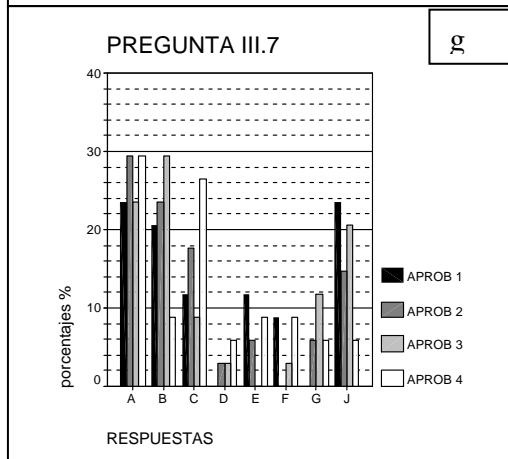
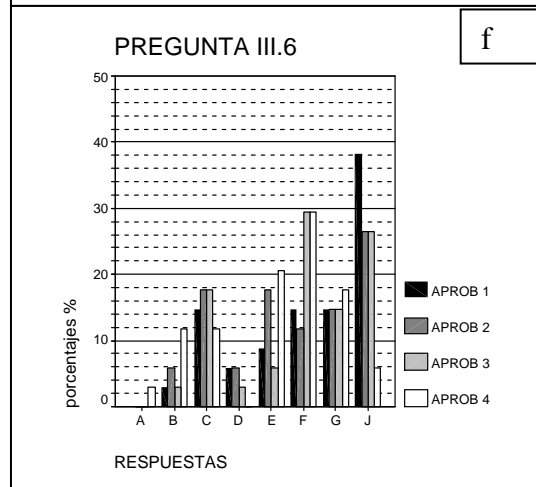
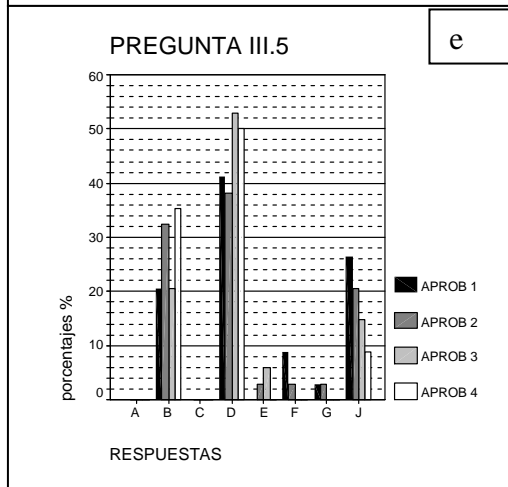
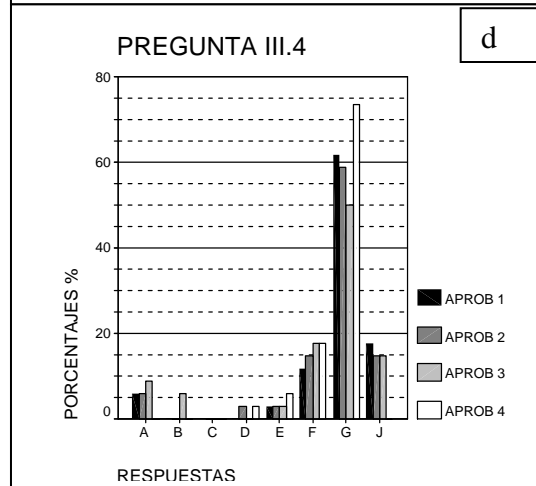
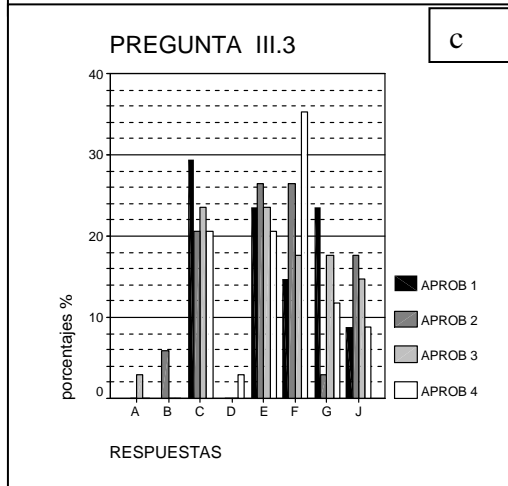
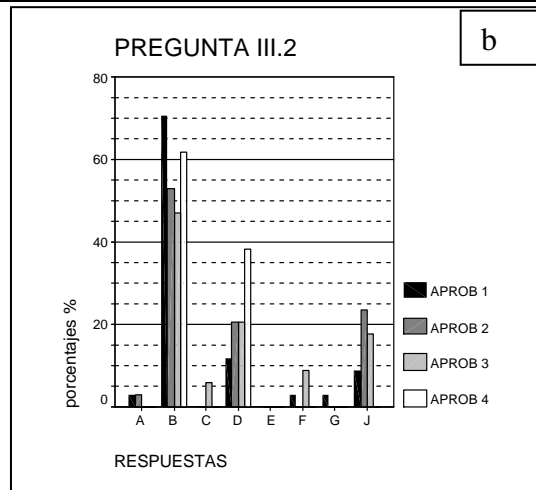
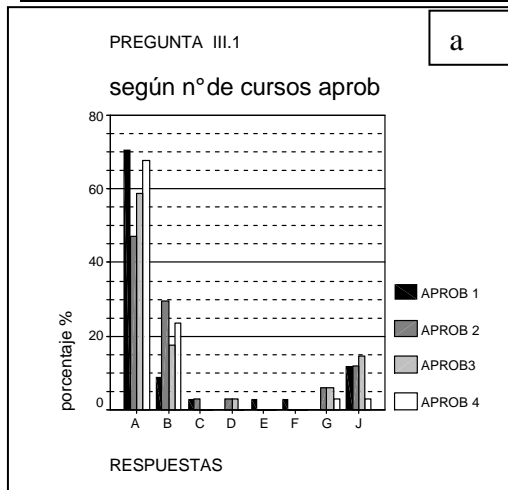
Tabla 6.1

Se presentan los porcentajes de estudiantes que responden las alternativas A, B,..., J, para el ítem III-1, según el número de cursos aprobados. La respuesta correcta a este ítem es B.

Nº cursos aprobados.	1 %	2 %	3 %	4 %
Respuestas				
A	70,6	47,1	58,8	67,6
B	8,8	29,4	17,6	23,5
C	2,9	2,9	0,0	0,0
D	0,0	2,9	2,9	0,0
E	2,9	0,0	2,9	0,0
F	2,9	0,0	0,0	0,0
G	0,0	5,9	5,9	5,9
J	11,9	11,8	14,7	2,9

Los gráficos 6.3a y 6.3b que correspondientes a los ítems III-1 y III-2 reflejan claramente la presencia de la preconcepción en los estudiantes universitarios investigados. Sin embargo, en el ítem III-3, representado por el gráfico 6.3c, las respuestas de los estudiantes son más difusas o diversas. Allí se observa que los estudiantes que asumen correctamente que para que el trineo disminuya la velocidad deberá actuar sobre él una fuerza resultante contraria al movimiento (67,7% en alumnos con cuatro cursos aprobados), nuevamente reafirman la presencia de la preconcepción al responder que la fuerza resultante debe disminuir proporcionalmente con la velocidad (41,2% en alumnos con cuatro cursos aprobados).

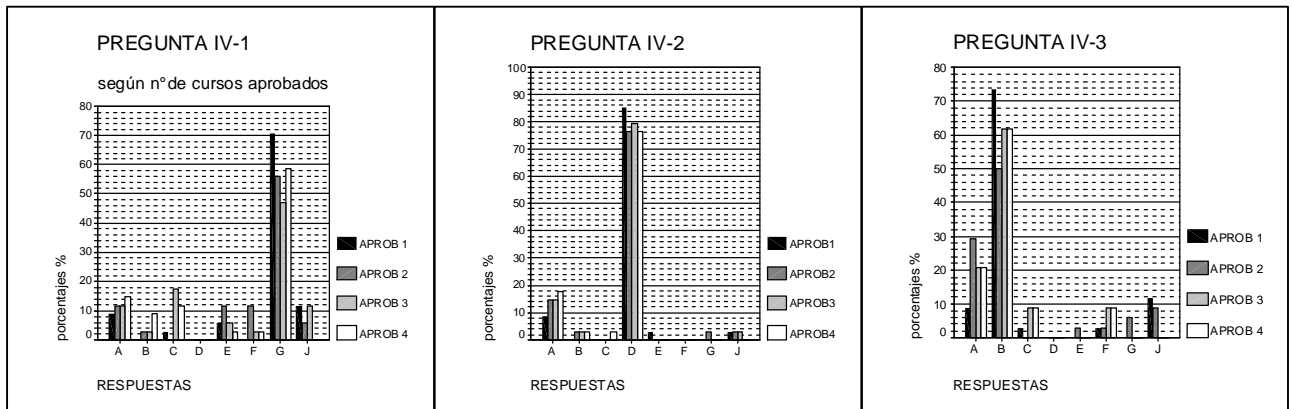
Es interesante apreciar en los gráficos 6.3d a 6.3g como las preconcepciones pregaleanas que sostienen los alumnos se repiten para preguntas o ítems semejantes.



Gráficos 6.3:

Los gráficos representan las repuestas de los estudiantes a la pregunta III del Cuestionario (en anexo A-1) según el número de cursos aprobados.

Las preguntas o ítems IV representa el caso de la moneda lanzada al aire en donde la resistencia del aire es despreciable. El grafico correspondiente al ítem IV-1, la moneda sube libremente y los estudiantes en su gran mayoría contestan que para que esto ocurra debe haber sobre la moneda una fuerza resultante está dirigida hacia arriba y disminuyendo en su magnitud. Que cuando la moneda llega a su máxima altura, la fuerza resultante es cero y cuando desciende la fuerza resultante está dirigida hacia abajo disminuyendo su magnitud



Gráficos 6.4: Se presentan las respuestas a la pregunta IV

Como se puede apreciar en el gráfico 6.5 las respuestas de los estudiantes son semejantes al representado en el grafico 6.4, correspondiente al ítem IV-1. Y efectivamente se mantienen estos porcentajes de aciertos y errores precisamente porque los alumnos, en su gran mayoría, persisten en considerar que la fuerza resultante sobre un cuerpo es proporcional a su velocidad y que lleva la dirección de ella.

Las respuestas correspondientes al ítem VI, confirman los resultados ya obtenidos.

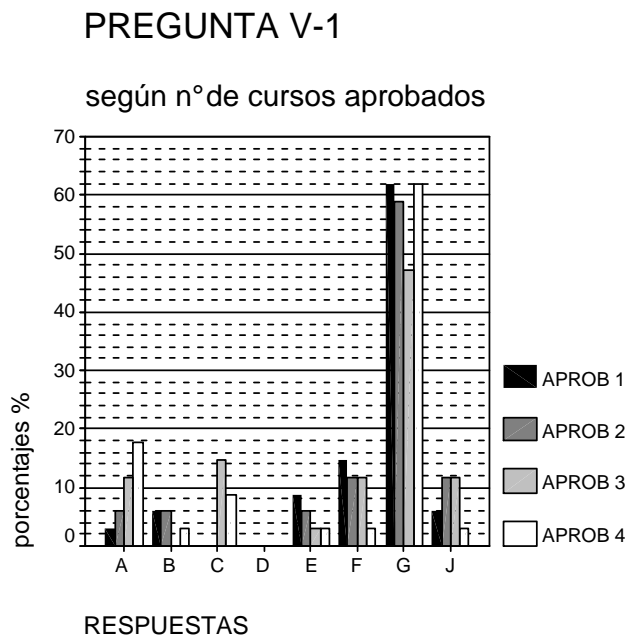


Gráfico 6.5: Ilustra las respuestas dadas por los estudiantes con relación al ítem V-1

En síntesis, las respuestas dadas por los estudiantes reafirman la presencia de dos preconcepciones: la preconcepción de la fuerza impresa y la preconcepción de la fuerza proporcional a la velocidad. De hecho al enfrentar las respuestas a los ítems IV-1 con el ítem V-1, el análisis estadístico nos muestra una correlación lineal bivariada significativa, con un coeficiente de Pearson de valor 0,63 sobre un nivel de significancia del 1%; según se puede apreciar en la representación gráfica mostrada en el diagrama de dispersión del gráfico 6.6.

Nuevamente se observa en las respuestas que aunque los estudiantes hayan aprobado los cuatro cursos de física que les exige su carrera de Ingeniería Civil persisten en ellos las preconcepciones antes señaladas.

Observaciones

Esta es una investigación realizada entre los años 2001 y 2002. Fue publicada en la revista

“VISIONES CIENTÍFICAS”, de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Playa Ancha en el volumen 6, N° 2 del año 2003, en un artículo que lleva el nombre: “Persistencia de concepciones erróneas pregalileanas en los conceptos de fuerza y movimiento en estudiantes universitarios: una evaluación conceptual”.

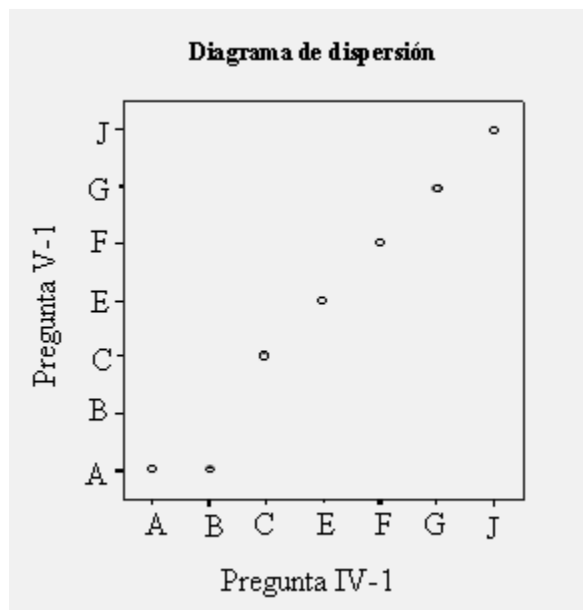


Gráfico 6.6: El diagrama de dispersión muestra una correlación lineal significativa entre las respuestas dadas por los estudiantes en la preguntas IV-1 y V-1.

En el próximo capítulo se describe el modelo didáctico para la enseñanza de la mecánica llamado MODIEME.

CAPITULO 7
LA PROPUESTA DIDÁCTICA DE LA ETAPA III
Modelo Didáctico de Enseñanza de la Mecánica

MODIEME

7. CAPITULO 7: LA PROPUESTA DIDÁCTICA MODIEME (ETAPA III)

7.1. *Un problema didáctico en la enseñanza de las ciencias*

Cuando a un profesor de ciencias se le entrega una asignatura, se interesa entre otros aspectos, en visualizar el programa con los objetivos generales y específicos, un listado de contenidos, y bibliografía.

Lo anterior genera los siguientes problemas:

- El programa no siempre contempla que los fenómenos naturales a estudiar se analicen a la luz de una teoría científica.
- La enumeración de contenidos, sólo conduce a la comprensión de un cuerpo teórico específico que sólo el profesor conoce.
- La secuencia de contenidos presenta un ordenamiento lógico con el fin de comprender al final de la asignatura el cuerpo teórico que sustenta cada contenido.
- En los cursos de Física no es frecuente que los estudiantes logren internalizar que los contenidos estudiados tienen **su base en un cuerpo teórico concreto, sintético, identificable; constituido por una o un conjunto de leyes, construido y aceptado por una comunidad científica.**
- Los alumnos internalizan que en las asignaturas de física “existen muchas ecuaciones”, no siempre asimilan que todas estas ecuaciones son derivables del núcleo duro de la teoría a estudiar.

Una probable solución a los problemas planteados anteriormente podría ser resuelta mediante la comprensión de que todas las ecuaciones, contenidos, leyes derivan del entendimiento del cuerpo teórico único, o **núcleo duro de una teoría científica.**

Dice, a modo de ejemplo, y en relación al núcleo duro, el biólogo ruso-americano Theodosius Dobzhansky: “*nada en Biología tiene sentido si no es a la luz de la (teoría de la) evolución*”. Esto es esencialmente verdadero en cualquier aspecto de la biología, porque la comprensión de todos los fenómenos biológicos está relacionada con la teoría evolutiva neodarwinista, la teoría neutral y/o a los nuevos conocimientos sobre el ADN recombinante, que han enriquecido enormemente, la forma de entender los

procesos evolutivos. Estas teorías conforman la esencia del paradigma evolutivo que es un marco de referencia básico en cualquier investigación biológica.

En el caso de la mecánica clásica **el núcleo duro** lo constituyen: las leyes del movimiento de Newton con la ley de gravitación universal. Para los fenómenos electromagnéticos, las leyes de Maxwell y para los fenómenos biológicos la teoría evolutiva, como se vio con el ejemplo anterior.

En la Mecánica Clásica, establecer un cuerpo teórico que cumpla con sus propósitos ha sido una preocupación de científicos durante aproximadamente 21 siglos, desde Aristóteles (s. IV a. de c.) hasta Galileo y Newton (s. XVII). Son destacables los aportes, argumentaciones y concepciones de Hiparco de Nicea (130 A.c.), Filopón de Alejandría (s. VI), y Buridan (s. XIV), entre otros. Durante todo ese periodo las concepciones teóricas fueron evolucionando, hasta generar un cuerpo teórico consistente, que se conoce con el nombre de teoría newtoniana.

La ecuación fundamental de la teoría newtoniana, o núcleo duro, es la 2ª Ley de Newton, que muestra la relación directa y concisa entre el movimiento de traslación de un cuerpo y el entorno en el cual se mueve. Las otras dos leyes pueden derivarse de esta ley fundamental. Son: la 1ª Ley o ley de inercia y la 3ª ley o ley de acción y reacción.

La Mecánica clásica es un campo cerrado a las corrientes actuales de investigación en Física. Sin embargo, las metodologías de enseñanza de la Mecánica clásica se comportan como un campo abierto a las investigaciones didácticas. Prueba de ello son las modificaciones y reimpressiones que han sufrido los textos de enseñanza de la mecánica tradicionales que se utilizan en los primeros años en las universidades; la gran cantidad de artículos en las revistas especializadas de educación de las ciencias señalando como tratar diferentes temas de la mecánica con el objeto de lograr mejores aprendizajes en los estudiantes; la preocupación de la comunidad científica por encantar a los jóvenes en el estudio de las ciencias, entre otras razones.

7.2. Una metodología didáctica que enfatice el núcleo duro de la Mecánica clásica newtoniana.

Como metodología, se planifica y diseña la asignatura Física General Mecánica I o Mecánica de la partícula para que los estudiantes visualicen que la relación fundamental o núcleo duro de la Mecánica de la partícula está contenido en la 2ª ley de Newton y que, a partir de allí, se explican todos los fenómenos relacionados con el movimiento de un cuerpo.

La idea es que los alumnos conozcan desde la primera clase el cuerpo teórico que se construirá, aunque no logren interpretar significativamente, en esta primera instancia, cada uno de los símbolos que representan las cantidades físicas presentes en este cuerpo teórico.

La hipótesis es que el alumno asimilará y acomodará los contenidos con el propósito de comprender el cuerpo teórico a construir en su mente. Cada vez que estudie un tema irá clarificando este cuerpo teórico con la satisfacción de estar avanzando hacia la comprensión de éste y entender el sentido de cada tema.

Desde el punto de vista didáctico se consideran los conceptos de fuerza (y torque), momentum lineal (y angular) y la energía como fundamentales para explicar y analizar el movimiento de un cuerpo. Estos conceptos han llegado a ser tan importantes que rara vez analizamos un proceso sin expresarlos en función de ellos. Los conceptos de torque y momentum angular no son tratados en este curso, sino en un segundo curso de mecánica.

Esta ecuación fundamental, escrita en la forma

$$\vec{F}_R = \frac{d\vec{p}}{dt},$$

se destaca en cada uno de los temas a tratar en el programa del curso, considerando que:

1° Se reconoce e identifica a \vec{p} , el momentum lineal, como una cantidad física vectorial que permite describir el estado de movimiento de traslación de un cuerpo tomado como partícula.

2° Se reconoce e identifica a \vec{F}_R como la suma vectorial del conjunto de interacciones o fuerzas sobre el cuerpo de interés, cuyo movimiento interesa analizar y los cuerpos que conforman su medio ambiente o entorno.

3° Se define la energía de un cuerpo como la capacidad de este cuerpo de desplazar a otro que se interponga, real o imaginariamente, en su camino.

7.2.1. Descripción de la asignatura

Es un curso teórico destinado a alumnos de Ingeniería que deberá permitir a éstos la construcción de aprendizajes de definiciones, conceptos, leyes en el dominio de la Mecánica de la partícula. En el anexo J se encuentra el **programa revisado** de la

asignatura que oficialmente se llama Física General mecánica I¹³, con el detalle de los objetivos generales del programa, los objetivos específicos de cada unidad, los contenidos, la metodología, bibliografía y sistema de evaluación de la asignatura.

La reglamentación vigente en la Universidad exige que los estudiantes deben tener la misma cantidad de notas o evaluaciones. Se deben rendir como mínimo tres pruebas integrales de coeficiente dos más las notas parciales, coeficiente uno, que estime el profesor. Si el promedio de todas las evaluaciones es 4,0 o mayor que 4,0 (en la escala de 1,0 a 7,0), el alumno queda aprobado y su nota final es el promedio aritmético de sus calificaciones. Si su promedio es menor que 3,5 el alumno queda reprobado, pero si su promedio está en el intervalo que comprende las notas entre 3,5 y 3,9, los estudiantes deben rendir una prueba acumulativa especial o examen. En este último caso la nota promedio tiene una ponderación de un 70% y el examen una ponderación de un 30%. Con esta ponderación el alumno solo puede optar a una nota 4,0, que es la nota mínima de aprobación.

7.3. Descripción del Modelo Didáctico (MODIEME)

El modelo didáctico propuesto para el aprendizaje significativo de la Teoría Newtoniana aplicada en un curso de Mecánica de la partícula, denominado MODIEME, contempla cuatro dimensiones:

- 1) las clases expositivas participativas,
- 2) el taller de aprendizaje cooperativo significativo,
- 3) las disertaciones de los alumnos sobre tópicos relacionados con la historia del pensamiento sobre los conceptos de fuerza y movimiento y
- 4) el portafolio.

En el esquema de la figura 7.1 se muestran los elementos que caracterizan a cada dimensión del modelo y cuyos detalles se describirán a lo largo de este capítulo.

7.4. Planificación de actividades

La asignatura se desarrolla durante un período lectivo de un semestre que consta de 16 semanas, con tres sesiones de 90 minutos en cada semana, según la reglamentación vigente en la Universidad. Se agregan 2 semanas adicionales, las semanas N° 17 y 18 para que los estudiantes rindan las pruebas finales y el examen final que en la universidad se denomina “prueba especial”.

¹³ En este anexo se incluyen los programas de Física general mecánica I y Física general mecánica II.

Se programa la asignatura de modo que la primera sesión de la semana se realiza un día martes desde las 8:00 a las 9:30 hrs. y las otras dos sesiones se realizan un día jueves en la mañana de 8:00 a 11:00 hrs., en horarios continuados con un intervalo de descanso de 10 minutos en el ínter período. La sesión del día martes y la primera del día jueves se destinan a clases tipo expositiva, participativa y la segunda sesión del día jueves se realiza en forma de taller, en el cual se cuenta con la colaboración de un profesor ayudante.

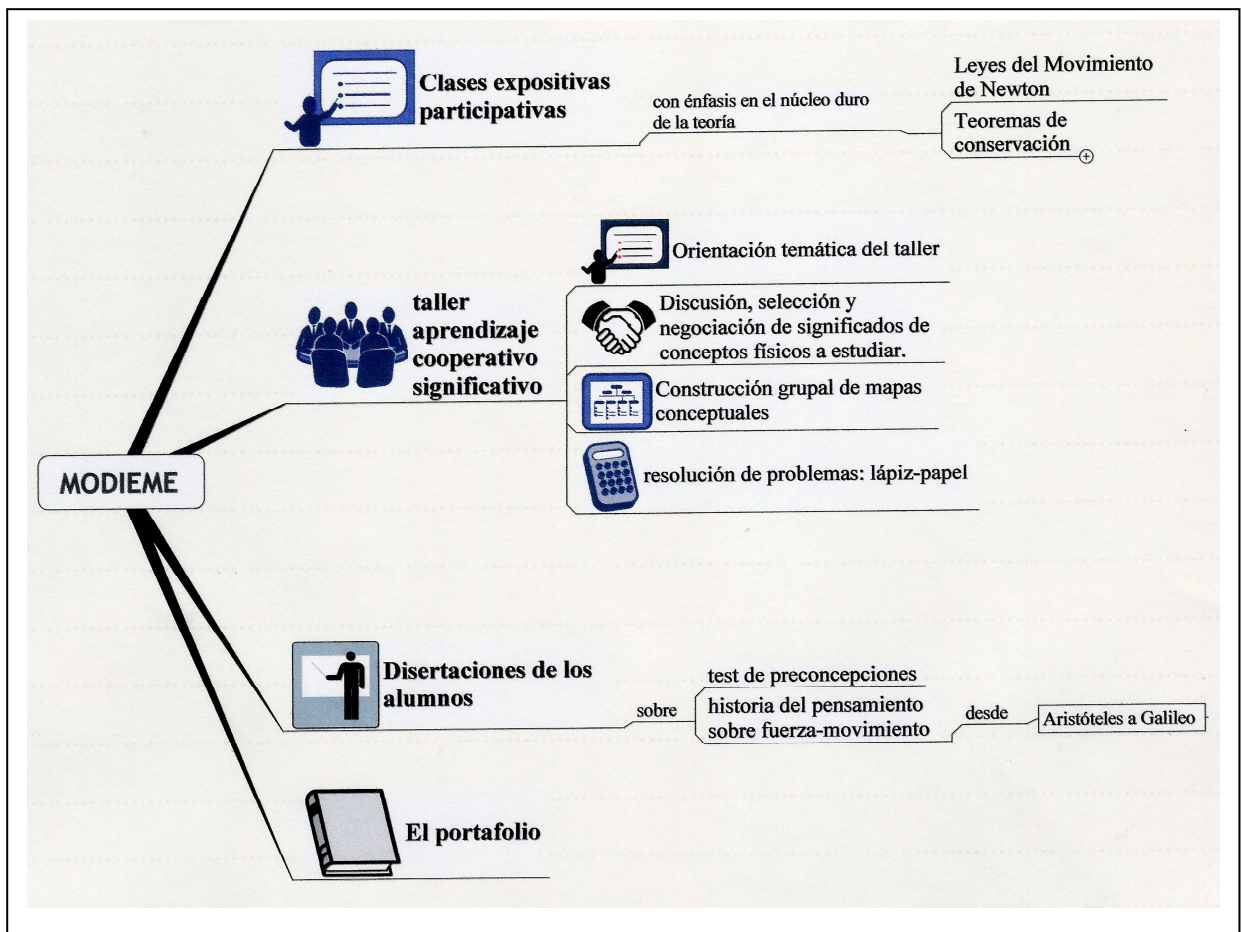


Figura 7.1: Elementos del modelo didáctico de enseñanza de la mecánica (MODIEME).

7.4.1. Las clases expositivas participativas

Durante el desarrollo de la asignatura se exponen 13 módulos instruccionales que contienen el(los) objetivo(s) del módulo, la materia a estudiar o contenidos, ejemplos de aplicación y ejercicios propuestos para resolverlos en el taller.

Se entregan los contenidos de cada módulo en las clases teóricas en las cuales se privilegia la participación de los alumnos haciendo preguntas que provoquen el dialogo. Los ejemplos de aplicación se desarrollan en la clase en función de las dudas. Es importante destacar el grado de experticia del profesor, para que se de cuenta de actitudes tales como la inseguridad, comprensión, duda y desconcierto manifestada por los alumnos a través de un gesto, pregunta, observación o inquietud. El docente puede considerar en sus apuntes algunos ejemplos para una buena explicación de los temas así como las posibles preguntas más frecuentes. Los ejercicios propuestos para trabajar en forma colaborativa, en las sesiones de taller, son publicados en el aula virtual de la Universidad, una semana antes de su ejecución, de manera que los participantes pueden ir preparados para el desarrollo de éste consultando sus dudas en la medida que se avanza en los temas de estudio.

7.4.2. El taller de aprendizaje cooperativo significativo (TACS)

Esta actividad, que estimula el trabajo cooperativo, se desarrolla durante 90 minutos una vez a la semana, con la siguiente dinámica: el profesor hace una pequeña síntesis o repaso de los contenidos del taller durante 10 minutos. Luego solicita a los alumnos que construyan un mapa conceptual con los conceptos contenidos en el repaso y, finalmente, los estudiantes se dividen en grupos pequeños para resolver uno o dos problemas solicitados por el profesor.

Los problemas contenidos en guías de ejercicios denominados también “talleres” son publicados una semana antes de la actividad en el aula virtual de la Universidad. De esta manera los estudiantes pueden preparar el taller, aunque ellos no saben a priori cuales, de los ejercicios contenidos en la guía, se les pedirán al final de la actividad.

Durante la fase de trabajo cooperativo los alumnos tienen libertad de hacer preguntas a los profesores participantes: el profesor del curso y su ayudante. Esto no significa dar pistas de cómo deben relacionarse los conceptos en el mapa conceptual ni como deben resolverse los problemas. Los profesores argumentan con los alumnos con la finalidad de llegar a consensos, compartir significados, acerca de la construcción de los mapas, la interpretación de los enunciados de los problemas, las estrategias planeadas para resolver las tareas, el lenguaje utilizado.

Permanentemente los profesores sugieren a los alumnos acerca de la coherencia que debe existir entre la forma en que relaciona los conceptos físicos en sus mapas y las estrategias utilizadas para la resolución de los problemas. La idea en este punto es que

los estudiantes poco a poco vayan abandonando la tendencia mecanicista del empleo de ecuaciones o “fórmulas” que se ajusten a los datos de los problemas.

Este taller se denomina de aprendizaje cooperativo significativo TACS ya que durante la actividad se motiva a los estudiantes a reflexionar, a discutir, a consensuar con sus compañeros y con los profesores acerca de sus propias ideas, a exteriorizarlas en forma oral como escrita. Durante estos diálogos los profesores deben captar y estar atentos a las preconcepciones de sus alumnos tanto en lo relativo a la construcción conceptual observada en ellos como a sus técnicas de resolución. Se les debe orientar, instándolos a pensar acerca de estos aspectos con diversas situaciones que los pongan en contradicción con sus ideas iniciales para motivarlos a recapacitar y reconsiderar sus ideas.

Durante los talleres los profesores llenan una pauta de observación en la que se destacan dos aspectos:

- la participación real, cooperativa, participativa, óptima de cada integrante en los grupos de trabajo.
- el producto del trabajo mismo que se vierte en la entrega de la tarea que es resuelta efectivamente.

Esta pauta (ver tabla 7.1) contiene el nombre de cada alumno más dos casilleros en los cuales en los que se registran las observaciones mediante un “ticket” (✓), para indicar que se cumple satisfactoriamente con la exigencia o un guión (---) para indicar el no cumplimiento.

Por ejemplo, se observa que el alumno A durante el taller 1 y 2 trabaja activamente en el taller y entrega la tarea resolviéndola efectivamente, sin embargo, este alumno tiene dos guiones en el taller 3 lo que significa que no asistió al taller o que no trabajó en él o su grupo no entregó la tarea.

En el caso del alumno B, asiste al taller 1, pero no trabaja en forma óptima, se manifiesta pasivo, no discute, solo escribe lo que sus compañeros deciden, pero su grupo entrega la tarea. En el taller 2 trabaja en forma óptima y su grupo entrega la tarea, y en el taller 3 trabaja en forma óptima, pero su grupo no alcanza a entregar el taller en el tiempo asignado para ello.

Ambos profesores completan su propia pauta en forma independiente. Luego mediante un proceso de triangulación entre las anotaciones y al final de la sesión de trabajo se tiene el informe final consensuado por los dos profesores.

Tabla 7.1: Pauta de observación del trabajo grupal.

Nombre del alumno	Taller 1		Taller 2		Taller 3	
	Trabaja en forma optima	Resuelve tarea grupal efectivamente	Trabaja en forma optima	Resuelve tarea grupal efectivamente	Trabaja en forma optima	Resuelve tarea grupal efectivamente
Alumno A	√	√	√	√	---	---
Alumno B	---	√	√	√	√	---

Como recompensa al trabajo del taller los alumnos reciben un “plus” para la calificación de la unidad respectiva. Este “plus” tiene los valores 0; 0,1; 0,3 o 0,5 calculado proporcionalmente, según su desenvolvimiento sea nulo, escaso, bueno o muy bueno. A modo de ejemplo si un alumno obtiene una calificación 5,0 en la primera prueba integral y su desenvolvimiento en el taller es bueno, tiene un “plus” de valor 0,3, lo que significa que su calificación subiría a 5,3, lo que es significativo en el momento de calcular las notas finales, que pueden ser definitorias para casos limites.

7.4.3. El portafolio

Es una carpeta que cada estudiante construye con las actividades realizadas en el desarrollo de la asignatura y fuera de las sesiones de clases. Contiene las tareas que surgen de las clases teóricas, los ejercicios de los talleres que ha resuelto en forma cooperativa, otros ejercicios resueltos provenientes de los textos de estudio, las correcciones de las pruebas oficiales, sus lecturas adicionales y todo material que hubiere utilizado en el estudio de la asignatura.

Esta carpeta o portafolios es entregada por los estudiantes al profesor del curso el día en que rinden las tres pruebas oficiales de la asignatura. Su evaluación se califica en cuatro tramos: muy bueno, bueno, deficiente y no entrega; según el portafolio presente las características que se muestran en la tabla 7.2. La idea es que el alumno demuestre todo su trabajo o toda su preparación a través del contenido del portafolio. Este portafolio puede ser grupal (máximo tres personas) o individual.

Los puntajes asignados al portafolio y al trabajo del taller de aprendizaje cooperativo significativo son agregados como un “plus” a la calificación obtenida en cada prueba oficial. Entre los “plus” obtenidos en el trabajo del taller de aprendizaje cooperativo significativo y el “plus” obtenido en el portafolio se saca un promedio. Este “plus-promedio” se agrega a la nota obtenida por cada alumno en la prueba oficial correspondiente.

Por ejemplo, si un alumno obtuviese una nota 5,2 en una de las pruebas oficiales, pero no entrega portafolio ni asiste a los talleres, entonces su nota se conservará en el valor obtenido en su prueba. Sin embargo, si el alumno entrega su portafolio y este es calificado como muy bueno y además obtiene puntaje 0,5 en su trabajo grupal, su nota se incrementará con el “plus-promedio” máximo de 0,5 puntos, obteniendo la calificación de $5,2+0,5=5,7$ en la unidad evaluada. Si el “plus-promedio” de taller y portafolio fuese 0,4 obtendrá la calificación $5,2+0,4=5,6$. Dado que la escala de notas se encuentra en el intervalo de 1,0 a 7,0 no sería posible que un alumno que obtenga una nota 7,0 en su prueba y califique con 0,5 como “plus-promedio” en su portafolio y taller, tenga una calificación de 7,5. En este caso la calificación máxima obtenida será obviamente 7,0.

Tabla 7.2: evaluaciones del portafolio

Calificación del portafolio	Características observadas en portafolio	Puntaje asignado
Muy bueno	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla las tareas encomendadas en la clase. • Desarrolla todos los ejercicios planteados en cada uno de los talleres realizados. • Desarrolla problemas adicionales provenientes de los textos de estudio. • Incluye los mapas conceptuales construidos en forma grupal en los talleres. • La carpeta es ordenada 	0,5
Bueno	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla alguna de las tareas encomendadas en la clase. • Desarrolla todos los ejercicios planteados en cada uno de los talleres realizados. • No desarrolla problemas adicionales provenientes de los textos de estudio. 	0,3
deficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla algunos de los ejercicios de los talleres realizados. 	0,1
No entrega	-----	0,0

7.4.4. Las disertaciones de los alumnos (Jornada Científica)

Durante el transcurso de la primera unidad y exactamente durante la segunda semana de clases los estudiantes eligen temas de disertación entre aquellos que sugiere la profesora. Estos temas tienen relación con las concepciones acerca de la relación fuerza-movimiento a lo largo de la historia, desde Aristóteles hasta Galileo. Los estudiantes deben preparar estas disertaciones para exponerlas después de terminar la unidad de Cinemática y antes de comenzar Dinámica (ver agenda de actividades en anexo C).

Los temas de disertación son:

1. El pensamiento Aristotélico sobre la relación fuerza-movimiento de un cuerpo.
2. Hiparco y la noción de fuerza impresa.
3. Filopón de Alejandría
4. De la reaparición de la fuerza impresa en el siglo XI a la teoría de los ímpetus de Buridan.
5. Galileo y la fuerza impresa en el movimiento de un proyectil.
6. La cuestión del movimiento de un proyectil en un navío en movimiento: Aristóteles, Bruno y Galileo.
7. Las fuerzas que conocemos.
8. Discusión y resultados de una prueba o pre-test tomado a los estudiantes al inicio del curso.

Para preparar los temas desde 1.a a 6., se les entrega a los estudiantes el Libro 2 de la tesis de doctorado del profesor Luís Peduzzi de la Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil: “Las concepciones espontáneas, la resolución de problemas y la historia y filosofía de las ciencias en un curso de Mecánica”, en el cual en el libro 2 trata acerca de “Fuerza y movimiento: desde Thales a Galileo” (Peduzzi, 1998). También se entrega el artículo titulado “La física de la fuerza impresa y sus implicaciones para la enseñanza de la mecánica”, de los autores Peduzzi y Zyberstajn (1997).

El tema 7 es referido a las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza. Para preparar este tema se sugiere a los estudiantes los textos de estudio señalados en el programa del curso y se da libertad para investigar sobre ello.

El tema 8 corresponde a la presentación, análisis y discusión de los resultados del test de preconcepciones aplicado a los alumnos de la asignatura y cuyo formato se encuentra en el anexo A. Este test lo rinden todos los estudiantes la primera semana de clases.

A esta actividad se denomina “Jornada Científica”. Los alumnos la publicitan al interior de la Facultad de Ciencias naturales y exactas. Así la asistencia a esta Jornada se plantea como pública pudiendo asistir alumnos de la Facultad como sus profesores.

7.4.5. La agenda de actividades

Los estudiantes reciben una agenda de actividades que incluye las fechas de cada clase, de todas las actividades a realizar, las fechas de cada prueba oficial, las fechas de las disertaciones de los estudiantes. Estas fechas son consensuadas con los estudiantes.

Incluye, además, las referencias bibliográficas sugeridas para cada módulo de estudio. Esta agenda normalmente sufre modificaciones debido a suspensiones de clases no contempladas, de manera que la agenda que se incluye en el anexo C tiene el detalle de fechas y actividades con que finalmente se desarrolló la asignatura.

La “agenda de actividades”, se construye en base al programa de la asignatura y considera las tres sesiones semanales. Se entrega a los estudiantes para que ellos puedan confrontar y planificar sus actividades con otras obligaciones durante el semestre. Queda constancia que esta agenda puede sufrir pequeñas modificaciones que se publican en el aula virtual de la Universidad. También se consigna en ella los horarios de atención de alumnos.

7.4.6. Las evaluaciones

Según la reglamentación vigente en la Universidad la asignatura se evalúa con tres pruebas integrales (coeficiente dos) más una evaluación parcial (coeficiente uno) que corresponde a las disertaciones de los estudiantes.

El promedio de estas siete evaluaciones constituye la nota final del curso.

7.4.7. La bibliografía

En el desarrollo de la asignatura no se establece ni exige un texto guía, sino que se sugieren las referencias bibliográficas que están contempladas en el programa del curso.

7.4.8. El contrato didáctico

En la primera clase de la asignatura se realiza junto a los estudiantes el “contrato didáctico” que se encuentra esquematizado en la figura 7.2.

Durante esta jornada se presenta y entrega a los estudiantes el programa oficial con sus objetivos, contenidos y la bibliografía recomendada. En esta jornada se comenta cada uno de los textos señalados, sobre su esquema de trabajo, el nivel de los problemas resueltos y propuestos, entre otros aspectos.

También se conversa y discute sobre la metodología de trabajo que se desarrollará en la asignatura. Sobre la Jornada Científica, su organización, y pauta de evaluación. Sobre el trabajo de resolución de problemas en cada taller, la conexión con el aula virtual de la universidad, la firma de las clases expositivas, además de la preparación y evaluación de un portafolio de trabajo.

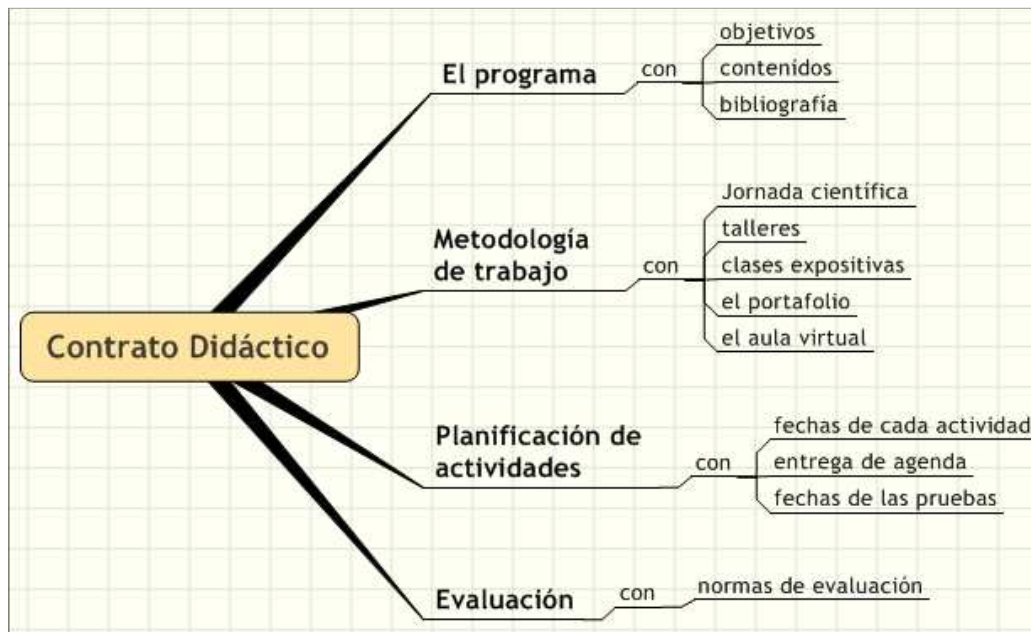


Figura 7.2: Esquema del contrato didáctico realizado con los estudiantes durante el primer encuentro con ellos.

En el siguiente capítulo, el capítulo 8, se incluyen los resultados de la aplicación de MODIEME, correspondiente a:

- La etapa III y
- La etapa V. Se incluye en este capítulo la etapa V dado que los alumnos investigados son los mismos de la etapa III. Ellos declaran sus impresiones sobre la metodología MODIEME, cinco años después de su aplicación.

CAPITULO 8
RESULTADOS DE LA ETAPA III y V

8. CAPITULO 8: RESULTADOS DE LA ETAPA III y V

8.1. RESULTADOS DE LA ETAPA III

8.1.1. La metodología tradicional empleada antes de la experimentación

Durante los primeros semestres de los años 2001, 2002 y 2003 la asignatura Mecánica de la partícula fue dictada por tres profesores diferentes, en cursos integrados, conformados por estudiantes de las carreras de Ingeniería civil industrial (ICI) e Ingeniería civil ambiental (ICA). Las listas oficiales de estudiantes inscritos y entregadas a los profesores incluían el nombre de los estudiantes, pero no su carrera. Por esta razón los profesores no se informan, durante el desarrollo de la asignatura, cuántos alumnos corresponden a cada carrera. Sólo al completar las actas de fin de semestre, ellos las reciben diferenciadas por carreras. Los profesores registran, entonces, el rendimiento de su asignatura en dos actas separadas: una correspondiente a los alumnos ICI y otra para los alumnos ICA. Sólo en ese momento los profesores se enteran acerca de los porcentajes de aprobación de sus estudiantes, según sus carreras.

Los tres profesores que han tenido a cargo la asignatura en los años mencionados, tienen una basta experiencia en docencia universitaria que va desde los 26 a 36 años, enseñando Física. Los tres tienen el título de profesor de Física o de Profesor de Matemáticas y Física, de universidades destacadas del país y dos de ellos tienen el grado de Magíster en Ciencias con mención en Física y experiencia en investigación en su especialidad, Física.

Con el propósito de averiguar el grado de conocimiento de estos profesores acerca de teorías de aprendizaje se les hizo una entrevista semi-estructurada. Esta consistió en un pequeño cuestionario (ver anexo G) cuyas respuestas fueron comentadas en una entrevista posterior. Estos tres profesores, cuya identidad se reserva, cooperaron con esta investigación “solo debido al tiempo que nos conocemos” y en atención al grado de amistad, respeto y compañerismo existente por muchos años. Ellos fueron citados, en forma separada, a una distendida entrevista en la cual la investigadora les pasó la hoja con el pequeño cuestionario para que las leyeran y si lo estimaban necesario podrían contestar en la hoja misma. La entrevista posterior trató solo de un

comentario sobre las impresiones de cada profesor acerca de las preguntas realizadas en el cuestionario.

Sin pretender realizar un análisis exhaustivo de los discursos de los profesores, se comentan a continuación las respuestas dadas por ellos, distinguiéndolos como profesor1, profesor2 y profesor3.

8.1.1.1. Profesor1:

Este profesor declara no conocer los enfoques teóricos educativos de tipo conductistas y cognitivistas mencionados en la pregunta 1 del cuestionario y de los personajes relacionados con estos enfoques, reconoce que “me parece haberlos escuchado alguna vez”, pero no recuerda como relacionarlos con los enfoques educativos.

Lee con detención las preguntas, sonrío y posteriormente se pone serio, piensa y vuelve a sonreír sosteniendo “me parece haber estudiado esto... en mi carrera, pero... qué me voy a acordar (sonríe)... ha pasado tanto tiempo”. Hace gestos con un lápiz, sin escribir como uniendo los personajes señalados en el cuestionario con las corrientes educativas, pero no logra tomar una decisión, entonces me plantea “creo que seré de poca ayuda... la verdad es que Piaget, Vygotsky, Pavlov me parecen personajes conocidos... pero no sé o no recuerdo como asociarlos con estos enfoques..., creo que alguna vez los debo haber estudiado, sin embargo... no recuerdo...”

Declara no necesitar las teorías educativas para desarrollar sus clases de Física y piensa que “estas teorías son algo que las Facultades de Educación deben enseñar”. Sostiene, “en la universidad los alumnos... tienen que adaptarse al profesor que les toca (o que les corresponde)... esa es su obligación... yo creo que eso de las teorías educativas... es para el colegio, en la universidad la cosa es diferente...” Sin embargo al plantearse si él utiliza en sus clases alguna metodología determinada, responde “si, yo creo que si... pero es lo que me ha enseñado la practica... intento explicar con paciencia, pero los chiquillos no tienen paciencia... se aburren, ellos solo quieren hacer ejercicios, que les explique cómo se hacen y... así quedan contentos, pero si tu les cambias el ejercicio... ya no saben qué hacer...”. Pregunto, ¿cómo son tus clases? a lo que el profesor responde sonriendo y un poco incómodo... “bueno, yo llego a la sala, paso la lista (de asistencia), y luego explico las materias que vamos a estudiar durante la clase, explico algunos conceptos y luego resuelvo ejemplos,... eso si, hago muchos ejemplos”. ¿Y los alumnos qué hacen?, “escriben...”. ¿Te hacen preguntas?, “mira, siempre son los mismos... los que hacen preguntas... los demás solo escriben... y otros conversan... no

faltan los que conversan... tu sabes...”. ¿Cómo crees tú que los alumnos aprenden?, se le pregunta al profesor 1 y él titubea al responder, “bueno, por supuesto que deben hacer muchos ejercicios, estudiar clase a clase, consultar sus dudas, ¡es obvio!”

Para evaluar el rendimiento de sus estudiantes en cada unidad temática, realiza pruebas de resolución de problemas, cuya calificación depende de una pauta de corrección diseñada previamente por él. En el caso que los resultados generales de una determinada prueba son deficientes, opina que “tal vez la prueba estuvo un poco complicada o que los estudiantes no estudiaron lo suficiente”, pero en ningún caso se cuestiona acerca de las estrategias utilizadas por él, ya que “en otras ocasiones tuve buenos resultados con problemas similares en otro curso”.

8.1.1.2. Profesor2:

Al comienzo este profesor presenta una actitud de rechazo ante este cuestionario por “considerar que este tipo de estudios raramente permiten llegar a resultados satisfactorios”....

Reconoce que la teoría piagetiana es de corte cognitivista, pero al mismo tiempo asocia a Pavlov también con un enfoque cognitivista. Al consultársele de qué manera recuerda a Pavlov, dice “lo relaciono con experimentos con perros”. A su vez declara ignorar el enfoque teórico educativo de Skinner y de Ausubel y que no sabe nada de Vygotsky. Las restantes preguntas no las contesta ya que “este tema no es mi fuerte” y que “hay otros profesores que ocupan su tiempo a leer sobre estos temas,...a mi me aburren”. El declara probar con diferentes formas de evaluación, como las pruebas de tipo test en las que incluye algunas preguntas conceptuales, pero sostiene “que al final los resultados de los estudiantes son siempre los mismos”. Considera que en su caso ha sido la “experiencia de tantos años haciendo clases” lo que le ha indicado el camino para “hacerse entender” en sus clases y que el rendimiento deficiente de sus estudiantes “se debe a que se preparan a última hora (para las pruebas), que se quedan con las dudas y que algunas veces no tienen una rigurosidad en el estudio”. Con relación a las evaluaciones, se limita sólo a las exigencias mínimas de la Institución. Son pruebas de resolución de problemas de lápiz y papel y “en algunas ocasiones agrego preguntas conceptuales,... pero las respuestas... que dan –los estudiantes- son... (sonríe con desilusión)... por decirlo suavemente... muy infantiles... Por otro lado, a los estudiantes “les cargan” (no les gustan) este tipo de preguntas”. ¿Cómo sabe que “les cargan” este tipo de preguntas?, el profesor responde, “porque (los alumnos) me

preguntan... ¿profesor en la prueba, Ud. hará preguntas de conceptos o definiciones?, ellos necesitan saberlo... parece que su forma de estudiar es diferente según la forma en que se hagan las preguntas...”

8.1.1.3. Profesor 3:

Este profesor declara ignorar el significado de un enfoque teórico educativo conductista y cognitivista, por lo tanto no puede contestar esta pregunta 1 del cuestionario. En la segunda pregunta del cuestionario relaciona a Pavlov con estímulo y si bien es cierto el nombre de Piaget le parece conocido, no logra vincularlo con los conceptos básicos señalados. En la entrevista posterior dice “estos temas los estudié en mi preparación como profesor, pero la verdad es que hoy lo tengo olvidado, además que nunca les di mayor importancia”. ¿Por qué?, “recuerdo que estas clases eran aburridas... con estudiantes de muchas carreras –de pedagogías- de matemáticas, inglés, educación física (o deporte)... todos con intereses diferentes, entonces no veía en estas clases la aplicabilidad directa a las clases de física; ni siquiera se sentía que nuestros profesores de matemáticas o física creyeran a los profesores de educación”.

De lo anterior se desprende que éste profesor desestima las teorías educativas y se puede inferir que no se basa en ninguna teoría educativa para la preparación de sus clases de física, sólo se basa en lo que le dice su experiencia o su intuición. Los resultados deficientes de sus alumnos no le preocupan mayormente ya “que siempre ha sido así” y no cree que las teorías educativas vayan a influir favorablemente en el rendimiento de sus alumnos.

Como se puede observar de las descripciones anteriores, los profesores de Física universitarios, entrevistados, presentan un convencimiento personal demasiado arraigado acerca de la forma en que se enseña física. Se infiere de sus respuestas que su pedagogía es una pedagogía de tipo “empírica-personal”, es decir que se basa fundamentalmente en su experiencia personal, es decir lo que tiene validez es aquello que les dicta la experiencia personal. No se sorprenden de los bajos rendimientos, ya que aceptan como habitual que esto ocurra, lo aceptan como algo normal en un grupo de estudiantes: “siempre ha sido así” o “se preparan a última hora (para las pruebas)” o que los estudiantes “no estudiaron lo suficiente”, desestimando quizás el vínculo entre enseñanza y aprendizaje. Consideran que el aprendizaje es de exclusiva responsabilidad del alumno, de su esfuerzo y dedicación y que la enseñanza ocurre en la clase misma, en donde cada estudiante debe adaptarse a la metodología individual de cada profesor. De

esta manera recae sobre el estudiante un sinnúmero de obligaciones entre las cuales se encuentra la “interpretación” de aquello que dice o hace cada profesor de física en cada una de sus clases. Se infiere que los profesores entrevistados no establecen ninguna relación, ni siquiera causal entre enseñanza y aprendizaje. Al parecer no tienen en cuenta las ideas previas de sus estudiantes, ni siquiera como obstáculo para el aprendizaje. Dan mayor importancia a las actividades de corte procedimental, de resolución de problemas de lápiz y papel y esperan de los alumnos destrezas adicionales como en lo relativo a lo conceptual y actitudinal.

Las asignaturas dictadas se desarrollaron con una metodología tradicional: transmisión-recepción de conocimientos, de exposición frontal, sin mayor participación de los estudiantes y las clases fueron desarrolladas siguiendo la esquemática presentada por los libros de texto y según el orden estricto de los programas de la asignatura, se ignora y también se desestima la influencia que podrían tener en su práctica educativa, los aportes de la psicología cognitiva así como de la epistemología.

8.1.2. La carrera de Ingeniería Civil Ambiental (ICA)

La carrera de Ingeniería Civil Ambiental (ICA) conduce a la obtención del título profesional e Ingeniero Civil Ambiental. El Ingeniero Civil Ambiental es un profesional que dispone de niveles y visiones generales e integrales de los procesos ligados al quehacer de la Ingeniería, al mismo tiempo que un conocimiento cabal de los procedimientos técnicos, legales y administrativos necesarios para planificar, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería que incluyan estudios de impacto ambiental y soluciones tecnológicas, tendientes a prevenir, resolver y manejar problemas ambientales del país, con el fin de contribuir al desarrollo sustentable y a la conservación del ambiente, ayudando a preservar los derechos constitucionales de vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

En su plan curricular contempla asignaturas en diferentes áreas, tales como área de ciencias básicas y matemáticas, área de ciencias de la ingeniería, área general, área de la especialidad y dos prácticas industriales. La carrera tiene una duración de seis años.

En el área de ciencias básicas y matemáticas se encuentran asignaturas tales como, Álgebra, Cálculo Diferencial, Cálculo Integral y Series, Cálculo Multivariante, Ecuaciones Diferenciales, Métodos Numéricos, Álgebra Lineal, Estadística, Mecánica, Electromagnetismo, Ondas y Física Moderna, Biología General, Biología y Ecología de

Sistemas, Biodiversidad y Cambio Global, Microbiología, Química General, Química Orgánica, Química Analítica, Bioquímica y Laboratorios de ciencias.

Las asignaturas de Física, son cuatro. Se comienza el estudio de la Física con dos cursos de Mecánica que se llaman Física General: Mecánica I y Física General: Mecánica II. El primer curso corresponde a una Mecánica de la Partícula y el segundo a una Mecánica del Cuerpo Sólido, que incluye además las unidades correspondientes a oscilaciones y gravitación. Las otras dos asignaturas son Electromagnetismo y el curso de Ondas y Física Moderna.

La asignatura Física General: Mecánica I se imparte en el 3° semestre de la carrera, teniendo como pre-requisitos las asignaturas de álgebra y los cálculos diferencial e integral. Los alumnos que reprueban esta asignatura o aquéllos que requieren cursar la asignatura durante el 4° semestre se inscriben junto a los alumnos de Ingeniería Civil Industrial (ICI), dado que en su plan de estudios tienen la misma asignatura, pero en el 2° semestre. Por otro lado, los alumnos ICI también pueden cursar la asignatura durante el 1° semestre de cada año junto a los alumnos ICA. Es así que históricamente los alumnos de ICA e ICI cursan la asignatura, en forma conjunta durante el 1° y 2° semestre de cada año.

8.1.3. Acerca de los resultados de los estudiantes ICA en la asignatura Física general mecánica I, en los años precedentes a la aplicación de MODIEME

Los profesores de Física que han dictado la asignatura se enfrentan a grupos de estudiantes de ingeniería de aproximadamente 60 alumnos. En estos grupos habitualmente son mayoría los estudiantes correspondientes a ICI. La asignatura es dictada sin que el profesor pueda distinguir qué alumnos pertenecen a ICI ó a ICA. Sin embargo las actas de notas o de término de la asignatura son impresas de manera separada, es decir, los profesores registran la evaluación final de sus alumnos en dos actas separadas, una para los de ICA y otra para los de ICI. Sólo al llenar estas actas los profesores se dan cuenta acerca del bajo rendimiento de los alumnos ICA, de los bajos porcentajes de alumnos aprobados en comparación con los alumnos ICI, pero sin ninguna posibilidad de revertir esta situación. Tampoco tienen la posibilidad de informarse si estos alumnos han rendido la asignatura por primera o segunda vez.

Con el objeto de apreciar la tasa de aprobación de los alumnos ICA, los porcentajes de alumnos que reprueban, se retiran de la asignatura y su bajo rendimiento,

se han revisado las actas finales y las “cartolas” correspondientes a los primeros semestres de los años 2001, 2002 y 2003, cuyos resultados se muestran en la tabla 8.1. Allí se puede observar que la cantidad de alumnos aprobados son 20%, 11% y 27% para los años 2001, 2002 y 2003,

respectivamente; que los porcentajes de alumnos que terminan el curso y reprueban son 60%, 56% y 59%, que los porcentajes de alumnos que se retiran del curso son 20%, 33% y 14%, respectivamente. Estos alumnos que se retiran durante el desarrollo de la asignatura finalmente aparecen en las actas como

alumnos reprobados si es que han rendido por lo menos una de las pruebas oficiales que exige la universidad. Así los porcentajes de alumnos que finalmente aparecen como reprobados en las actas son de 80% para el 2001, de 89% para el 2002 y de 73% para el 2003. Es importante destacar que las pruebas no rendidas por los estudiantes son calificadas con una nota 1,0. Entonces en las actas, en las cuales sólo se registra el promedio de cada alumno aparecen alumnos con promedios muy bajos. Para averiguar qué alumnos han terminado la asignatura rindiendo todas sus pruebas, se recurrió a un instrumento que la universidad llama “la cartola”. En esta “cartola” los profesores deben registrar la asistencia de los estudiantes, las fechas de las clases, los temas tratados en cada fecha, las calificaciones o notas parciales (coeficiente uno) y las notas integrales (coeficiente dos). También se registran los datos del profesor y los datos correspondientes a la asignatura. Si bien es cierto “la cartola” no es un instrumento oficial en todas las universidades del país, en esta universidad su uso es obligatorio para todos los profesores y se utiliza como una forma de respaldar la información contenida en las actas oficiales.

En la tabla 8.1 se consignan también los promedios correspondientes a las notas finales. Estos son 3,1 para el 1° semestre del año 2001, 2,9 para el 1° semestre del año

Tabla 8.1:
Porcentajes de alumnos aprobados, reprobados, retirados y sus promedios de notas, en la asignatura Física general mecánica I en el primer semestre de los años 2001, 2002 y 2003.

	1° SEMES TRE 2001	1° SEMES TRE 2002	1° SEMES TRE 2003
% alumnos aprobados	20	11	27
% alumnos reprobados	60	56	59
% alumnos retirados	20	33	14
Promedio en la asignatura	3,1	2,9	3,1
Desviación Standard	1,11	1,02	1,05
varianza	1,23	1,05	1,22

2002 y 3,1 para el 1° semestre del año 2003; teniendo en los tres casos desviaciones standard semejantes.

Usando el programa estadístico SPSS se ha comprobado el carácter normal de las distribuciones de las notas finales de cada grupo y también el grado de semejanza, en cuanto al rendimiento, de los tres cursos descritos.

Los grupos de estudiantes se han denominado de la siguiente manera:

Clave del grupo de estudiantes	Grupo de estudiantes que cursan...	característica
101	1° semestre del año 2001	grupo control
102	1° semestre del año 2002	grupo control
103	1° semestre del año 2003	grupo control
203	2° semestre del año 2003	grupo experimental
104	1° semestre del año 2004	grupo experimental

Para confiar en la semejanza de los tres grupos control se han comparado las medias o promedios en cada asignatura (el rendimiento) y se ha aplicado la prueba T para muestras independientes con un grado de confianza de un 95%. Así en la tabla 8.2 se presentan los estadísticos descriptivos de cada grupo que se compara, así como la prueba T para cada par de grupos de alumnos independientes. Así se puede asegurar, entonces que el comportamiento de los grupos de estudiantes no tienen grandes variaciones, manteniéndose en el tiempo un bajo rendimiento y una alta tasa de reprobación en la asignatura Física General Mecánica de la partícula.

Tabla 8.2:

Estadísticos descriptivos y prueba T para cada par de grupos de alumnos independientes, tomados como control, con el fin de estudiar el comportamiento de estos grupos con relación a su rendimiento.

a) comparación de rendimientos de grupos 101 con 102:

grupos 101con102	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	T	gl
1°sem2001	10	3,1	1,1076	,3503	0,452	24
1°sem2002	16	2,9	1,0236	,2559		

b) comparación de rendimientos de grupos 101 con 103:

grupos 101con103	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	T	gl
1°sem2001	10	3,1	1,1076	,3503	0,097	32
1°sem2003	24	3,1	1,1196	,2285		

c) comparación de rendimientos de grupos 102 con 103:

grupos 102con103	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	T	gl
1°sem2002	16	2,9	1,0236	,2559	0,577	45
1°sem2003	31	3,1	1,1034	,1982		

De esta forma se verifica la hipótesis nula comprobando que no existe diferencia significativa en los promedios de los tres grupos estudiados, a pesar que las asignaturas fueron dictadas por profesores diferentes.

El gráfico 8.1 ilustra en forma esquemática la tasa de aprobados, reprobados y retirados de la signatura Física General Mecánica en los períodos académicos correspondientes al primer semestre de los años 2001, 2002 y 2003.

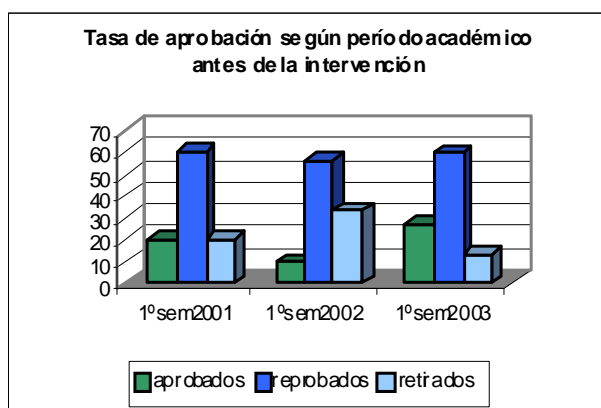


Gráfico 8.1: Cada columna muestra los porcentajes de aprobación, reprobación y de alumnos retirados en los períodos académicos correspondientes al 1º semestre de los años 2001, 2002 y 2003.

8.1.4. Resultados del pretest aplicado a los estudiantes para identificar el grado de presencia de preconcepciones en los estudiantes

8.1.4.1. Determinación del conocimiento previo

Para determinar el conocimiento previo de la muestra o del grupo de 24 estudiantes se realizan dos acciones: un pretest, denominado “test de preconceptos” (ver anexo A1, instrumento N° 1, y una entrevista posterior con el fin de comentar los resultados generales de este test.

Este test, validado en una investigación anterior (López et al, 2003), tiene como objetivo averiguar en qué grado se encuentran presentes en estos estudiantes las preconcepciones acerca de la relación fuerza y movimiento, que la comunidad de

investigadores reconoce acerca de las ideas o concepciones intuitivas sobre el tema.

Estas preconcepciones son:

- a) que no hay fuerzas actuando sobre un objeto que se encuentra en reposo,
- b) que la fuerza total sobre un objeto en movimiento lleva la dirección del movimiento,
- c) que la magnitud de la fuerza aplicada a un objeto es proporcional a su velocidad y
- d) que los objetos se mueven porque contienen una fuerza o que los objetos se mueven con fuerza como una propiedad intrínseca en ellos.

Este test fue contestado en forma anónima por todos los estudiantes y sus resultados en forma más detallada se encuentran en el anexo A2. En este capítulo se pondrá mayor atención al grado en que se presentan las preconcepciones en el grupo de estudiantes investigados, expresados en porcentajes.

En cada una de las respuestas dadas por los estudiantes, se encuentran presentes las preconcepciones antes señaladas con las letras a), b) c), y d) del párrafo anterior. Del análisis de las respuestas del pretest se puede inferir que las ideas intuitivas señaladas se encuentran presentes porcentajes altos, como se puede apreciar a continuación:

- El 95% cree que cuando es lanzada una moneda hacia arriba, la fuerza total sobre ella es nula al detenerse momentáneamente antes de descender. Esta idea se confirma en otras preguntas semejantes en el test. Sin embargo, al comentar con los estudiantes esta respuesta en las entrevistas posteriores los estudiantes argumentan que la “fuerza sobre la moneda disminuye hasta quedar nula” y que después “actúa la fuerza de gravedad para que la moneda descienda”, habiendo una coincidencia, en este aspecto, en el 95% de los estudiantes. A pesar de lo anterior al consultársele el caso de un cuerpo en reposo sobre una mesa el 90% de los estudiantes reconoce la existencia de la fuerza de gravedad, y que ésta se anularía debido a la mesa, es decir que “habría una anulación de fuerzas”. Cuando se les pregunta sobre la acción de la fuerza de gravedad al momento en que la moneda se detiene, los estudiantes responden en un 70% que la fuerza de gravedad disminuye con la altura ocurriendo un fenómeno de “ingravidez” al momento de detenerse.
- El 70% cree que al subir libremente una moneda que es lanzada al aire, la fuerza total sobre ella esta dirigida hacia arriba y disminuye. Al consultar esta

idea en la entrevista sugieren que “si el cuerpo sube es porque hay una fuerza que lo eleva” y cuando se les pregunta por qué se detendrá posteriormente, argumentan que “la fuerza que eleva a la moneda decrece en magnitud hasta que se anula”.

- El 80% cree que se debe aplicar una fuerza constante para que un trineo se mueva con velocidad constante en una superficie horizontal lisa.
- El 65% cree que se debe aplicar una fuerza de magnitud creciente para que un trineo aumente su velocidad y que la fuerza debe llevar la misma dirección que la velocidad del trineo.
- El 70% de los alumnos cree que al dar un “empujón” sobre una caja de fósforos, la fuerza aplicada permanece en el cuerpo y disminuye en la medida que el cuerpo se detiene (ver figura A2.1 del Anexo A2). Es importante señalar que al momento en que los estudiantes se enfrentan al test, me mostró la acción de “empujar”, una caja de fósforos sobre el escritorio de la sala y quedó claro que la fuerza del “empujón” correspondía al impulso inicial que la mano daba a la caja para iniciar su movimiento. Las argumentaciones son que “F representa la fuerza que empuja para que el bloque se mueva hacia delante”, queriendo indicar que para que el bloque se mueva hacia delante debiera existir una fuerza que lo obligue a moverse hacia delante. Lo reitera otro estudiante al afirmar “F es la fuerza que actúa sobre la caja para que se mueva y... siga moviéndose”. Sin embargo, al preguntarles ¿por qué se detiene?, el 100% responde que “es debido a la fuerza de fricción”. Cuando se les pregunta ¿qué pasa con F cuando el cuerpo se detiene?, las argumentaciones de estos estudiantes son que “F desaparece”, o que “el cuerpo se detiene porque F disminuye” y al pedirles relacionar el rozamiento con la presencia de esta fuerza impresa F se presenta la siguiente respuesta: “el cuerpo se detiene ya que F se anula con el roce”. Aquí se manifiesta con mucha claridad la preconcepción señalada con la letra d) y la presencia, en la estructura cognitiva de este porcentaje de alumnos, de la concepción de fuerza impresa de Hiparco. Para Hiparco de Nicea, esta fuerza (la del “empujón”) es absorbida por el objeto y disminuye gradualmente a medida que el objeto se mueve (Pedeutzi, 1998).

Con relación a esta última idea, se les comentó, durante la entrevista, un hecho frecuente que sucede en la ciudad en que se encuentran los estudiantes investigados. La

ciudad de Valparaíso es un puerto al que acceden muchos camiones de carga y para ingresar a ella desde la carretera, los vehículos deben descender desde las montañas, unos cuantos kilómetros, son alrededor de 10 Km., siendo los últimos de mayor pendiente. Lamentablemente, es frecuente que ocurran algunos accidentes en los cuales los vehículos mas pesados, camiones con carga, se le “cortan los frenos” descendiendo libremente e impactando sobre unas barreras que se han puesto al final de la carretera. Ante esta situación, conocida por los estudiantes, se les pregunta, ¿cómo explicas esto? Los estudiantes responden que al “cortarse los frenos los camiones agarran (adquieren) mucha fuerza”, “chocan con mucha fuerza”. Al preguntar ¿por qué esto no ocurre con los automóviles? Las respuestas coinciden en que éstos “bajan con menos fuerza”, “ya que son más livianos”. Estas argumentaciones permiten inferir que los estudiantes conceptualizan “la fuerza resultante sobre los vehículos” como una propiedad que depende de sus características propias, desconociendo la influencia del medio externo en el movimiento. Este concepto de “fuerza intrínseca” de los estudiantes es más coincidente con el concepto newtoniano de momentum lineal o cantidad de movimiento lineal.

8.1.4. Estructura cognitiva inicial de los estudiantes.

A partir de los resultados del presente test se puede inferir que los estudiantes presentan inicialmente, antes de la intervención didáctica, preconcepciones pregalileanas caracterizadas por un predominio del pensamiento lógico-concreto de carácter empírico-inductivo, los esquemas de razonamiento están basados en su experiencia personal, en su sentido común. Se observa una deficiencia y dificultad para adecuar su razonamiento al razonamiento hipotético deductivo típico del conocimiento científico. Cuando los estudiantes responden las preguntas del test no están pensando en las leyes del movimiento para deducir las respuestas. En ese sentido se puede inferir que el pensamiento de los estudiantes no está gobernado o fundamentado por las leyes físicas, sino que por leyes empíricas personales. Esta situación llama mucho la atención, ya que estamos hablando de estudiantes cuyas edades fluctúan entre los 19 y 21 años y según la teoría Piagetiana, los adolescentes a esta edad deberían ser capaces de deducir conclusiones no sólo basándose en la realidad sino que también a partir de algunas hipótesis. Deberían operar con proposiciones, enunciados o afirmaciones del tipo “si, entonces”, pero sus esquemas de conocimientos son coincidentes con los esquemas de conocimientos de alumnos en enseñanza secundaria muchas veces investigados.

Cabe preguntarse dos cosas, primero ¿por qué no se ha desarrollado en ellos el pensamiento formal, hipotético-deductivo? No es que se espere que desaparezca el pensamiento concreto, ya que desde la perspectiva piagetiana el pensamiento formal surge del pensamiento concreto, se sustenta en el pensamiento concreto, se sigue necesitando. Lo que llama la atención es que a la edad de estos estudiantes universitarios debiera haber un mínimo cuestionamiento ante preguntas tan simples como las que contiene el test. La segunda pregunta que surge a la luz de estos resultados y de la investigación explicada en el capítulo 6 de esta tesis, es que, si ¿será posible desestabilizar o desequilibrar estos esquemas de conocimientos de manera que las respuestas de los estudiantes sigan esquemas formales fundamentados en leyes físicas abandonando, por lo menos en el contexto académico, sus creencias de sentido común?

Se espera que la aplicación del modelo de enseñanza denominado MODIEME dé una respuesta afirmativa a la segunda de estas preguntas.

Como respuesta a la primera de las preguntas se ha recurrido a la entrevista final con los estudiantes, tratando de encontrar con ellos las causas de la ausencia de un razonamiento tipo hipotético-deductivo. A pesar que los estudiantes conocían acerca de la investigación a la cual estaban sujetos y accedieron a ella, sin dificultad, sus identidades se han resguardado mediante un nombre ficticio que se ha formado combinando en forma arbitraria el nombre y apellido de cada uno de ellos. Se ha usado esta combinación para facilitar su identificación en esta investigación.

BADAVI: en las líneas 8 a 14 de su entrevista, declara que *“en el colegio (secundario) que estudié vimos muy poca física”, “es que el profesor que teníamos era un profesor de biología”, “los vectores nunca los vimos”, “casi siempre se trataba de aplicación de fórmulas en que se tenían todos los datos”*.

CARMOCLAU: sostiene, en las líneas 21 a 27, que *“la base del colegio es mala....en el colegio enseñaban que la fuerza es igual a... que se yo o formulas básicas de distancia/tiempo, la velocidad y todo eso, entonces nooooo....era súper básico...era como pa´que (para que) tuviéramos física nomás, entonces tuvimos súper poco de vectores y todo eso.... y yo no me acordaba mucho tampoco y así lo que tuve que hacer es estudiar pa´la (para la) 1ª (prueba) ya que la física sin vectores no se puede, entonces...”*

GONZACA: en las líneas 216 a 217, sostiene que en el colegio (secundario), los cursos de física “...eran muy básicos,... hacíamos circuitos, con ampolletitas... y cosas así, nunca vi esto. Mi profesor era... creo que era ingeniero...”

LORCAGUS: en las líneas 50 a 55, la física que se enseñaba en el colegio era “... súper básica... en el colegio no se estudiaba, porque era demasiado fácil y es que mi curso era muy malo,... entonces como mi curso era muy malo, mi profesor no podía exigir mucho”.

PARRARIEL: en las líneas 17 a 19 y en 26 a 28, declara que “...a mi me gustaba (la física en secundaria). Mi profesor era un buen profesor... era ameno y divertido. Era de esos profesores que a veces te sacaban al patio para mostrar una estructura metálica o a hacer un experimento... me gustaba”. Con relación a los alumnos que les iba mal, “yo creo que a lo mejor no hacían los ejercicios, porque no le ponían empeño en hacerlos. Pero eso es lo que yo creo... mmm igual yo creo que algunos eran medio flojos y en física uno tiene que estar pensando siempre”.

PERALMAR: cree que las dificultades encontradas en la asignatura se deben, en líneas 196 a 197, a que “... tengo muchos vacíos con respecto a las matemáticas... fundamentalmente eso”. En líneas 212 a 213, “... normalmente cuando uno estudia física ¿qué hace?, puros ejercicios, se aprende las cosas mecánicamente...”

VALENAR: en las líneas 56 a 58, sostiene que (cuando tenía pruebas en el colegio) “... por los datos me manejaba.... si me daban una distancia, decía busquemos una fórmula que tenga distancia. Y si la velocidad era uniforme buscaba si tenía distancia y tiempo,... era un manejar y jugar con las ecuaciones.” En líneas de 78 a 79, reconoce no haber cursado física en el colegio, ya que “estudié en un colegio técnico y sólo nos abocábamos a lo relacionado con el oficio para trabajar,... solo ocupábamos fórmulas para usarlas en el trabajo”.

VARJU: en las líneas 202 a 206, con relación a la “... (enseñanza) media no aprendí nada. Me pasaron ondas y un par de cosas... y era muy desordenado y... nunca me dediqué a estudiar, además estuve estudiando en el tiempo en que los profesores estuvieron en huelga en su lucha por aumentar los sueldos, así es que habían re-pocas clases... y (por otro lado) era desordenado...”

VELMARI: en líneas 305 a 309, “Cuando estaba en el colegio me gustaba física. Y después cuando llegué (a la Universidad), todos hablaban de física, con terror y

yo decía (que) si a mi me gusta, me tiene que ir bien, pero cuando los ejercicios de las pruebas me empezaron a salir mal, ahí yo dije aahhh... nooo..., esto no (puede ser)”. En líneas 319 a 320, (cuando uno ingresa a la Universidad) “...uno mismo se tiende a equivocar por contestar a la rápida, sin pensar”.

Según las declaraciones de los estudiantes, la ausencia de un pensamiento hipotético deductivo inicial estaría relacionada con una enseñanza de la física que enfatiza un aprendizaje memorístico, mecánico, de aplicación mecánica de formulas, que no estimula el análisis crítico, ni tampoco la discusión crítica. Quizás se deba a que un número considerable de profesores que enseñan Física no son pedagogos en la disciplina, sino que algunos son profesores de biología o ingenieros como se ha investigado en nuestra realidad por Claro (2003) y como se ha descrito en el capítulo 1 de este trabajo.

En el caso de los alumnos repitentes y ante la pregunta ¿por qué crees tú que reprobaste la primera vez que cursaste la asignatura?, algunas de las respuestas de los estudiantes son las siguientes:

BADAVI: en líneas 16 a 30, *“Las (pruebas) las encontraba muy difíciles... no entendía las preguntas...me ponía nervioso y al final respondía sin pensar...”, “entendía la materia... pero no sabía como resolver los problemas... no podía”.* Además, en líneas 2 a 4, sostiene que *“La primera vez lo hice (o lo cursé, fue con) con otra carrera y éramos como ochenta alumnos en la sala, entonces era difícil poner atención a la clase porque... me costaba concentrarme...”*

CHAMOMU: en líneas 173 a 180, *“no me gustaba (la física del colegio secundario)... porque no,... nunca le entendí muy bien a los profesores que... (me hicieron clases)... No me tocó ningún profesor como que me entusiasmará con la física y que hiciera que me gustara”.* Con relación a la física en la universidad ella manifiesta no entender por qué le va mal o por qué reprueba la asignatura, en líneas 17 a 18, sostiene: *“quizás no se estudiar, tengo mal método de estudio, no se...”*; en líneas 36 a 37: *“soy demasiado insegura. O sea si sé algo, no sé si estará bien... no confío demasiado en mi...”.* Encuentra más difícil física que cálculo, porque (en líneas 56 a 58): *“es que cálculo es más... son como más métodos, entonces son todos los ejercicios parecidos, y uno teniendo una idea de*

cómo se hacen ya puede hacer los demás... son como bien parecidos". También declara no entender el lenguaje, en línea 89: *"a veces no entiendo bien lo que quiere decir"*, refiriéndose al enunciado de los problemas. Da importancia a la memorización de fórmulas, en líneas 120 a 121: *"me aprendo las fórmulas de memoria"*, para aplicarlas según sea necesario, en líneas 127 a 128: *"y después trato de pensar en los datos que me dan y cómo relacionarlos (entre ellos) y (con) lo que me preguntan"*

GONZACA: en líneas 165 a 167 explica que la primera vez que cursó y reprobó la asignatura *"...éramos tantos (en la sala)..."* y *"...la mayoría (de los estudiantes) se amontonaban (o agrupaban) adelante y yo que siempre quedaba atrás, no captaba mucho"*

GONZALORE: en líneas 289 a 290, *"...en física necesito ayuda, porque a mi no se me ocurren las cosas sola"*. En líneas 300 a 302, *"Uno de mis problemas es que de repente memorizo las cosas y otra cosa es que como estudiaba en grupos (grandes), al final era pura chacota (diversión) y no... y por eso me iba mal, porque de estudiar igual estudio"*. En línea 295, *"... (los grupos de estudio deben tener) a lo más dos personas más, a lo más"*. Reconoce la urgencia del pensamiento reflexivo en las líneas 312 a 313, *"(en cálculo) es más mecánico, (sin embargo) aquí (en física) se cambia un poquito un problema y ya el problema es otro muy distinto... hay que pensar mucho...:"*

MATUMA: en líneas 15 a 20 expone *"...la física que me hicieron en el colegio... me daba mala base. Quizás sea por eso... que no me atraiga tanto la física..."*. Reconoce que estudiar matemáticas es diferente, *"...tengo más facilidades con las matemáticas..."* *"...me gusta un poco más la matemática..."* *"...de repente no estudio mucho e igual me va bien..."*. En líneas 24 a 25 se refiere al estudio en física, reconociendo que *"quizás tenga un poco más de estudio, comprender,... en realidad no es tanto hacer ejercicios, sino que es comprender lo que hay..."*

NURRO: en líneas 8 a 11 reconoce tener dificultad para resolver algunos problemas, *"...yo puedo leer una, dos, tres o cuatro veces la materia (de estudio) después me pongo a hacer ejercicios... de los libros, los hago, pero después me ponen una pequeña dificultad y... no se enfrentarlos"*. Reconoce en líneas 13 a 16 que al resolver problemas copia los mecanismos de resolución usados con anterioridad, *"trato de comparar eso (lo nuevo) con otra cosa que yo haya hecho con anterioridad"*, *"y así nunca me ha funcionado"*. Cree que la imaginación es

fundamental y parte de sus dificultades, líneas 18 a 20: “*yo creo que ese es mi gran problema con la física, nunca me he podido imaginar realmente como es (una situación dada)... como funciona...*”, “*... (antes) ni siquiera hacía los dibujitos, como para tratar de imaginar*”.

PARRARIEL: en línea 7 sostiene que en la universidad “*...era difícil estar en clases de física con tanta gente*”, refiriéndose a los cursos de física masivos. También culpa su reprobación anterior y bajo rendimiento a la muerte repentina de su madre que al mencionárselo afirma, en línea 13, “*ni me lo recuerde... por eso estoy haciendo el curso por segunda vez*”.

VELMARI: en líneas de 84 a 91 declara que “*yo creo que ha sido el formato de las pruebas – eran de tipo test – porque yo me acuerdo que para la 1ª prueba profesora, yo me hice todos los ejercicios del Serway y llegué a la prueba y era con alternativas... y de repente... como que era como pura materia y yo me acuerdo que las dos primeras hojas del cuaderno tenían casi lo mismo (de algunas preguntas)... yo hice mas ejercicios...(la profesora) sacó no se cuantas (un sinnúmero de) preguntas y ay... y los (compañeros) que estudiaron solamente del cuaderno sacaron 5,0*”, queriendo indicarme que obtuvieron mejores notas. Insinúa que para resolver problemas no es necesario repasar los contenidos o la materia, es decir que se estudia de manera distinta según la forma en que el o la profesora de física confeccione las pruebas. Así reconoce en líneas 99 y 100 “*...no creo que (la profesora) pregunte algo así y me dedique a hacer más ejercicios que a tratar de entender (los contenidos)*”.

Repasando las declaraciones, los estudiantes investigados estiman que sus fracasos en la asignatura se deberían a:

- las dificultades en la comprensión del lenguaje de la física, tanto en lo declarativo como en su formalización matemática,
- profesores universitarios poco motivadores,
- carencia de un método efectivo de estudio,
- inseguridad,
- persistencia del aprendizaje memorístico,
- la creencia que la resolución de problemas implica aplicar fórmulas adecuadas,
- los cursos masivos, que impedirían el dialogo con sus profesores y compañeros,

- stress por problemas familiares y también
- una evaluación inapropiada.

Llama la atención que a este grupo de estudiantes les cuesta entender por qué les cuesta tanto aprender física, a pesar que la mayoría de ellos declara que le gusta.

8.1.5. La historia de la relación “fuerza-movimiento” a partir de Aristóteles hasta Galileo como organizadores previos

Basados en los trabajos de Peduzzi (1994, 1997, 1998) relativos a la Historia y Epistemología de las Ciencias, y en particular a la historia de la relación “fuerza-movimiento” a partir de Aristóteles hasta Galileo. Los estudiantes estudian, discuten previamente con su profesora y exponen oralmente (con una evaluación) acerca de la antiperístasis de Aristóteles, la noción de fuerza impresa de Hiparco, la concepción de movimiento de Filopón de Alejandría, la teoría de los ímpetus de Buridan, Galileo y la fuerza impresa en el movimiento de un proyectil, la cuestión del movimiento de un proyectil en un navío en movimiento: Aristóteles, Bruno y Galileo y las fuerzas que conocemos. La última de las disertaciones corresponde a los resultados del test de preconcepciones que permite al grupo de estudio conocer sus propias respuestas.

Estas disertaciones se desarrollaron como una Jornada Científica, según lo planificado previamente. Se realiza en la séptima semana de clases, después de la 1ª prueba, después de tratar el tema de “cinemática de la partícula” (ver agenda de actividades en anexo C) y después de haber trabajado en los primeros cinco talleres de resolución de problemas.

A esta altura del semestre existía entre todos más confianza que al inicio de la asignatura. Se ocuparon tres sesiones de 90 minutos cada una. Los estudiantes se presentaron con vestimenta formal ya que se le dio el carácter de una Jornada Científica a la cual podían asistir todos los estudiantes y profesores interesados. Para ello se pusieron carteles de invitación en los pasillos de la Facultad. Los estudiantes se prepararon con entusiasmo e hicieron sus presentaciones en power-point unos y otros con transparencias.

La idea de plantear como organizadores previos estos aspectos de la historia eran:

- Que los alumnos reconozcan el esfuerzo de muchos científicos que durante siglos construyeron el conocimiento que se estudia en su asignatura,

- Que los alumnos reconozcan que sus creencias coinciden con teorías pregalileanas de muchos siglos atrás,
- Generar espacios de discusión sobre cada una de las teorías pregalileanas,
- Que los alumnos conozcan los resultados del test de preconcepciones respondidos por ellos mismo y por último
- Establecer una predisposición favorable hacia el aprendizaje de las leyes del movimiento de Newton.

A pesar que no se encuentra entre los objetivos de la investigación averiguar o medir el impacto de esta actividad en los estudiantes, la impresión de algunos profesores asistentes es que se generó un espacio de dialogo y discusión académica. Y de parte de los estudiantes existe el reconocimiento, manifestado en la entrevista final, de que ésta actividad les habría impulsado hacia a una actitud favorable hacia el aprendizaje.

Algunas de sus declaraciones son

- *...el experimento que se realizó con nosotros... con respecto a las disertaciones y ver como pensaban los otros (científicos pregalileanos sobre fuerza y movimiento) nos ayudó bastante a darnos cuenta (acerca) de nuestros propios errores y empezar a aprender lo que realmente era correcto... a mí eso me ayudó harto (bastante).*(ARZOJONA, líneas 15 a 19).
- El concepto de momentum lineal es interiorizado por primera vez en MATUMA (líneas 60 a 61), ya que *hubo una niña que le tocó explicar sobre el momentum lineal, a través de una encuesta... que expuso en su disertación.* ´
- MATUMA en líneas 66 a 77 reconoce que estudiar la concepción de Filopón acerca de la relación fuerza y movimiento, se desconcierta. Declara que *...cuando me tocó disertar a mi (sobre Filopón)... igual como que tenía como dudas todavía... ya que...uno iba como viendo que uno también piensa lo mismo (que él). Igual de repente yo decía “si le encuentro la razón” (a Filopón).* Ella asiente afirmativamente cuando la entrevistadora le dice que *“...tú sentiste un reconocimiento dentro de lo que era la historia y lo que pasaba por tu mente”.* También reconoce que logra descartar esas ideas de su mente a *través del desarrollo del conjunto de todas las disertaciones* (línea 76).
- Las disertaciones me sirvieron, *Para darme cuenta, que a través de los tiempos, el hombre pensaba... quizás muy diferente a lo que hoy día nosotros*

encontramos correcto y que lo que nosotros aplicamos es un trabajo de (muchos años),(PERALMAR, líneas 181 a 183).

- *Cuando comencé a estudiar (Mecánica), yo creía en la Teoría de la fuerza impresa...* (PERALMAR, líneas 189 a 190).
- Las disertaciones me sirvieron para *esclarecer algunos conceptos de fuerzas...* (PERALMAR, líneas 185 a 186).
- Las disertaciones me ayudaron, *porque me di cuenta que yo pensaba como Aristóteles,... creía que venía de la velocidad la fuerza... ahí me di cuenta que estaba equivocado.* (VALENAR, líneas 17 a 20)

8.1.6. La tasa de aprobación y rendimiento en la asignatura después de la aplicación de MODIEME

El modelo didáctico de la enseñanza de la mecánica, denominado MODIEME se aplica en el 2º semestre del año 2003 (grupo 203) y luego se vuelve a aplicar el 1º semestre del año 2004 (grupo 104). A pesar que no es necesario una nueva aplicación para probar la efectividad del modelo, se toma esta decisión con el fin de realizar un seguimiento a los estudiantes investigados. En la tabla 8.3 se muestran los porcentajes de alumnos aprobados, reprobados y retirados en cada uno de estos períodos, el rendimiento de los estudiantes, representados por su promedio de notas con sus respectivas desviaciones standard y varianza. Al comparar estos resultados con la tabla 8.1 se puede apreciar que la tasa de aprobados crece y que también existen mejoras en los promedios de notas. La comparación entre la metodología tradicional en la enseñanza de la mecánica de la partícula y la aplicación de MODIEME se observa con mayor claridad en el grafico 8.2.

Tabla 8.3:

Porcentajes de alumnos aprobados, reprobados, retirados y sus promedios de notas, correspondientes a los cursos experimentales a los cuales se le aplico el MODIEME

	2º SEM 2003	1º SEM 2004
% alumnos aprobados	61	61
% alumnos reprobados	31	26
% alumnos retirados	8	13
Promedio en la asignatura	3,9	4,3
Desviación Standard	0,8256	0,7663
varianza	0,682	0,587

Con el fin de chequear la confiabilidad de la experiencia se han comparado los promedios entre los dos grupos experimentales y uno de los grupos tomado como control, el correspondiente al 1º semestre del 2003 (grupo 103). A estos grupos se les aplicó la prueba T para muestras independientes y los resultados, con una confianza del 95%, se pueden apreciar en la tabla 8.4.

Tasa de aprobación según periodo académico antes y después de la aplicación de MODIEME

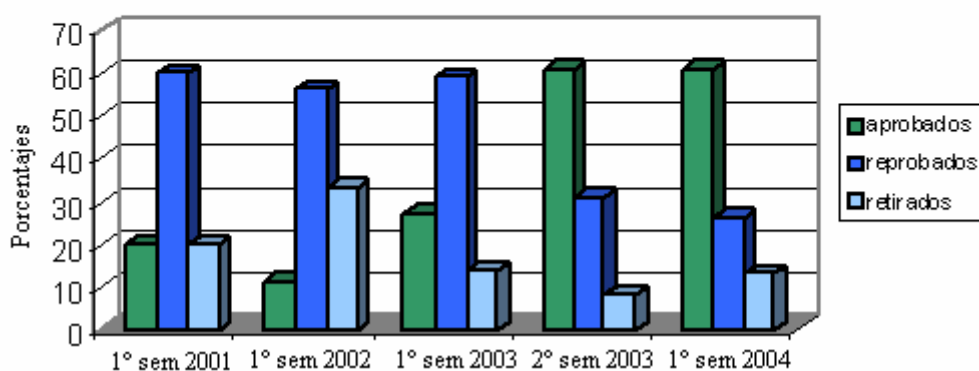


Gráfico 8.2: Cada columna muestra los porcentajes de aprobación, reprobación y de alumnos retirados en los periodos académicos en los cuales el proceso de enseñanza aprendizaje es de tipo tradicional, frente a aquellos periodos académicos (2º semestre del 2003 y 1º semestre del 2004) en los cuales se aplica la metodología MODIEME que se sustenta en la teoría de Ausubel de aprendizaje significativo.

En la letra a) de la tabla 8.4, se tiene el valor de la t de Student ($t=2,996$) al comparar las medias o promedios entre el grupo 103 (control) y el grupo 203 (experimental). Este valor permite rechazar la hipótesis nula e indicaría que existirían diferencias significativas entre las medias de ambos grupos y por tanto la diferencia se debería a la aplicación de la metodología MODIEME.

En la letra b) de la tabla 8.2 se muestra la comparación de medias o promedios entre el grupo control (103) y el segundo grupo experimental (104). En este segundo caso el valor de la T de student también permite rechazar la hipótesis nula, asegurando que también existen diferencias significativas entre ambos grupos.

Por cierto que entre el segundo grupo experimental (grupo104) y el grupo control (grupo 103), aparecen mayores diferencias que entre el primer grupo experimental (grupo 203) y grupo control (grupo 103). Es probable que esta diferencia

se deba a las siguientes razones: en primer lugar ya existe un conocimiento por parte de la profesora de los conocimientos previos de los alumnos, que habría un grado mayor de cercanía y confianza con los estudiantes y quizás también una consolidación de la metodología MODIEME, que ya había arrojado buenos resultados la primera vez que se aplicó.

Tabla 8.4

Estadísticos descriptivos y prueba T para cada par de grupos de alumnos independientes, tomados como control y como grupo experimental, con el fin de estudiar el comportamiento de estos grupos con relación a su rendimiento.

a) comparación de medias (rendimiento) entre grupo experimental 203 y control 103

grupos 103 con 203	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	T	gl
1ºsem2003 (control)	31	3,1	1,1034	,1982	2,996	53
2ºsem2003 (experimental)	24	3,9	,8256	,1685		

b) comparación de medias (rendimiento) entre grupo experimental 104 y control 103

grupos 103 con 104	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	T	gl
1ºsem2003 (control)	31	3,1	1,1034	,1982	4,400	48
1ºsem2004 (experimental)	19	4,3	,7663	,1758		

8.1.7. El aprendizaje significativo de conceptos en el dominio de la mecánica newtoniana

8.1.7.1. Construcción de los mapas conceptuales por los estudiantes

Durante el 2º semestre del año 2003 los estudiantes construyeron tres mapas conceptuales, denominados mapa 1, mapa 2 y mapa 3. Posteriormente, un año después los alumnos construyeron el cuarto mapa conceptual, el mapa 4. Todos estos mapas se encuentran en el anexo D de esta tesis.

La instrucción dada para la construcción de todos los mapas conceptuales fue común: “Construya un mapa conceptual de la mecánica, con los conceptos que Ud. conozca o recuerde”.

MAPA 1: fue solicitado a los estudiantes en el primer taller de resolución de problemas.

Esto ocurrió durante la primera semana de clases del curso Física General Mecánica I. Se instruyó, en primer lugar, acerca de cómo se construye un mapa

conceptual, de cuales son sus beneficios y dando algunos ejemplos relativos a biología, la universidad, etc. Todos los alumnos declararon conocer acerca de los mapas conceptuales, pero en realidad confundían mapa conceptual con esquemas de resumen o, en general, cualquier tipo de diagrama en el cual hay flechas que indican algún tipo de relación entre dos o más conceptos. Entonces en esta sesión se explicó acerca de este tema sugiriendo hacer un listado de conceptos, luego jerarquizarlos desde el más general al más específico, tanto en un listado como en el mapa conceptual. Se hicieron ejemplos y luego se pidió este 1º mapa. A pesar que en el período de instrucción de los mapas conceptuales, los alumnos practicaron en forma colaborativa, los mapas solicitados y evaluados fueron contruidos en forma individual.

MAPA 2: este mapa conceptual fue construido por la profesora, interpretando el discurso escrito de los estudiantes durante la segunda prueba oficial. Una de las preguntas de esta prueba (ver anexo F), sostenía: “La profesora necesita saber como se maneja con el lenguaje científico. Para esto comente con sus propias palabras acerca de la teoría newtoniana. Incluya los conceptos que Ud. conozca o recuerde. Utilice una página para escribir lo que Ud. sabe.” Así se llevó este discurso escrito a la estructura de un mapa conceptual: en el discurso escrito se subrayaron todos los conceptos mencionados por el estudiante, se respetó el orden de las oraciones y se trató de respetar los énfasis puestos en sus frases y luego se procedió a confeccionar un mapa, que al leerlo, pareciera estar leyendo las oraciones de los alumnos. Esta tarea de interpretación del discurso escrito al mapa conceptual correspondiente, fue realizada por profesor y ayudante en forma independiente con el fin de comparar sus interpretaciones y consensuar ambos resultados en un solo mapa.

MAPA 3: Este mapa fue construido por los estudiantes al terminar el curso. Hubo 4 de los 24 estudiantes que se retiraron antes y que no se incluyeron en la investigación ya que no asistieron a las últimas clases. Además, otros tres estudiantes, que al sentirse reprobados, debido a sus bajas calificaciones, no rindieron ni la última prueba oficial, ni tampoco confeccionaron este mapa y, por lo tanto, tampoco se incluyeron en la investigación.

MAPA 4: Este mapa fue elaborado por los 17 estudiantes investigados un año después, es decir, durante el 2º semestre del 2004. De estos 17 estudiantes, 13 de ellos cursaron con la misma profesora la asignatura, Física general Mecánica II, por lo

tanto, no fue extraño para ellos que la profesora les hubiese pedido este mapa conceptual. Los 4 estudiantes restantes fueron citados, especialmente, para este efecto y respondieron con agrado a la petición de la profesora, ya que ellos tenían conocimiento que se realizaba un proyecto de investigación con estos mapas.

8.1.7.2. Evaluación de los mapas conceptuales

A los mapas conceptuales construidos por los estudiantes se le asignaron puntajes de acuerdo a una pauta de evaluación previamente validada por expertos. Esta pauta se encuentra en el ANEXO E. La pauta está construida con los aspectos centrales de la teoría Newtoniana: Las leyes del movimiento de Newton más los teoremas de conservación: de la energía mecánica, del momentum lineal y del momentum angular.

Esta pauta cuenta de 16 ítems que se ponderan con un punto cada uno. Los cuatro mapas conceptuales se evaluaron con la misma pauta. La idea era que con el correr del tiempo se pudiese ver la evolución en la organización de las ideas de los estudiantes, así como la subordinación de nuevos conceptos en el dominio cognitivo de los estudiantes.

Los puntajes de cada mapa conceptual fueron asignados por la profesora del curso y su ayudante en dos momentos cada uno y, posteriormente, ambos resultados fueron comparados y triangulados para consensuar su ponderación. Con este procedimiento se ha tratado de minimizar los posibles errores en la apreciación y posterior puntuación de cada mapa.

Así se tiene que la tabla 8.4 presenta a los 17 alumnos investigados, con sus nombres de fantasía, y los puntajes obtenidos en cada uno de sus mapas. Es importante destacar que el puntaje total máximo que se podría obtener en un mapa conceptual es 16 puntos y este puntaje sólo se puede obtener después de haber cursado la primera unidad de la asignatura Mecánica de sólidos y medios deformables que corresponde a la asignatura que los alumnos cursan después de haber aprobado la Mecánica de la partícula. De acuerdo a la escala de evaluación de los mapas, los doce primeros ítems, que corresponden a doce puntos como máximo, son relativos a los temas estudiados en el curso experimental, mecánica de la partícula, de modo que el máximo puntaje que podrían tener los mapas 1, 2 y 3 son estos 12 puntos y con el mapa 4, 16 puntos.

Tabla 8.4:

Se presentan los puntajes de los cuatro mapas conceptuales construidos por los alumnos. Los mapas 1, 2 y 3 se construyeron el 2º semestre del año 2003 y el mapa 4, un año después.

Alumnos investigados		Mapa conceptual 1	Mapa conceptual 2	Mapa conceptual 3	Mapa conceptual 4
1	ARZOJONA	1	3	9	12
2	BADAVI	2	4	7	11
3	CARMOCLAU	1	5	8	11
4	GONZACA	2	4	4	10
5	GONZALORE	2	6	5	16
6	LORCAGUS	2	5	7	11
7	MATUMA	2	3	4	9
8	PARRARIEL	3	4	10	14
9	PERALMAR	2	4	8	13
10	SOSER	0	4	5	8
11	VALENAR	3	7	13	13
12	VARJU	1	5	7	9
13	VELMARI	1	6	9	12
14	ALCAPAU	2	2	4	5
15	CARMOJO	1	2	x	4
16	CHAMOMIUR	x	x	2	4
17	NURRO	2	4	5	5

El gráfico 8.3 es una representación de la evolución conceptual cognitiva de los alumnos investigados. Muestra el fortalecimiento de la organización conceptual correspondiente a los conceptos involucrados en las leyes que gobiernan el movimiento de los cuerpos que se mueven a bajas velocidades. En este gráfico los nombres de fantasía de los estudiantes se han sustituido por un número: así el n° 1 corresponde a ARZOJONA, el n° 2 a BADAVI, etc. según se puede ver en la tabla 8.4. Se observa, en este gráfico, que todos los alumnos, sin excepción, fortalecen el aprendizaje significativo de conceptos, subsumiendo cada vez más conceptos en sus propios ordenamientos cognitivos; sin embargo, la construcción significativa de los aprendizajes es un proceso lento. Se puede apreciar que al terminar la asignatura y con la entrega del mapa 3, sólo el alumno n° 11 logra los doce puntos que corresponden a la asignatura mecánica de la partícula, el resto no alcanza a tener este puntaje; es más, estos doce puntos son logrados por seis alumnos un año después, es decir, con la construcción del mapa 4. Los alumnos n° 14, 15, 16 y 17 son los que tienen los puntajes más deficitarios y se observa que ellos no son capaces de superar los cinco puntos, ni siquiera con el mapa 4. Estos cuatro alumnos forman parte del porcentaje de alumnos que reprobaban la asignatura. Para comprender qué sucedió con ellos se repasan sus mapas conceptuales, tratando de encontrar en ellos alguna explicación.

Evolución del aprendizaje significativo de conceptos en los alumnos investigados

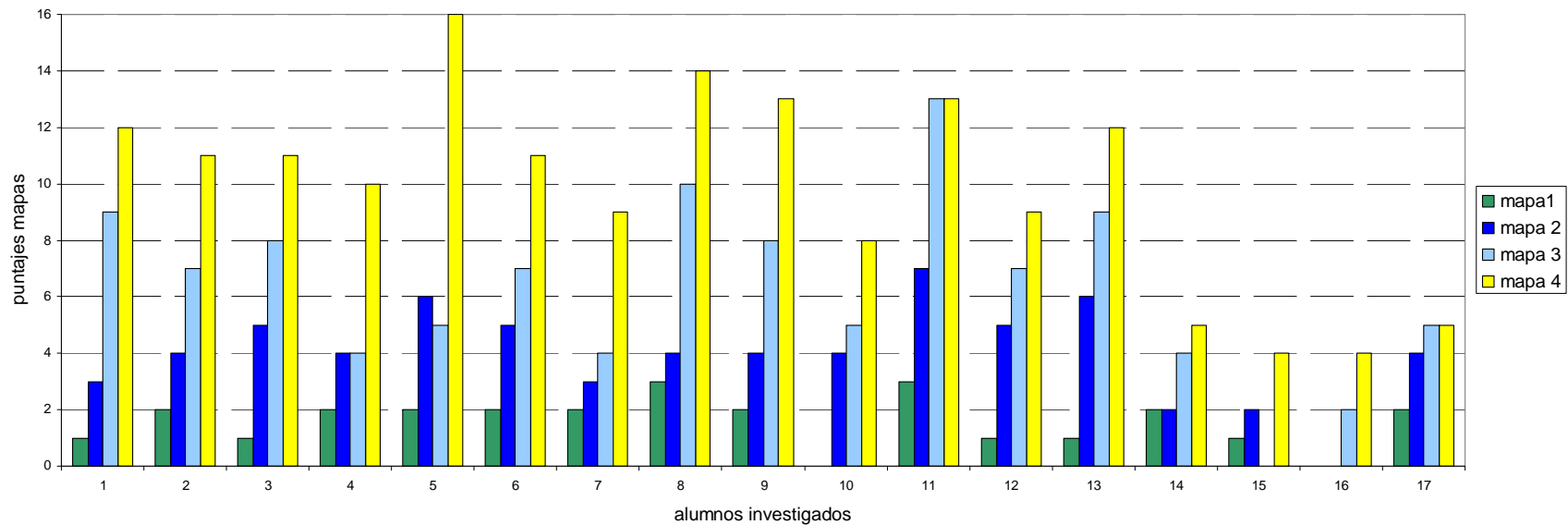


Grafico 8.3: Cada grupo de cuatro columnas representa a un alumno investigado y sus mapas conceptuales, que son cuatro. Tres de ellos fueron construidos el 2º semestre del año 2003, al comienzo de la asignatura, durante ella y al final del semestre y el último se construyó un año después, es decir durante el segundo semestre del año 2004.

En el caso del alumno 14, cuyo nombre de fantasía es ALCAPAU, se puede apreciar que sus mapas, en anexo E, tienen los conceptos, enumerados de manera continua, azarosa, no relacional, como recordando algunas veces el orden en que se estudiaron las materias. No se observan las leyes fundamentales de la mecánica Newtoniana. Los conceptos siguen una línea, como si fuera una línea de tiempo, sin establecer relaciones cruzadas entre ellos (ver mapas 1 y 2). Es muy repetitivo encontrar en sus palabras de enlaces la palabra “producen”, por ejemplo, que las fuerzas “producen” trabajo. Como si un concepto fuera el productor de otro concepto (ver mapa 3). No se observa con claridad la asimilación de conceptos; no hay recursividad, es decir, alguna conexión que permita inferir que se observa alguna diferenciación progresiva o reconciliación integradora. La interpretación del mapa 4 deja muy en claro un aprendizaje mecánico que incluso presenta errores, tal como al sostener que cuando la fuerza resultante externa sobre un sistema de partículas es nula, entonces la aceleración del centro de masas del sistema es constante, lo que viola la ley fundamental de la mecánica: la segunda ley del movimiento.

El alumno 15 trabajó en el mismo grupo con ALCAPAU en las sesiones de taller. Tanto ALCAPAU como CARMOJO no asistían regularmente a las sesiones de taller, tampoco llegaban al taller de resolución de problemas con las guías impresas, las que fotocopiaban durante el taller propiamente tal, restando de esta forma tiempo para el trabajo grupal. La actividad de los otros grupos de estudio en vez de animarlas, las menoscababa y, por último, era muy difícil socializar con su grupo debido a la evidente falta de disposición hacia el aprendizaje.

El alumno 16 solo presenta dos mapas conceptuales, el mapa 3 al final de la asignatura mecánica de la partícula y el mapa 4 que se construyó un año después. No presentó los otros mapas conceptuales debido a su reiterada inasistencia. Se evidencia al estudiar sus mapas un aprendizaje de tipo proposicional memorístico al repetir los temas estudiados sin que se manifieste algún razonamiento personal que encaje con un aprendizaje significativo. Por otro lado, los mapas del alumno 16, que tienen más conceptos que los alumnos descritos con anterioridad, muestran estos conceptos con relaciones un tanto memorísticas, con palabras de enlace que siguen una secuencia lineal (ver mapa 2). Se muestran elementos conceptuales disgregados, hay una evidente falta de asimilación, de diferenciación progresiva y por cierto no se observa que exista reconciliación integradora. Se maneja con un lenguaje cotidiano y en la resolución de problemas tiene dificultad para comprender el texto escrito de sus enunciados.

La tabla 8.4, así como el gráfico 8.3 muestran que en la medida en que transcurre el tiempo se fortalece el aprendizaje significativo de conceptos en los estudiantes. Para averiguar el grado de correlación entre cada mapa y los puntajes obtenidos por cada alumno se ha trabajado con el software estadístico SPSS y los resultados se muestran en la tabla 8.5. Allí se puede ver que existe una correlación entre los puntajes de los mapas 2 y 3 (Correlación de Pearson=0,552) con una significancia al nivel 0,05(bilateral) y que no existe correlación entre los mapas 1 y los mapas 2, 3 y 4. Es probable que la falta de correlación de los mapas con el mapa 1, que se pidió al comienzo de la asignatura experimental, se deba precisamente a la falta de practica con la metodología MODIEME y que la correlación, aunque débil, entre los puntajes de los mapas 2 y 3 se deba a que cuando estos fueron solicitados a los alumnos ya se tenía un tiempo trabajando con esta metodología. Este argumento se fortalece al observar la correlación de Pearson entre los mapas 3 y 4, construidos un año más tarde en un segundo curso con la profesora y en el cual también se aplicó la metodología MODIEME. En este caso el número de Pearson se eleva a 0,654, entre los puntajes de los mapas 2 y 4 y al valor 0,653, para los puntajes entre los mapas 3 y 4, en ambos casos con una significancia al nivel de 0,01 (bilateral).

Los resultados anteriores podrían extrapolarse para sugerir que tal vez la aplicación constante de la metodología MODIEME favorecería de manera óptima la construcción de aprendizajes significativos en la estructura cognitiva de los estudiantes.

Tabla 8.5
Correlaciones bivariadas entre cada uno de los mapas conceptuales construidos por los estudiantes y los puntajes obtenidos.

		Correlaciones			
		puntaje mapa 1	puntaje mapa 2	puntaje mapa 3	puntaje mapa 4
puntaje mapa 1	Correlación de Pearson	1	,196	,276	,345
	Sig. (bilateral)	.	,466	,319	,190
	N	16	16	15	16
puntaje mapa 2	Correlación de Pearson	,196	1	,552*	,654**
	Sig. (bilateral)	,466	.	,033	,006
	N	16	16	15	16
puntaje mapa 3	Correlación de Pearson	,276	,552*	1	,653**
	Sig. (bilateral)	,319	,033	.	,006
	N	15	15	16	16
puntaje mapa 4	Correlación de Pearson	,345	,654**	,653**	1
	Sig. (bilateral)	,190	,006	,006	.
	N	16	16	16	17

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Es interesante observar, en la tabla 8.6, el puntaje obtenido por cada ítem, de la pauta de evaluación de mapas conceptuales. Cada uno de los 16 ítems es ponderado con un punto, por cada alumno que lo incluye correctamente en su mapa, dando un puntaje máximo de 17 puntos por ítem. A modo de ejemplo, se puede ver el ítem 2, que dice:

Reconoce que la descripción del movimiento de un cuerpo se realiza mediante las variables posición, velocidad, aceleración y trayectoria o mediante su momentum lineal. Se asigna un punto si el estudiante menciona por lo menos dos características.

Este ítem es el mejor logrado, ya que en los mapas 1 y 2, se logran 15 puntos, lo que significa que sólo 2 alumnos, de los 17, no lo contestaron o no lo incluyeron en estos mapas; sin embargo, este ítem es logrado en un 100% en el mapa 4, lo que significa que los 17 alumnos los han incluido de alguna forma en su mapa 4 o en los anteriores.

El ítem 1, logrado en un 88%, viene a indicar que a partir del segundo mapa se subordina la idea de que la mecánica Newtoniana, permite describir el movimiento de un cuerpo masivo. A pesar de que pareciera obvio, el primer mapa muestra que más del 50% pareciera no saber de que trata la signatura de física en la cual se han matriculado.

Tabla 8.6

Se describe el puntaje obtenido por cada ítem de la pauta de evaluación de mapas conceptuales en la medida pasa el tiempo, es decir según los alumnos construyen cada mapa. La última columna muestra el porcentaje de conocimientos logrado por los alumnos, medidos según el mapa 4.

Nº de ítem	Mapa conceptual 1	Mapa conceptual 2	Mapa conceptual 3	Mapa conceptual 4	Porcentaje logrado (%)
1	7	13	14	15	88
2	15	15	16	17	100
3	0	3	6	10	59
4	1	2	5	6	35
5	0	14	14	15	88
6	1	13	10	14	82
7	0	4	7	8	47
8	2	0	10	7	41
9	1	0	8	11	65
10	0	0	4	6	35
11	0	0	5	12	71
12	0	0	4	7	41
13	0	0	0	7	41
14	0	0	3	14	82
15	0	0	0	9	53
16	0	0	0	9	53

De la misma forma y con un porcentaje de logro de un 88% se encuentra el ítem 5 que evalúa si:

Reconoce que una fuerza es una interacción entre dos cuerpos; que es una concepción que no estaba en forma destacada, inicialmente, en la estructura cognitiva de todos los estudiantes, como se puede apreciar en el mapa 1. Se ve que con el avanzar del tiempo que los alumnos reconocen que una fuerza es una interacción entre dos cuerpos y que al analizar el movimiento de un cuerpo determinado, son los otros cuerpos que conforman su entorno los que al interactuar con él, condicionan su movimiento.

También destaca a nivel de logro (82%) el aprendizaje del teorema de conservación de momentum lineal de una partícula o de un cuerpo sólido y las condiciones bajo las cuales estos cuerpos lo conservarían en el tiempo (ítem 14).

En relación al ítem 3, algunos alumnos se quedan con una idea muy limitada acerca de la gran variedad de movimientos que podemos encontrar en la naturaleza. La figura 8.1 permite visualizar este aspecto. En la letra a) se distinguen como tipos de movimientos los circulares y lineales, dejando fuera otros movimientos curvilíneos, tales como el movimiento parabólico de un proyectil o el movimiento elíptico de la tierra en torno al sol. En este caso el alumno ha seguido la secuencia de temas estudiados en las clases teóricas, considerando que los movimientos que incluye en su mapa son movimientos generales. En el caso b), esta persona no logra subordinar el movimiento parabólico como un movimiento curvilíneo; a diferencia del caso c) en que subordina los movimientos circular y parabólico como ejemplos de movimientos curvilíneos. De todas formas esta característica se va corrigiendo en los estudiantes, a medida que transcurre el tiempo, evolucionando sus puntajes de 0 a 10 puntos.

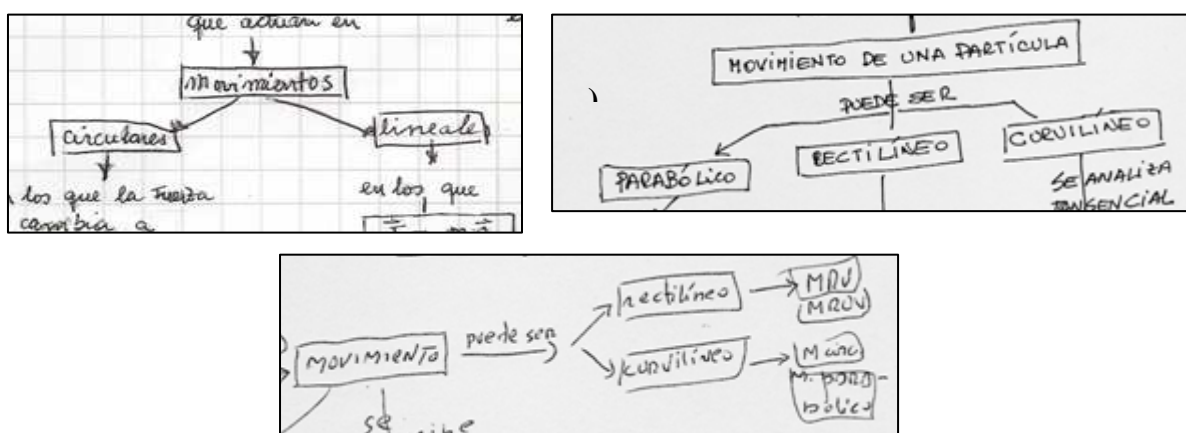


Figura 8.1: las letras a), b) y c) permiten ver que algunos alumnos tienen una representación limitada acerca de la gran variedad de movimientos que pueden tener los cuerpos.

Además llama la atención el bajo porcentaje de logro (35%) del ítem n° 10, que sostiene:

Relaciona la energía potencial de un cuerpo con una fuerza conservativa determinada; siendo un aspecto que llama la atención y del cual habría que preocuparse preferentemente en otras intervenciones. Luego si no existe aprendizaje significativo de cuando un cuerpo tiene energía potencial, difícilmente se podrá comprender significativamente el teorema de conservación de la energía mecánica y las condiciones que deben cumplirse para que una partícula o cuerpo sólido la conserven en el tiempo (ítem 11). Eso explica que al terminar el curso de mecánica de la partícula sólo 5 alumnos de los 17 (el 29%) incorpora en su mapa 3, al término de la asignatura, este importante teorema de la mecánica. Pero, luego de un año, al repetir la enseñanza de este teorema, tanto para el movimiento de sistemas de partículas como para el movimiento de un cuerpo sólido, con la metodología MODIEME, se incrementaría el nivel de logro aumentando este porcentaje a un 71%, según el mapa 4.

La tabla 8.6 se encuentra ilustrada en el gráfico 8.4, en el que cada “cinta” representa un mapa conceptual construido por el grupo de alumnos investigados. La primera cinta o la que aparece más adelante corresponde al mapa 1 y la que aparece más atrás, al mapa 4 o último. Las cintas tienden a elevarse hacia los 16 puntos en la medida que los estudiantes manifiestan aprendizaje significativo en cada uno de los ítems de la pauta de evaluación de los mapas conceptuales.

Los ítem desde el 13, 15 y 16 no están relacionados con conceptos de la asignatura de mecánica de la partícula, sin embargo, éstos se estudian en el segundo curso de mecánica y estos conceptos debieran estar subordinados en la estructura cognitiva de los estudiantes investigados. Sin embargo, queda bien subordinado las características descritas en el ítem 14, en el cual los resultados permiten observar cómo los alumnos logran internalizar las condiciones bajo las cuales el momentum lineal de un sistema se mantiene constante, es decir, el teorema de conservación del momentum lineal. Este aspecto es importante, porque la experiencia con otros estudiantes demuestra que, en general, este teorema solo es asociado en forma memorística con situaciones relativas a choques o colisiones.

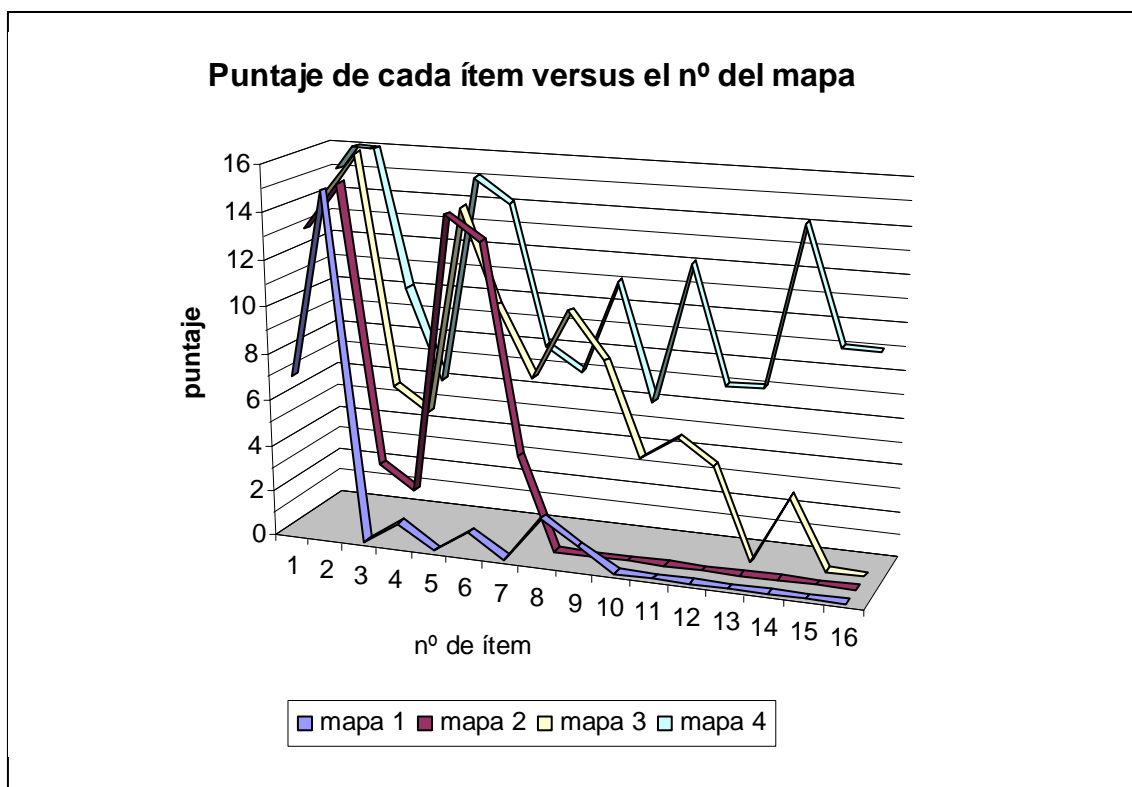


Gráfico 8.4: Cada una de las cintas representa un mapa conceptual construido por los alumnos en cuatro momentos diferentes. Las cintas se elevan en la medida los alumnos manifiestan aprendizaje significativo a través de la construcción de sus mapas conceptuales. El máximo puntaje de cada ítem es de 16 puntos, siendo los ítems 2 y 5 los mejores logados y el ítem 10 el menos logrado.

8.1.8. La construcción de los “modelos mentales efectivos” de los estudiantes investigados.

8.1.8.1. El taller de aprendizaje cooperativo significativo: Las observaciones de campo.

Las observaciones de campo realizadas a los alumnos investigados se realizan durante todas las jornadas de “taller de resolución de problemas” de lápiz y papel. Es una jornada a la semana con una duración de 90 minutos. Durante el desarrollo de la asignatura se realizaron 13 talleres de los cuales 5 se ocuparon en los temas relacionados con sistemas de unidades, trabajo con vectores y cinemática de la partícula, 4 se ocuparon en la aplicación de las leyes del movimiento de Newton y 4 en los temas relativos a energía.

Las observaciones se realizaron en cada uno de los 13 talleres cuyos temas fueron programados en forma previa según consta en la “agenda de actividades” del curso (anexo C).

A través de esta actividad se ha pretendido satisfacer los siguientes objetivos:

- Registrar las observaciones de campo durante los talleres de resolución de problemas con los estudiantes, con el fin de identificar algunas de sus características que conduzcan a reconocer la forma en que representan mentalmente el conocimiento. En rigor identificar a través de sus manifestaciones externas, su lenguaje, gestos, reacciones como codifican y trabajan mentalmente el conocimiento. Se pretende identificar la forma en que los estudiantes representan el conocimiento y cómo razonan con él, mentalmente. Si lo representan proposicionalmente o a través de modelos mentales, que en este trabajo se denominan, “**modelos mentales efectivos**”. Se considera este nombre ya que de esta manera enfrentarían efectivamente la resolución de problemas de lápiz y papel.
- Aplicar el instrumento n° 2 (ver anexo B) que permite la identificación del tipo de representaciones mentales utilizadas por los estudiantes al resolver los problemas de lápiz y papel. Los resultados de esta aplicación se registran en tres momentos: antes de la instrucción, después de la instrucción y un año después.

Se entiende por “antes de la instrucción” a las observaciones registradas durante las primeras 5 sesiones, en las cuales los estudiantes han podido exteriorizar sus conocimientos previos y sus profesores (de cátedra y ayudantes) han tenido el tiempo para identificar los subsunsores que permitirían individualizar las explicaciones pertinentes a cada alumno, ganarse la confianza de ellos y planificar el material siguiente atendiendo a su conocimiento previo. Este es el período previo al estudio y la formalización de las leyes del movimiento de Newton.

Se entiende por “después de la instrucción” a las observaciones de campo obtenidas durante las 3 últimas sesiones de taller programadas para esta asignatura. Por último, un año después los mismos alumnos investigados se vuelven a encontrar en la asignatura Mecánica de sólidos y medios deformables, cuya primera unidad es Mecánica de sistemas de partículas y del cuerpo sólido rígido. En esta asignatura y, en particular, en esta unidad se vuelve a trabajar con el taller de aprendizaje cooperativo significativo y dado que los alumnos investigados en los dos momentos anteriores, se

vuelven a encontrar en esta asignatura, se les vuelve a observar, completando el instrumento n° 2. Así podemos chequear en qué medida estos alumnos continuaron procesando la información de la misma forma que el año anterior.

Los observadores, en todo momento, son dos: la profesora investigadora y su ayudante, que preparan cada una de las actividades en forma previa. En cada sesión de taller, tanto profesora como ayudante disponen de una hoja que contiene el instrumento N° 2, denominado “Criterios para determinar el tipo de representaciones mentales de los estudiantes”. Al final de cada jornada se comparan los registros, discutiendo y triangulando las observaciones hasta obtener consensos. Las primeras observaciones insuficientes para identificar las características que permitan identificar el tipo de representaciones con que trabajan los estudiantes, sin embargo, a la 5ª sesión del taller, ya se tiene una idea bastante clara y consensuada.

Para dar satisfacción a estos objetivos, se procedió de la siguiente forma:

1. Tres días antes de desarrollarse el taller, se publica una lista de ejercicios relacionados con el tema del taller. Esta lista se sube al aula virtual de la Universidad. Los estudiantes deben asistir al taller con la lista de ejercicios preparada y se les recomienda que deben presentarse con los temas estudiados.
2. Al comenzar la sesión, se les indica cuáles son los dos problemas que cada grupo debe resolver y entregar al final de la jornada.
3. Durante la jornada de taller, los alumnos, tienen libertad para consultar a los profesores sobre sus dudas y tanto el profesor como el ayudante las contestaran hasta dar satisfacción a los alumnos, sin que ello implique resolverle los problemas. Se promueve la discusión al interior de cada grupo. Así tanto profesor como ayudante al observar estas discusiones y al discutir sus dudas, toman registro en su pauta, en forma independiente, las conductas y deducciones que se logran observar en cada grupo de estudio.
4. Al final de cada sesión se chequean y comparan las observaciones obtenidas por el profesor y su ayudante. Por cierto en una sola sesión no es posible tener una opinión de cada uno de los estudiantes. Siempre destacan los más asertivos en desmedro de los más tímidos. Entonces en este chequeo grupal e individual, se acuerda poner mayor atención a aquéllos alumnos de los cuales no se han tenido registros.

5. Con el objeto de identificar el tipo de representación mental inicial con la que trabaja cada estudiante, se decide tomar los registros observacionales de las 5 primeras sesiones. Así se obtiene una descripción del estado inicial del sistema cognitivo de los alumnos investigados.

8.1.8.2. Grupos de estudio en el taller de resolución de problemas

Los estudiantes formaron grupos de estudio según afinidad; ellos eligieron a las personas que pertenecían a cada grupo. En algunos casos los grupos se conocían de antes y otros se fueron habituando a trabajar juntos en el taller.

En la figura 8.2 se presentan los grupos de estudios así como los estudiantes investigados. Se muestra la ubicación física en la sala de clases que fueron adoptando los alumnos en cada uno de sus grupos. Al comienzo esta ubicación fue desordenada, pero con el correr del tiempo se fueron acomodando hasta llegar a establecerse en la disposición que se muestra, de manera estable. La configuración de estos grupos evolucionó muy poco desde el inicio del taller. Los alumnos señalados como ICI son dos alumnas que pertenecen a la carrera de Ingeniería Civil Industrial y no están incluidas en el grupo de investigación. No fue posible convencerlas o persuadirlas para que no se presentaran a este taller, que no estaban obligadas a asistir, pero ellas creían ver cierto valor en esta actividad. La verdad es que ellas fueron muy discretas, no faltaron a ninguna actividad y trabajaron consensuadamente. No fueron incluidas en la investigación ya que el foco del estudio estaba en los estudiantes Ingeniería Civil Ambiental. Los alumnos señalados con los números 1, 2, 3 y 4 asisten esporádicamente a los talleres y estuvieron ausentes en los últimos, por lo tanto, las observaciones de su trabajo eran incompletas. Por esta razón se descartaron como alumnos investigados. Y por último, los alumnos señalados con los números 5, 6 y 7 no se presentaron a las últimas pruebas y también se descartan de la investigación.

Los alumnos no sabían que eran motivo de investigación. Sólo en la entrevista final se les comentó algo.

Las celdas o rectángulos que representan a los estudiantes, en la figura 8.2, están unidas por flechas. Estas flechas quieren representar el grado de cooperación e integración entre los miembros de cada grupo. Las flechas continuas con doble dirección quieren indicar que los alumnos señalados por ella, interactuaban permanentemente, trabajando en forma colaborativa durante todo el taller y también fuera de él. A modo de ejemplo, las discusiones entre CARMOCLAU, VALENAR Y

VARJU son inquisitivas y críticas, es decir, que cada miembro del grupo exige al otro las justificaciones de sus afirmaciones. Ellos opinan, se escuchan y, algunas veces, es común escucharles “porque dices eso” ó “noooo, no es así...”, con energía. Las flechas discontinuas quieren representar que hubo en ellos una cooperación débil de ideas relacionadas con la resolución de problemas, que trabajan sólo en el taller y que fuera de él estudiaban solos o que su relación era de amistad en la cual su cooperación consistía en facilitarse los cuadernos o en cuestiones superficiales ajenas a lo académico. Es el caso de BADA VI que si bien participa activamente en el taller, solo se encuentra en él con MATUMA Y SOSER.

Las flechas que llevan una sola dirección representan a los alumnos que buscan el apoyo en otros, es decir que es escaso su aporte de ideas al interior de su grupo de estudio, que a lo más asienten si entienden algo o aceptan sin crítica las afirmaciones de los otros miembros del grupo. En este caso se encuentra CHAMOMIUR, que acepta sin criticar las decisiones tomadas por VELMARI y GONZACA. Se puede observar que a pesar de los esfuerzos de los profesores, los alumnos 1 y 2 nunca pudieron interactuar

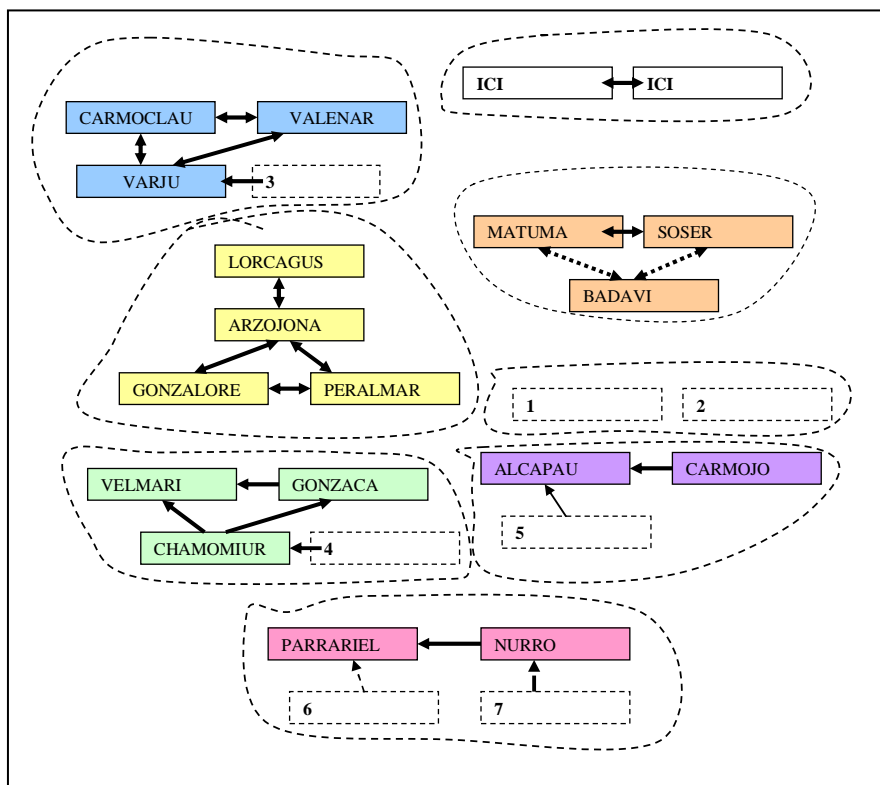


Figura 8.2: representación espacial de los grupos de trabajo en los talleres de resolución de problemas.

entre si cooperativamente. Ellos trabajaban juntos físicamente, pero en forma

independiente. Era una constante en ellos la solicitud hacia los profesores, de que resolvieran en la pizarra los problemas, “eso es más fácil” era su comentario común. También llama la atención que los alumnos 4, 5 y 6 se comportaban como receptores de la información de sus grupos.

Así cada grupo forma un sistema abierto de estudio ya que tienen la libertad de consultarse, de discutir unos con otros, de ayudarse, de enseñarse, de escucharse, de consultar a sus profesores, etc.

8.1.8.3. Observaciones iniciales por grupos de estudio.

8.1.8.3.1. Grupo: CARMOCLAU

Este grupo de trabajo está compuesto por los estudiantes que aparecen en el recuadro. CARMOCLAU, VALENAR Y VARJU trabajan en forma colaborativa durante todas las sesiones de taller. OLGUIR es una persona que asiste esporádicamente a los talleres, no logra integrarse colaborativamente al grupo interaccionando solamente con VARJU en las sesiones a las que asiste; finalmente, se retira del curso y no es considerado en la investigación.

En este grupo no se observa liderazgo de ningún alumno en particular. Se organizan de manera que uno de ellos, cualquiera, lee el problema a resolver, que posteriormente discuten. Discuten acerca de su enunciado, tratando de consensuar lo que cada uno entiende acerca de la información contenida en el enunciado, sin disponerse a resolver. Se observa en ellos una angustia por llegar pronto a la solución ya que al parecer creen perder mucho tiempo en discusiones iniciales acerca de la comprensión del problema. OLGUIR, solo escucha y escribe en su cuaderno lo que los otros escriben; no participa de las discusiones. Posteriormente, registran los datos en sus cuadernos y buscan entre sus apuntes de clase las ecuaciones que a ellos les parecen apropiadas. En este momento dudan en decidir y consultan, a los profesores, si las ecuaciones que creen pertinentes estarían bien. Repiten permanentemente “esto se hace así”, ya que entre los miembros de este grupo hay dos alumnos, VALENAR Y VARJU, que cursan esta asignatura por 2ª vez. Es así que utilizan algoritmos para la resolución de problemas.

Las fichas (instrumento N° 2) correspondientes a estos alumnos indican que todos ellos representan el conocimiento en forma de proposiciones, es decir, son

proposicionalistas. Con relación a OLGUIR no es posible decidir ya que asiste solo a dos de las cinco sesiones iniciales de taller de taller.

CARMOCLAU	proposicionalista
VALENAR	proposicionalista
VARJU	proposicionalista

8.1.8.3.2. Grupo: MATUMA

Inicialmente este grupo comenzó trabajando sin BADA VI, ya que este alumno pertenecía a un grupo de estudio que finalmente se disolvió, debido a que dos de sus integrantes se retiraron del curso.

MATUMA y SOSER repetían la asignatura por 3ª vez y BADA VI por 2ª vez, respectivamente, por consiguiente, asistieron regularmente a las sesiones de taller. En las primeras sesiones de taller se sentían muy incómodos ya que preferían que el profesor o el ayudante les resolvieran los problemas en la pizarra; “así lo hemos hecho siempre”, manifestaban. MATUMA y SOSER trabajaban juntos en el taller y ocasionalmente fuera de él, en cambio BADA VI solo trabajaba con ellos en las sesiones de taller.

Al enfrentar los problemas de tarea, presentaban dificultad en la comprensión de los enunciados y sólo lograban resolver uno de los dos problemas propuestos. Los tres participaban activamente de las discusiones, pero permanentemente necesitaban de la confirmación de sus profesores ante sus decisiones. Cuando ellos tomaban una decisión, bastaba decirles si estaban seguros de sus soluciones para que ellos dudaran de las decisiones tomadas y dijeran, “¿está malo entonces?”. No eran capaces de discutir con el lenguaje apropiado de la mecánica sus propios argumentos. Su lenguaje era cotidiano, de sentido común ya que se les hacía muy difícil pensar que la física es una simplificación de la realidad. Se manejaban directamente con formulas que elegían según los datos de los problemas. Su resolución era mecánica, no discutían acerca de cómo planificar la solución, solo resolvían y, finalmente, consultaban si lo realizado estaba bien, con mucha inseguridad. Si el profesor o ayudante les decían que estaba bien ellos quedaban felices, pero si se les decía que se habían equivocado en algo, se desesperaban perdiendo su capacidad de refutar al profesor para hacer valer sus argumentos.

En consecuencia, y en virtud del instrumento nº 2, se infiere que ellos se manifiestan:

MATUMA	proposicionalista
SOSER	proposicionalista
BADAVI	proposicionalista

8.1.8.3.3. Grupo: LORCAGUS.

ARZOJONA es un alumno que resuelve muchos problemas compulsivamente, LORCAGUS lo critica permanentemente cuestionando sus decisiones. Él lo hace dudar ante sus preguntas inquisitivas del tipo “y que pasaría si tomamos la solución de este otro lado” a lo que GONZALORE reacciona sosteniendo que lo importante es resolver, independiente del camino que elijas, “para qué te complicas” era su argumento.

ARZOJONA es hábil en manejar ecuaciones, porque en los cursos anteriores reconoce el haber resuelto muchos problemas y manifiesta que en los procedimientos de solución de ellos existe cierta regularidad, sin embargo, ante un pequeño cambio en la situación expuesta del problema, entra inmediatamente en contradicciones

Si bien es cierto que LORCAGUS es inquisidor con sus compañeros, necesita en todo momento la reafirmación de su profesor, porque no puede convencer a sus compañeros con sus argumentos. GONZALORE sólo acepta, siendo su rol en el grupo, de árbitro conciliador.

PERALMAR pregunta y pregunta a sus profesores, llevando a su grupo las novedades o pistas que le permitirían encontrar un camino de solución. Ante una pregunta conceptual de sus profesores quedan en silencio, sin llegar a relacionar lo que se les pregunta con los temas estudiados.

LORCAGUS presenta indicios de representar el conocimiento internamente mediante modelos mentales, sin embargo, tiene dificultad al relacionar diferentes conceptos, confundiendo velocidad con aceleración; posición de un cuerpo con desplazamiento o desplazamiento con “distancia recorrida por él”. La organización de sus ideas se presentan en forma disgregadas e inestables, lo que impediría ejecutar sus modelos mentales, se toparía con resistencias mentales producto de lo irregular de su dominio conceptual. Por consiguiente, se deja influenciar y finalmente acepta sin reparos la resolución de problemas en forma mecánica.

Así se puede asegurar que este grupo se satisface con resolver los problemas-tarea con las pistas obtenidas de tantas preguntas realizadas a sus profesores y sin cuestionar la factibilidad de sus resultados.

En consecuencia, se infiere que ellos se manifiestan:

LORCAGUS	proposicionalista
ARZOJONA	proposicionalista
GONZALORE	proposicionalista
PERALMAR	proposicionalista

8.1.8.3.4. Grupo: VELMARI.

VELMARI, es la persona que lidera en este grupo. GONZACA, y CHAMOMIUR responden a las sugerencias e imposiciones de VELMARI. El alumno n° 4, en la figura 8.2, es una persona que tiene inasistencia, llega tarde a las sesiones de taller, finalmente se retira del curso y no es considerado en la investigación.

Este grupo no es capaz de enfrentar la resolución de problemas sin la ayuda del profesor. Necesitan que les interpreten los enunciados, no logran comprender el lenguaje científico de los enunciados. Luego que el profesor les aclara las intenciones de cada problema, ellos anotan los datos en su cuaderno y vuelven a llamar al profesor para solicitarle “¿y qué hacemos ahora?”. Dado que los profesores no le indican como resolver los problemas, optan por manejar fórmulas que tengan relación con los contenidos, sin lograr discernir entre las ecuaciones generales y las particulares. CHAMOMIUR adopta la misión de escribir impulsivamente, tratando de mantener un orden geométrico en su cuaderno de apuntes; se molesta mucho si aquello que tiene anotado debe modificarlo. No hace esfuerzos para cooperar intelectualmente con sus compañeros. El diálogo ocurre entre VELMARI, quien decide las ecuaciones o “fórmulas que se deben ocupar” y GONZACA le consulta sobre detalles en la utilización de estas fórmulas.

En consecuencia, y en virtud del instrumento n° 2, se infiere que ellos se manifiestan:

VELMARI	proposicionalista
GONZACA	proposicionalista
CHAMOMIUR	proposicionalista

8.1.8.3.5. Grupo: ALCAPAU.

Este grupo en general es muy apático, poco interesado en la resolución de problemas, conversan mucho de otros temas, ajenos a los problemas del taller, asisten a clases de taller de manera irregular y da la impresión que sin haber estudiado comprensivamente el material de estudio. Al igual que la mayoría de sus compañeros

presentan falta de comprensión del texto escrito de cada problema. Interpretan situaciones diferentes de lo que los enunciados dicen, debido a que no leen la totalidad del enunciado. ¿Leyeron el problema? – es la pregunta reiterada de la profesora – a lo que responden sí, y es aquí cuando no se entiende por qué consultan algo que está escrito en el enunciado.

Tanto CARMOJO como GODOFRA, que es la persona 5 de la figura 8.2, aceptan todas las proposiciones que hace ALCAPAU, sin mayor reparo. Dado que su tarea en el taller es entregar dos problemas, su estrategia consiste en dividirse el trabajo independientemente de la comprensión de los problemas. GODOFRA copia de los grupos que le rodean sus soluciones, mientras las otras dos personas intentan resolver algo del otro problema consultando reiteradamente a la profesora y resolviendo según las indicaciones dadas. Se manejan con ecuaciones, sin entender su contenido. Logran resolver mecánicamente los problemas tradicionales de Mecánica, es decir, los de movimiento rectilíneo con aceleración constante. Si embargo, utilizan sus ecuaciones de gobierno para la mayoría de los problemas de cinemática, sin discernir en forma previa si representan al movimiento estudiado.

En todas las instancias de aplicación del instrumento n° 2 arrojó que eran alumnas definitivamente proposicionalistas.

ALCAPAU	proposicionalista
CARMOJO	proposicionalista
GODOFRA	proposicionalista

NOTA

Antes de formar la dupla PARRARIEL-NURRO, ellos pertenecían a equipos de trabajo diferentes, es decir que PARRARIEL trabajaba con IBARROS, la persona señalada con el n° 6 en la figura 8.2 y NURRO trabajaba con VASEDGAR, la persona señalada con el n° 7.

8.1.8.3.6. Grupo: PARRARIEL-IBARROS

A pesar que la asistencia de ambos es escasa, PARRARIEL e IBARROS se manejan bastante bien, en la resolución de problemas. PARRARIEL discute con la profesora y el ayudante los alcances de las ecuaciones a utilizar, para asegurarse que ellas describen con cierta precisión las características propias del movimiento de traslación de un cuerpo determinado. Tiene agilidad mental, deduce mentalmente,

intuye como debería ser una solución y al resolver comprueba valorando la factibilidad de un resultado. Trabaja muy bien solo cuando IBARROS está ausente. Si IBARROS esta presente en el taller, está permanentemente explicándole sus estrategias de solución. No siempre tiene éxito, pero a la pequeña insinuación de ayuda de la profesora reacciona diciendo algo como “suficiente profesora, ya lo tengo, no me diga más... después le pregunto” con entusiasmo, como si dentro de sus esquemas mentales hubiese encontrado la pista o el camino que lo llevará a la solución. Por otro lado IBARROS le sigue sus ideas comprendiendo sus argumentos. Ellos no forman un equipo de trabajo estable, por esta razón PARRARIEL se maneja mejor solo.

IBARROS mantiene una actitud pasiva, no reflexiva y se conformaba con copiar ordenadamente la resolución de los problemas propuestas por PARRARIEL.

La aplicación del instrumento nº 2 arrojó que:

PARRARIEL	Modelador mental mecánico efectivo
-----------	------------------------------------

Como se señalo con anterioridad IBARROS se descarta de esta parte de la investigación dado que no se presenta a los talleres y pruebas finales.

8.1.8.3.7. Grupo: NURRO-VASEDGAR

NURRO y VASEDGAR deciden trabajar juntos porque son amigos y compañeros de promoción. Trabajan pobremente en el taller de resolución de Problemas. Ambos son de apariencia imponente: altos, delgados, preocupados de su apariencia física. Parecen ser conscientes de su atractivo físico, característica que sobrevaloran frente a sus compañeros. No presentan disposición para aprender. Durante el desarrollo de las sesiones de taller a las cuales asisten, conversan de otros temas y ríen, simulando trabajar. A pesar de los esfuerzos de la profesora, no lograron urdir un procedimiento para resolver los problemas asignados.

En cada sesión la profesora les explicaba los enunciados y les sugería que discutieran sobre los conceptos involucrados en cada problema de manera que pudiesen planificar un procedimiento de solución. Posteriormente y, con cierto disimulo, consultaban al ayudante intentando presionarlo emocionalmente para que él les resolviera los problemas. Le decían “dime como se hace...”. El ayudante les explicaba dándoles pistas para comenzar la resolución de un problema y finalmente una ecuación que les conducía a algo relacionado con la solución. Al obtener la información del ayudante, llamaban a la profesora para demostrarle lo bien que trabajaban y solicitaban de ella nuevas pistas y/o fórmulas que le permitieran un nuevo avance en el desarrollo

de un problema. Luego repetían la conducta con el ayudante y la profesora una y otra vez hasta lograr su objetivo.

En otras ocasiones y, con cierto disimulo, copiaban las soluciones de otros grupos de taller, sin comprender, al consultársele, el por qué de los procedimientos usados. Ellos se satisfacían con tener un resultado en cada problema, “pero si es el resultado lo que importa”, sostenían a menudo. Las preguntas relativas a relación entre conceptos que la profesora les hacía los dejaban mudos y para salir del paso, mostraban o trataban de leer las variables contenidas en alguna de las ecuaciones escritas.

En consecuencia, y en virtud del instrumento n° 2, se infiere que:

NURRO	proposicionalista
-------	-------------------

Como se señalo con anterioridad VASEDGAR se descarta de esta parte de la investigación dado que no se presenta a los talleres y pruebas finales.

8.1.8.4. Observaciones finales por grupos de estudio

Durante 17 semanas de clases se han desarrollado 13 talleres de resolución de problemas con la metodología Learning together que se ha modificado en este trabajo y se ha denominado “taller de aprendizaje colaborativo significativo”.

Durante el transcurso del semestre se ha observado que los grupos de estudio se han ido afianzando y las características de cada estudiante se han hecho bastante “visibles” y evidentes a las observaciones. Los estudiantes han encontrado el sentido a los talleres, han reconocido que ningún problema se resuelve sin hacer previamente un análisis deductivo, han valorado la discusión grupal, muchos han continuado su trabajo de resolución de problemas fuera del taller y los observadores, profesora y ayudante han podido distinguir a todos los estudiantes con sus nombres y sus características personales. Por cierto, se tienen algunas excepciones y, por consiguiente, se continuará con un análisis detallado del comportamiento de cada grupo de estudio, según lo observado y analizado al final del semestre.

8.1.8.4.1. Grupo: CARMOCLAU.

CARMOCLAU y VALENAR han manifestado características semejantes. En primer lugar, se presentan al taller con los problemas leídos, han hecho borradores

acerca de cómo resolverían los problemas de la guía publicada en el aula virtual de la Universidad y durante las sesiones de taller, ambos discuten acerca de las estrategias que ellos consideran adecuadas para enfrentar cada problema y solicitan a la profesora que los escuchen. Ya no necesitan la aprobación de la profesora, si no que más bien discuten con la profesora acerca de los procedimientos que ellos previamente han acordado. A pesar de lo anterior CARMOCLAU y VALENAR, son desordenados, en lo relativo a sus apuntes. Esa labor la cumple VARJU, que en todo momento solicita a sus compañeros explicaciones con relación a las decisiones tomadas. Cuando la profesora les hace una pregunta relacionada con los principios usados para resolver sus ejercicios, ellos, a diferencia de VARJU, se atropellan para contestar. De tanto revisar las deducciones de cada ecuación han logrado entender que algunas de las ecuaciones de los apuntes no son ecuaciones generales sino que solo son válidas para casos específicos. CARMOCLAU y VALENAR se muestran satisfechos y contentos al resolver satisfactoriamente una situación. Se paran, caminan, piensan, discuten, razonan, explican a los otros grupos y se muestran críticos acerca de los enunciados, es decir, a ellos se les oye decir “es que los enunciados son enredados, yo diría lo mismo de otra forma”. Fuera del taller continúan con una dinámica de estudio:

...estudio con CARMOCLAU y LORCAGUS ya que discutíamos mucho y nos ayudábamos. Nos complementábamos. Aprendimos a trabajar así en el taller. Cada uno trabajaba en forma independiente y veíamos quien llegaba al resultado y... el que llega al resultado tenía la razón y le explicaba a los otros y así nos dábamos más ánimo,... nos acomodamos bien. (Entrevista a VALENAR, líneas 125 a 129)

VARJU tiene un comportamiento diferente. Él espera que sus compañeros les expliquen. A él le interesa no atrasarse, ir copiando con orden y cuidado los problemas que se deben entregar. Fuera del taller trabaja solo.

En consecuencia, y en virtud del instrumento nº 2, se infiere que ellos se manifiestan como:

CARMOCLAU	Modelador mental efectivo.
VALENAR	Modelador mental efectivo
VARJU	proposicionalista

8.1.8.4.2. Grupo: MATUMA.

La presencia de BADAVID en este grupo fue un gran alivio para MATUMA y SOSER, ya que él pasó a dirimir las discusiones en un comienzo y posteriormente a explicarle los problemas a sus compañeros, después. BADAVID, se manifestó despierto,

rápido, imaginativo. Antes de resolver los problemas, explicaba con dibujos el enunciado de cada problema haciendo ver a sus compañeros que la Física era una aproximación de la realidad, a lo que sus compañeros reaccionaban simplemente aceptando. MATUMA Y SOSER no lograron entender el sentido del taller. Permanentemente necesitaban la aprobación de la profesora o el ayudante acerca de las explicaciones que les daba BADA VI. Él les convencía cuando, usando ecuaciones, lograban llegar a un resultado. Aún así era frecuente la pregunta de MATUMA, profesora, “¿tiene Ud. la respuesta de este problema?”, la que necesitaba para quedar tranquila de que la solución a la que habían llegado era la correcta. Una actitud de corte empirista dado que suponía que la respuesta de la profesora era indudablemente correcta o la verdad absoluta.

BADA VI era inquieto, en términos intelectuales, sentía la necesidad de discutir con alguien que fuera crítico de sus observaciones. Si bien es cierto sus compañeros de grupo lo obligaban a explicarles, repasando permanentemente la teoría para convencerlos, también necesitaba la discusión a un nivel más activo. Así es que interaccionaba con el grupo CARMOCLAU, encontrando en ellos el nivel de discusión apropiado a sus propias representaciones.

Es lamentable no haber podido cambiar las actitudes y formas de razonar de MATUMA y SOSER, pero ellos sentían una especie de barrera mental que les impedía mover las piezas o elementos de un problema para poder imaginarlo en forma dinámica.

En consecuencia, y en virtud del instrumento nº 2, se infiere que ellos se manifiestan:

MATUMA	proposicionalista
SOSER	proposicionalista
BADA VI	Modelador mental efectivo

8.1.8.4.3. Grupo: LORCAGUS.

Las velocidades de razonamiento de los miembros de este grupo se manifestaron diferentes, lo que implicó que ARZOJONA trabajara más asertivamente con GONZALORE. Por otro lado PERALMAR, con su interés para aprender, aceptó dejarse llevar por su grupo, al comienzo de manera sumisa, pero con el tiempo aportando sus ideas, que finalmente fueron muy valoradas. Él aprendió a razonar, a partir de las discusiones de los otros miembros de su grupo de estudio. Era la persona que equilibraba las acaloradas discusiones de LORCAGUS; que se apasionaba tanto que

habitualmente perdía el hilo de sus argumentaciones. Él sostenía, “lo que pasa profesora es que yo entiendo para mí, pero me resulta difícil explicarle a ellos”. En verdad, efectivamente, LORCAGUS se mostraba rápido, pero lamentablemente su desorden e impaciencia hacía exasperar a sus compañeros, por lo que, finalmente, se juntaba en las sesiones de taller con sus compañeros por obligación y otras prefería trabajar solo a su ritmo.

GONZALORE Y ARZOJONA se compenetraron tan bien que fuera del taller continúan trabajando juntos en la resolución de problemas, apoyados por la bibliografía sugerida para la asignatura. ARZOJONA es hábil, GONZALORE es una persona estudiosa, ordenada, perseverante y disciplinada y PERALMAR se muestra permanentemente silencioso, pero a su vez reflexivo. Entre los tres lograron aceptar sus roles con mucho respeto uno del otro.

En consecuencia, y en virtud del instrumento n° 2, se infiere que ellos se manifiestan como:

ARZOJONA	Modelador mental efectivo.
PERALMAR	Modelador mental efectivo
GONZALORE	proposicionalista
LORCAGUS	Modelador mental efectivo

8.1.8.4.4. Grupo: VELMARI.

La cooperación entre VELMARI y GONZACA se refuerza. Logran comprender que deben analizar las condiciones iniciales de cada problema así como las condiciones de movimiento en cada situación a plantear y resolver. En todo caso VELMARI mantiene el liderazgo del grupo, es la persona que explica a GONZACA en forma permanente. CHAMOMIUR asiste esporádicamente a las sesiones de taller y sólo copia las decisiones de sus dos compañeras. VELMARI se enfrenta al taller con entusiasmo. Previamente al taller ha leído los problemas y según cuenta “tengo algunas ideas para resolverlos...”. GONZACA es una persona tímida, introvertida, pero siempre se le ve junto a VELMARI.

En las sesiones de taller, dada las dificultades iniciales de este grupo, profesora y ayudante, cooperaron con estas personas en el sentido de explicarles repetidamente cómo han surgido las diferentes ecuaciones que tienen registradas en su cuaderno, a partir de las leyes de Newton, a identificar el cuerpo de interés cuyo movimiento se va a analizar, a identificar los objetos de su entorno y que interactúan con el objeto de

interés, a realizar un diagrama de cuerpo libre, a aplicar la 2ª ley de Newton en forma vectorial o el teorema del trabajo y la energía. Esta rutina se les explico repetidamente hasta que VELMARI comprendió el procedimiento y posteriormente logró resolver los problemas asignados. Al explicarle a GONZACA se producía en ella un ordenamiento o jerarquización de sus propias ideas, es decir, para ayudar a su compañera, se sentía obligada previamente a ordenar sus conceptos.

Dado el temperamento de GONZACA no ha sido posible distinguir la forma en que procesa la información. En primera instancia pareciera tener representaciones mentales de tipo proposicionalista, pero se prefiere indagar acerca de su forma de razonar a través de la entrevista final

En consecuencia, y en virtud del instrumento nº 2, se infiere que estas personas se manifiestan:

VELMARI	Modelador mental efectivo.
GONZACA	No es posible decidir.
CHAMOMIUR	proposicionalista

8.1.8.4.5. GRUPO ALCAPAU.

Estas personas no cambiaron a lo largo del semestre su actitud inicial, por varias razones: no asistían regularmente a las sesiones de taller, no llegaban al taller con las guías de problemas, los que fotocopiaban durante el taller propiamente tal, la actividad de los otros grupos de estudio las menoscababa y, por último, continuaban con la practica de conversar de otros temas.

Para entregar los problemas al final del taller hacían una especie de espionaje a sus compañeros de otros grupos. Copiaban sus soluciones con disimulo. GODOFRA (persona nº 5 en figura 8.2) organizaba esta estrategia que consistía en que ALCAPAU copiara uno de los problemas y ella el otro mientras CARMOJO vigilaba para no ser sorprendidos.

Estas personas no lograron evolucionar desde un estado representacional proposicional a un modelamiento mental efectivo.

La aplicación del instrumento nº 2 arrojó que eran alumnas definitivamente proposicionalistas.

ALCAPAU	proposicionalista
CARMOJO	proposicionalista

8.1.8.4.6. Grupo: PARRARIEL-NURRO

Desde el comienzo PARRARIEL se mostró mentalmente activo y dispuesto a trabajar en la actividad del taller. Lamentablemente su asistencia y la de IBARROS era irregular, pero PARRARIEL trabajaba bien solo, no necesitaba la presencia de IBARROS, que no lograba, a su vez integrar en un cuerpo teórico sólido los contenidos de cada problema. IBARROS mantenía una actitud pasiva, no reflexiva y se conformaba con copiar ordenadamente la resolución de los problemas propuestas por PARRARIEL. Al final del semestre IBARROS dejó de asistir al taller, lo que no afectó el trabajo de PARRARIEL. A pesar que la asistencia de PARRARIEL era irregular, él continuaba su trabajo fuera del taller, lo que notaba en su lenguaje y concentración.

NURRO y VASEDGAR tienen también una asistencia bastante irregular y las veces que asisten llegan con retraso. Demuestran incomodidad ante la metodología usada en el taller. Ellos manifiestan preferir una sesión de ejercicios tradicional en la cual el profesor o el ayudante explican los problemas en la pizarra. Buscan formulas para aplicar en la resolución de problemas, no relacionan conceptos, repiten definiciones sin mayor éxito, manejan un lenguaje cotidiano. No fue posible llevarlos a procesar la información de manera deductiva. Finalmente VASEDGAR deja de asistir al taller y en consecuencia NURRO se acerca a PARRARIEL quien explica sus argumentos. Esto favorece el trabajo de PARRARIEL quien necesita de alguien a quien explicarle sus modelos, hacerlos concientes para probarlos, así chequea sus modelos mentales. A su vez esta actitud es la que más le acomoda a NURRO, que precisamente necesita a alguien que le explique la materia de estudio. Es una actitud cómoda y también conveniente para él.

Luego, la aplicación del instrumento n° 2 arrojó nuevamente, que:

PARRARIEL	Modelador mental efectivo
NURRO	proposicionalista

8.1.9. La entrevista final

El objetivo de la entrevista final es argumentar acerca de la clasificación del tipo de representaciones mentales de los estudiantes al momento de razonar sobre la resolución de problemas de lápiz y papel. Esta entrevista es individual, se realiza en la oficina de la profesora de la asignatura en la cual se encuentra algo apartado, pero observando, el ayudante del curso. Al momento de la entrevista los estudiantes ya

conocen sus resultados finales, saben su condición de aprobados o reprobados en la asignatura. Esta información se entregó a través del aula virtual de la Universidad y también a través de ese medio se les citó para que revisaran la corrección de sus pruebas finales y tener su conformidad. La profesora también pretendía discutir sobre las soluciones presentadas por los alumnos en los problemas propuestos en cada una de las pruebas rendidas. Así, se tenía sobre el escritorio todas las pruebas rendidas por los estudiantes. La entrevista, semi-estructurada, se desarrolla en un ambiente cordial, relajado y de confianza, en la cual los alumnos cooperan de muy buenas ganas en cada pregunta y diálogo que se produce.

Las entrevistas de los alumnos investigados son grabadas con la autorización de ellos. Para eso se les tuvo que explicar que ésta formaba parte de una investigación educativa. Posteriormente, cada entrevista se escribió, formando una “carpeta de entrevistas” (en anexo F) que, posteriormente, fueron analizadas a la luz del instrumento N° 2.

A continuación, se encuentra un resumen de las características que más resaltan como fundamentación al tipo de representación en la cual se ha categorizado a cada uno de los estudiantes.

8.1.9.1. CARMOCLAU

Revela usar su imaginación para resolver los problemas y para poder representar en un dibujo el contenido del texto del enunciado. Los considera fundamentales para resolver un problema. Estos dibujos le ayudan a “*dejar el problema más claro*” (líneas 40 a 52).

E: En verdad en casi todas mis pruebas incluyo dibujos, pero hay una pregunta (en la 1ª prueba, la pregunta 3) sin dibujos y tú tienes correcta la respuesta, ¿cómo lo hizo?

A: (solo) imaginarme nomás....me acuerdo que en esta pregunta de caída libre me costó mucho entender la cuestión (situación). Ahí imaginaba que lanzaba uno y después el otro y llegaba a la conclusión que la única forma que se encontraran era cuando uno subía y el otro bajaba (aquí gesticula moviendo sus manos simulando la situación).

E: pero tu dibujo no refleja lo de tu imaginación

A: sí, pero a mí me sirven

E: ¿necesariamente tienes que dibujar?

A: sí....casi siempre. Muchas veces son dibujos chiquititos, pero a mí me dejan (el problema) más claro.

Su imaginación es dinámica, compromete sus reacciones motoras al gesticular, hablar solo, mover manos, ojos... (Líneas 244 a 250):

E: cuando te observo en las pruebas estás siempre haciendo gestos.

A: síii (ríe)...porque es la manera que tengo de pensar... imaginarme una situación,

E: por ejemplo en la pregunta de los cuerpos en caída libre - mencionada antes – ¡tú movías las manos!

A: sí,... para entender la cuestión

E: ¿logras concentrarte o te distraes?

A: no... me concentro absolutamente y se me pasa el tiempo volando (muy rápido).

Reconoce sentir satisfacción al comprender que sus deducciones son aceptadas por otro (líneas 52 a 58);

Cuando salí de esta prueba comente este ejemplo con VALENAR y él lo había resuelto de forma distinta, entonces ya (yo) igual estaba mas o menos complicado, pero después le comenté esto a un compañero que ahora está en Física II y me dijo que (mi problema) debería estar bueno porque lo hice de nuevo de la misma forma en que lo había hecho en la prueba y llegué al mismo resultado, entonces...me dijo (el compañero) que deberían estar buenos los dos (de él y de VALENAR),... así que igual quedé contento.

Se siente seguro al explicar a otros y además, las discusiones que surgen en este dialogo le permiten aclarar sus dudas (líneas 232 a 233):

E: ¿qué haces cuando tienes alguna duda con algún problema?

A: lo discuto con mis compañeros hasta quedar tranquilo.

En su fase de pensamiento reflexivo existen en él las reglas de tipo “si,... entonces” ((líneas 227 a 228):

A: es que ahora creo que si el coeficiente de roce es menor...y la masa mayor, habría (en las ecuaciones) una compensación en los términos.

Relaciona los nuevos conceptos con los aprendidos anteriormente, aunque reconoce que esta acción le toma un tiempo de reflexión (líneas 144 a 149),

... se que todo tiene que ser asociado con las... matemáticas, con la química, pero veo que a veces uno estudia cualquier otra cosa y se acuerda de conceptos de física. O sea no podría separarlas (las tres unidades)... y así encuentro que las tres materias deberían relacionarse. No veo temas aislados, pero me ha costado verlo así,... con el tiempo he ido relacionando más los temas.

8.1.9.2. VALENAR

Reconoce que su estado cognitivo ha evolucionado desde un estado memorístico inductivo hacia un estado reflexivo (líneas 52 a 64),

E: Cuando tú haces los dibujos, ¿te exigés imaginar lo que está sucediendo?

A: lógico, me tengo que imaginar la situación, o si no, no se podría hacer (desarrollar) el ejercicio.

E: ¿y la 1ª vez que Ud. tomó el ramo?

A: No ahí me tiraba nomás... por los datos me manejaba.... si me daban una distancia, decía busquemos una fórmula que tenga distancia. Y si la velocidad era uniforme buscaba si tenía distancia y tiempo,... era un manejar y jugar con las ecuaciones.

E: ¿y ahora tu postura ha sido diferente?

A: ahora hago esfuerzo para imaginarme más el problema y entender la situación,... eso era lo que me pasaba la primera vez (que tomé el ramo), no entendía la situación (planteada en un problema), entonces me costaba llegar a un razonamiento

En este estado reflexivo juega un papel importante su imaginación (líneas 74 a 76),

Aquí en la física es diferente (del Cálculo), uno tiene que pensar primero, imaginarse la situación y después hacer el procedimiento para resolver,... es más complejo...

Reconoce ser capaz de relacionar los conceptos estudiados (líneas 85 a 91),

A: lo veo todo junto, porque la 2ª ley de Newton yo la necesito para calcular la aceleración de un cuerpo y con esto, la cinemática ayuda para conocer la velocidad, por ejemplo,... entonces está todo junto. La 2ª ley de Newton también se relaciona con el momentum lineal, entonces...

E: y ¿como se relaciona con la unidad de energía?

A: porque igual debo conocer cómo son las fuerzas, si son conservativas o no conservativas para aplicar o no conservación de la energía en un problema...

Se da cuenta o es consciente que debe evitar la resolución mecánica de problemas y que necesita de un análisis reflexivo previo (líneas 200 a 208), En la figura 8.3 se muestra cómo utiliza el teorema de conservación de la energía a pesar que este no se conserva debido a la fuerza de rozamiento cinético, en líneas 182 a 188:

E: y no leíste el problema, ¿por qué no tomaste el roce?

A: emmm,...fue como mecánico,...llegué y me tiré nomás.

E: y ¿cómo deberías haberlo resuelto?

A: con el teorema del trabajo y la energía. –me contesta en forma inmediata. Da vuelta la hoja y me comenta sobre el siguiente problema, el nº 2 de la 3ª prueba, que resuelve

Figura 8.3: VALENAR ocupa el teorema de conservación de la energía mecánica, memorísticamente, sin tomar en cuenta que el rozamiento cinético no permite que la energía mecánica de la partícula se conserve.

correctamente aplicando conservación de la energía, primero y luego segunda ley de Newton-. Aquí estuve mejor, aquí pensé un poco...

Y se obliga a través de la resolución de problemas (línea 203),

A: *la ejercitación me obliga a pensar,...ayuda mucho.*

Siente la necesidad de ayudar a sus compañeros, compartiendo con ellos sus experiencias de aprendizaje (líneas 211 a 212),

...ahora me siento más seguro (para presentarse a ayudantía), de hecho creo que mi experiencia puede servir a mis compañeros...

Sus compañeros reconocen en él a una persona que

...está siempre cuestionándolo todo... (En CARMOCLAU, línea 243).

8.1.9.3. VARJU

VARJU confirma su condición de proposicionalista mediante su entrevista. Se manifiesta inseguro, necesita el apoyo de su profesora, reconoce que en sus pruebas escritas se confunde (líneas 77 a 81):

E: *pero este (problema) estaba bien – le indico el problema 1 de la 3ª prueba, nuevamente- ¿no empezaste a resolver la prueba por este?*

A: *si empecé por este, pero igual tenía pequeñas dudas, a ver... no, no después lo desarrollé bien,... es que en todos quedé medio bloqueado al principio, no se por qué... llegué hasta por aquí no más*

Manifestando inseguridad en sus propias decisiones, lo que se puede apreciar en lo que escribe en su prueba, representado en la figura 8.4 (líneas 103 a 106),

A: *no, pero la aceleración tangencial ocurre cuando hay cambio de magnitud (de la velocidad) y ahí viene cambiando la magnitud así que por eso expresé la aceleración tangencial,... pero la desprecié... – en realidad no la desprecia - ¿cuándo se toma solo la radial?, y ¿porqué sólo en un punto?*

Al parecer tiene la convicción que el bloqueo mental se debe solo a la falta de ejercitación (línea 88),

A: *la verdad es que yo no hice muchos ejercicios en realidad.*

The image shows three lines of handwritten physics equations. The first line is $+N - mg = m(a_r + a_t)$. The second line is $+N - mg = m\left(\frac{v^2}{R} + \frac{dv}{dt}\right)$. The third line is $+N - 980 = 100(9,8_r + 4,68_t)$. A large 'X' is drawn over the third equation, and a circled '0' is written to the right of the second equation.

Figura 8.4: VALENAR desprecia en un momento la aceleración tangencial de la partícula, pero después la asigna un valor, lo que demuestra su inseguridad.

Carece de imaginación lo que se manifiesta en la falta de comprensión del lenguaje escrito de los problemas que resuelve y de la forma en que los elige (líneas 256 a 258):

E: y ¿cómo los elegías?

A: bueno los del libro no más,... los que me parecían más entretenidos,... con dibujos o los impares,... que presenten situaciones distintas, con poleas,....

Presenta las características de un alumno con una estructura mental de tipo “memorístico inductivo”, es decir, que necesita “resolver” muchos ejercicios con el fin de encontrar una pauta de resolución o un algoritmo común (líneas 144 a 146 y 275 a 276),

E: ¿eso como fue que lo hiciste? es que ¿habías resuelto problemas parecidos?

A: si este problema es similar a algo que se trabajó en el taller y eso fue lo único que estudié...

A: cuando se bien la materia, me voy directamente a lo que me piden, pero cuando no me la se muy bien me fijo en los datos y trato de asociarlos...

Ante una pregunta conceptual, intenta repetir definiciones en forma textual (líneas 229 a 231 y 234 a 236),

E: si algún compañero te pidiera que le explicaras de que trata este curso, ¿qué le dirías?

A: de que se trata... como usted decía igual... todo se trata de las leyes de Newton

E: ¿para que sirve la 2ª ley de Newton?

A: para explicar y predecir los movimientos – recita parte de una definición dada en clases -

Sus conocimientos son inestables, (línea 55),

A: es que yo en este ejercicio dude un montón...

Se confunde al dar una explicación (líneas 137 a 139),

A: mmm... al final la fuerza que lleva a este objeto es la tensión... no tiene que ser...es igual a la fuerza estática... al μ por la normal para que no se mueva,... ¿o no?

8.1.9.4. MATUMA

A pesar que es la tercera vez que cursa la asignatura persiste en ella las representaciones mentales de tipo proposicionalista.

Presenta con frecuencia confusión en su organización conceptual (líneas 252 a 259),

E: *¿Te quedó claro qué es una fuerza conservativa y no conservativa?, ¿o lo sabes como de memoria?*

A: *no, si en realidad fuerza conservativa... está relacionada, más que nada... a un cuerpo que... ejemplo si uno hacía fuerza sobre un cuerpo... este como que tendía a mantener la fuerza sobre el cuerpo, por ejemplo, el peso... siempre habría un peso sobre el cuerpo aunque hubiera o no hubiera movimiento. En cambio una fuerza no conservativa, al cuerpo lo movía pero después desaparecía esa fuerza.*

Reconoce que los ejercicios o problemas los resuelve en forma mecánica (líneas 170 a 173):

E: *¿habías hecho problemas como el dos y el tres (de la 2ª prueba)?*

A: *como éste había hecho – me muestra el problema 2 de la 2ª prueba. Aquí me equivoqué porque al dato que me daban no le cambié las unidades. Trabajé súper mecanizada y no me di cuenta*

Sus conocimientos son inestables (líneas 146 a 158):

E: *y aquí – le muestro el problema 2 de la 3ª prueba – ¿cómo te planteaste este problema?*

A: *igual aquí tenía una duda, porque en realidad decía... veía súper fácil el ejercicio, pero me preguntaban “la fuerza que hace el carro sobre el tobogán... entonces yo decía en realidad la fuerza que hace el carro sobre el tobogán es solamente la fuerza peso, entonces ahí me compl... y ahí dije lo hago por Newton y ahí me sale al tiro (de inmediato), entonces dije no, no creo que sea tan fácil y ahí como que me complique un poco... entonces empecé a resolver dije... igual llegaba por diferentes caminos y llegué como por eso. O sea sacar la velocidad acá...*

E: *pero también fue como al azar...*

A: *claro, es que en realidad no sabía como hacerlo... en realidad me complicó eso... la fuerza que hace el carro sobre el tobogán. Si lo hacía por Newton me salía al tiro, pero como había que hacerlo por trabajo...*

No logra ni intenta discutir en forma crítica con sus compañeros, prefiere o busca a otra persona de su confianza, que le enseñe y así confirmar sus propias creencias (líneas 187 a 191):

E: *¿cuándo tienes dudas en algún problema, a quién consultas?*

A: *bueno, a Ud. le vine a preguntar varias veces o le preguntaba al Alfredo – que está en un curso superior y es su novio -*

E: *si, pero a Alfredo n le fue tan bien – aprobó con la nota mínima -*

A: *si, pero igual discutir con el, ayuda.*

8.1.9.5. SOSER

Este alumno cursa la asignatura en tercera oportunidad y tiene dificultad para comprender porqué sus dificultades de aprendizaje (líneas 9-10),

...no se, no le encuentro explicación mágica, porque estudio harto y aparte que igual... (me va mal).

Menos entiende cuando ha aprobado dos asignaturas, mecánica de fluidos y termodinámica, que son posteriores a la mecánica o que tienen como pre-requisito la mecánica (líneas 92 a 97):

E: ¿y cómo te fue en fluidos?

A: bien, (aprobé con) 5,2 de promedio (en la escala de 1,0 a 7,0). Si por eso encuentro que me equivoco en muchas tonteras en física, como básicas, y en el resto (de los ramos) igual estoy bien. Entonces como que encuentro que es incomprendible para mí – ríe nervioso – Por que la forma de estudiar es la misma siempre...

Reconoce tener una postura mecanicista tipo “memorística inductiva” en la resolución de problemas (líneas 48 a 55 y 98 a 102):

E: ¿y qué esperabas al hacer ejercicios?

A: que... comprender más o menos como podría ser el procedimiento, porque igual siempre habían procedimientos que no... por muy parecidos que fueran algunos ejercicios, siempre había algo distinto

E: ¿y encontraste algún procedimiento para resolver?

A: siempre me salían sorpresas – ríe – cuando hacía las cosas, como que pensaba como podrían ser, pero al final siempre me equivocaba... ja, ja... en la prueba. Bueno, uno siempre comete errores...

E: ¿y como estudias?, ¿cómo enfrentas la solución de problemas?

A: Es que primero veo un ejemplo de los resueltos. Ahí veo, más o menos, como se puede desarrollar y... también buscando... y primero me hago un formulario de lo que puedo ocupar y... ahí aplicando... a veces sale y a veces no sale (la solución del problema) y... si es que no sale, lo consulto con alguien. Y eso...

No se aprecia en este alumno actitud favorable hacia el aprendizaje: falta de planificación, trabajo en equipo, pensamiento crítico, comunicación verbal, entre otras. Al parecer aprecia el trabajo en equipo, pero finalmente declara estudiar solo, es contradictorio (líneas 17 a 18 y 22 a 23):

E: ¿con quién estudias?

A: con los compañeros más cercanos

E: pero, ¿este semestre con quién estudiaste?

A: prácticamente solo, pero antes siempre estudiaba en grupos.

8.1.9.6. BADAVI

Es un alumno que se propone reflexionar sobre su fracaso anterior en la asignatura (líneas 29 a 30):

A: Lo que pasa es que estudiaba y la mayoría de las veces entendía la materia... pero no sabía como resolver los problemas... no podía.

Y se propone enfrentar sus dificultades (líneas 31 a 43):

E: y ahora ¿cómo enfrentaste el ramo?, ¿que fue distinto este semestre con relación al semestre anterior?

A: Todo.

E: ¿cómo es eso?

A: a ver... primero este curso tenía menos alumnos y yo llegaba temprano a las clases para quedar sentado en la primera fila... para poder hacer preguntas de lo que no entendía. Decidí no tomar apuntes sólo poner atención en clases.

E: ¿y cómo estudiabas entonces?

A: bueno, fotocopie el libro y estudiaba la materia de él tratando de recordar lo que se decía en clases. Eso me costó un poco porque Ud. no sigue el libro de la misma forma. Después me conseguía la materia con una compañera que tenía ordenado sus cuadernos y les sacaba fotocopia o anotaba sólo los temas que se veían en clases.

Reconoce que el estudio constante, día a día, clase a clase, favorece la comprensión en la resolución de problemas en el taller (líneas 45 a 50):

A: No, yo estudiaba todas las semanas. No quería reprobarme otra vez. Los talleres me sirvieron mucho para obligarme a venir preparado. De hecho yo resolvía problemas antes del taller.

E: Pero si no sabías como enfrentarlos.

A: Si, pero con el taller fui aprendiendo. Tanto Ud. como el ayudante me fueron indicando como hacerlo hasta que fui adquiriendo una práctica.

Declara no tener que resolver demasiados problemas para entender las leyes físicas (líneas 51 a 54):

E: ¿Hacías muchos ejercicios?

A: hacía ejercicios, pero no tantos ya que tenía muchos ramos... pero si me preocupaba de venir preparado al taller, de leer la materia, de tratar de resolver los ejercicios de las guías antes...

Valora el apoyo y afecto de su profesora, dejando en claro la importancia de la zona de desarrollo próximo, Vygotsky (líneas 69 a 73):

A: la profesora me daba más seguridad... y otras no tanto, porque a veces me decía que iba muy atrasado en el estudio. Me decía que las preguntas que hacía eran muy

elementales... ahí me desesperaba... pero seguía no más. Pero una vez salí bien contento y que Ud. me dijo algo como que se alegraba que consultara las dudas y que era preocupado... algo así...

Enseñaba a sus compañeros (líneas 745a 77):

A: Yo la verdad, estudiaba solo. Bueno en el taller trabajé con mis compañeros, pero yo... les explicaba lo que yo sabía... y ahí... eso me servía para repasar yo también lo que había estudiado. Ellos me escuchaban y me preguntaban...

Descubre que escribir los enunciados de los problemas activa su imaginación y lo obliga a esquematizar el mensaje de ellos (líneas 88 a 92):

A: ...los copiaba... es raro pero al irlos copiando me imaginaba mejor... lo que decía. Después anotaba los datos y hacía un dibujo con los datos como me había explicado Ud. en el taller.

E: si, me di cuenta que eras muy ordenado

A: - ríe- aprendí a usar los lápices de colores para dibujar las fuerzas.

En su metodología de resolución de problemas tiene presente el núcleo duro de la teoría: las leyes del movimiento de Newton (líneas 93 a 99):

E: ya, leíste el problema, lo anotaste, escribiste los datos e hiciste un dibujo y luego ¿qué?

A: me fijaba en lo que tenía que responder. Sabía que tenía que ocupar la segunda ley de Newton casi siempre... buenos, las leyes... y en el caso de... al final del curso el teorema del trabajo y la energía cinética.

E: ¿y la conservación de la energía?

A: bueno si las fuerzas que hacen trabajo sobre el cuerpo eran conservativas.

Demuestra su evolución cognitiva al reconocer conscientemente la importancia del análisis deductivo en la resolución de problemas (líneas 102 a 107):

E: ¿usabas formularios?

A: al comienzo si... pero después no era necesario, porque me convencí que las formulas eran pocas y al hacer ejercicios las aprendí, además que la segunda ley de Newton... y el teorema del trabajo y la energía... es lo que más se ocupa. Los mapas conceptuales me costaron mucho al comienzo, pero después me ayudaron a repasar la materia.

Se maneja asertivamente con el teorema del trabajo y la energía cinética (Líneas 169 a 178):

E: ...En la 3ª prueba, te manejaste bien con el teorema del trabajo y la energía cinética – problemas 1 y 2 -. Te has expresado en forma ordenada y segura.

A: Es que ese tema lo tenía claro.

E: ¿porque sabes que lo tenías claro?

A: porque me bastaba leer los problemas, para saber cómo se hacían. Además el teorema es general. Con este teorema yo podía resolver todos los problemas... me imaginaba las cosas... me acordaba cuando Ud. pateaba el borrador en el suelo o cuando dejaba caer el

lápiz... el trabajo total sobre el cuerpo le cambia su energía cinética...- ríe, porque ha simulado mi voz -.

Este alumno demuestra predisposición hacia el aprendizaje. El proceso de construcción de sus aprendizajes evoluciona hasta lograr la construcción de modelos mentales efectivos; sin embargo, pone en evidencia que estos modelos mentales requieren de “energía” para su funcionamiento, que bajo stress es difícil activarlos o ejecutarlos (líneas 186 a 188).

A: no profe, no me pida más... yo lo único que quiero ahora es descansar... estoy súper contento por haber aprobado todo, pero ya no quiero pensar... disculpe.

8.1.9.7. ARZOJONA

Según sus compañeros de grupo de estudio, ARZOJONA presenta una actitud que en esta tesis se llama de tipo empírico positivista (LORCAGUS, líneas 224 a 228):

...ARZOJONA necesita o no puede aprender algo si no sabe para qué sirve. Por ejemplo en el caso del laplaciano... él decía ¿y esta cuestión pa(ra) qué me sirve? Y yo le decía, a mi me da lo mismo ¡apréndetelo no más! Al final un compañero físico le explicó que servía para describir algunos fenómenos de electromagnetismo.

En la entrevista final también se observan rasgos positivistas inductivos, por la forma en que elige los problemas, en que si los resultados están buenos, entonces el procedimiento usado para resolver los problemas es correcto (líneas 28 a 29):

...Primero hago los (problemas) impares del Serway y del Alonso-Finn,... primero hago los impares (que traen respuestas) para saber si uno esta haciéndolos bien o mal

Sin embargo, declara (líneas 32 a 34) que de esta forma se obliga a probar sus “ideas o procedimientos” o los modelos mentales efectivos para su solución y aprende (líneas 37 a 39):

...yo encuentro que cada ejercicio tiene algo distinto que otro, entonces mientras más ejercicios haga, más casos logro ver... entonces así me siento más preparado para los ejercicios que vengan (en la prueba).

E: ¿qué estas aprendiendo cuando eliges los ejercicios?

A: siento que... mmm... me demuestro a mí mismo lo que aprendí está bien, está bien aprendido

Así, aprender para él es establecer modelos mentales efectivos que se revisan recursivamente hasta que se estabilicen cumpliendo de este modo con el principio de identidad estructural en la teoría de Johnson-Laird. Y en el caso que no se tengan los resultados de un determinado problema, (líneas 47 a 49).

A: *no queda mas que... ver si el resultado es... eehhh... que sea lógico.*

E: *¿cómo es eso?*

A: *... mmm... que no dé un resultado ridículo...,*

lo que estaría indicando que esta opción requiere de un estado mental cognitivo superior, que el alumno trata de evitar.

Se evidencia la presencia de análisis deductivo reflexivo en las líneas 71 a 79, cuando se refiere al movimiento de los carros A y B (ver figura 8.5),

E: *¿por qué B no tendría aceleración tangencial?*

A: *es que la velocidad no aumenta... ni disminuye.*

E: *¿y para qué querías el recorrido de B?*

A: *es para conocer t –me muestra en la hoja el recorrido de B -, tendría s –se refiere al arco subtendido por el ángulo de 30°- ...tendría v...*

entonces $v = \frac{s}{t}$... y de ahí tendría t...

despejando...

E: *¿eso es lo que habías pensado durante la prueba?*

A: *si, pero me quedé trancado (detenido, parado)... por el tema del ángulo... y preferí hacer otro ejercicio,*

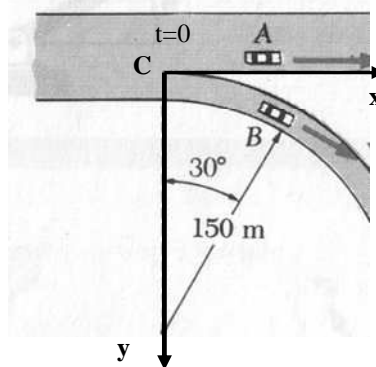


Figura 8.5: Durante la entrevista ARZOJONA demuestra asertivamente la forma de deducir el movimiento de los carros A y B que aparecen en la 1ª prueba oficial.

pero una leve dificultad con el lenguaje matemático le impediría expresar por escrito sus ideas físicas.

Reconoce que trabaja en forma cooperativa con su grupo de estudio que se formó en el taller TACS (líneas 80 a 86):

E: *¿cuánto tiempo dedicas para preparar una prueba?*

A: *estas pruebas... de física... como yo no quería que me fuera mal,... una semana más o menos... empezaba a estudiar. Tenía un grupo de estudio con PERALMAR y GONZALORE empezamos a estudiar de a poquito, a veces nos quedábamos todo el fin de semana y ahí él (ejercicio) que no sabía lo hacía otro y así... a veces había un ejercicio que decían lo sé hacer, pero no me explico porque se hace así, entonces el que sabía, explicaba.*

Para él el análisis deductivo en los problemas es fundamental, ya que reconoce no tener buena memoria (líneas 120 a 124):

...necesito saber de donde salen todas las cosas, por que si no,... me cuesta memorizar, entonces si entiendo las cosas, puedo sacar lo que sea. Entonces si la cosa no me queda clara con la clase, ahí recurría a leerme toda la materia del libro... para ver de dónde salían todas las fórmulas, a que se llegaba...

No requiere de formularios para resolver los problemas (líneas 353 a 355):
no, no lo necesito, de hecho no ocupo formulario, porque si se estudia y se hacen ejercicios y... bueno, en la materia se ocupan las mismas fórmulas, entonces uno ya sabe eso y las desglosa para un lado o para otro.

Tiene claridad acerca de su forma de estudiar (líneas 130 a 155):

E: Cuándo eliges un ejercicio y lo lees bien, ¿qué haces después? ¿Se te ocurre la solución como un chispazo o cómo?

A: En verdad no escribo nada hasta tener una idea de cómo empezar a hacerlo

E: ¿hasta tener claridad del enunciado?

A: claro, leo el ejercicio, lo comprendo y veo lo que me piden, hago un dibujo o esquema... para tener más claro el ejercicio y después que lo tengo claro y veo lo que me están pidiendo y qué es lo que me dan como datos ... ahí dije si puedo sacar directamente el ejercicio, pero sino, hago unas fórmulas para ver que puedo sacar, que es lo que tengo que hacer para sacar lo que me piden y luego veo si lo que necesito lo tengo o lo tengo que deducir y ahí me pongo a...

E: y se te ocurren al tiro – de inmediato – la solución ¿o no?

A: a veces, a veces como que, yo le llamo, veo la luz... ja, ja,... y de repente, mis compañeros me dicen ¿y como lo hiciste? ... no sé vi la luz, les digo, ja-ja... lo vi, lo resuelvo un poquito y como que caché (me dí cuenta) al tiro (de inmediato) por donde tenía que ir.

E: ¿Qué pasa por tu cabeza en el instante que tu ves la luz?

A: mmm

E: ¿es que imaginas la situación?, ¿el movimiento?

A: si sabe, yo creo que es eso, es como que uno combina lo que uno puede deducir y ... cuando... lo que uno hace cuando... deduce... combinado con lo que uno aprende... entonces yo decía... yo creería que esto, por ejemplo, - dibuja un plano inclinado con una rueda que desciende por él - una ruedita va rodar, va a rodar y aumentando la velocidad... y cuando llega abajo tiene una velocidad, pero, la materia dice,... o Newton dice... entonces ahí uno ya ... empieza a culminar la materia ... pero como que no tengo un método claro, como que me adapto a cada ejercicio.

Cuando ARZOJONA declara “ver la luz”, es probable que sus modelos mentales efectivos, que han sido probados tantas veces, se vuelvan inconscientes y operarían, entonces, en la memoria de largo plazo. Esta misma situación ocurre con el procedimiento de la suma de números (líneas 156 a 182). De tanto practicar la suma, el procedimiento o modelo usado y revisado recursivamente se vuelve inconsciente. Esta idea en la resolución de problemas es declarada, en cierta medida en las líneas 187 a 194:

mmm... ... generalmente hay una planificación, al comienzo hay una planificación, pero después que uno ya... logra cierta práctica, en cierta manera como que uno cubre todos

los casos, como que ya uno es inconsciente de lo que hace, debe ser lo mismo que en el (acto de) sumar... yo no me acuerdo, pero debe ser que alguna vez lo planifique así, pero ya... como se utiliza tanto... uno reacciona no más, entonces lo mismo debe ser para esto – se refiere a la resolución de problemas - . Cuando uno está recién aprendiendo, uno necesita planificar.

El pensamiento reflexivo requiere de tiempo relajado y tranquilo, que es el tiempo que cada sujeto requiere para activar sus modelos mentales. Las pruebas tradicionales de 90 minutos incentivarían la memorización (líneas 234 a 237)

Es que cuando uno estudia tanto y está presionado por la hora... una hora y media, no es satisfactorio que se termine el tiempo (que se dispone), y no alcanzar a demostrar todo lo que uno sabe y esa tensión... todo tiene que ser rápido, rápido...

Resalta el trabajo de los profesores (líneas 321 a 324 y 328 a 329):

...el profesor es importante en relación al trato y comunicación que tenga con los alumnos. Más que nada lo importante creo que es... lo importante de ir a clases y de tener un profesor conocido... es que uno va y entiende todo lo que dice...

8.1.9.8. PERALMAR

Disfruta del estudio al trabajar con ARZOJONA, ya que él cuestiona cada frase que se emite durante las jornadas de estudio (líneas 313 a 315 y 308 a 311):

mmm... bueno me gusta estudiar con ARZOJONA porque discutimos. Es que nos conocemos mucho tiempo y también hace mucho tiempo que estudiamos juntos.

E: ¿te cuestionas los resultados?... parece que no – le recuerdo las observaciones acerca de la prueba 3 -

A: no me cuestiono (en las Pruebas) por el tiempo (reducido que duran las pruebas), pero en la casa sí...

Relaciona los conceptos entre sí y se apropia del lenguaje científico que comparte con sus compañeros y profesor (líneas 65 a 69 y líneas 76 a 78)

A: Y también tengo claro que hay fuerzas conservativas y no conservativas

E: ¿y que diferencias encuentras entre las dos?

A: por ejemplo la fuerza de fricción es no conservativa porque hace que se pierda energía y las conservativas cuando se traspasa la energía como el problema 2 – de la 3ª prueba – la energía cinética se traspasa a potencial,... o sea se transforma

E: ¿por qué tú calculas la fuerza normal, que es la fuerza que hace el riel sobre el carro, cuando se pregunta la fuerza que hace el carro sobre el riel?

A: ah, porque son iguales y contrarias

Si imaginación le permite ilustrar y animar las leyes Físicas (líneas 70 a 75):

E: ¿eso lo imaginas?

A: *si, por ejemplo en ese – el problema 2 – esta súper claro que parte del reposo y que la energía potencial gravitacional, a medida que va disminuyendo la altura, se va transformando en energía cinética*

E: *y quién hace el trabajo ahí*

A: *el peso que es (una fuerza) conservativa.*

Se preocupa de las relaciones entre conceptos antes de resolver los problemas de los libros de textos (líneas 212 a 217)

...normalmente cuando uno estudia física ¿qué hace?, puros ejercicios, se aprende las cosas mecánicamente y después las aplica en la prueba, ya... pero cuando uno escribe algo acá .me muestra las pruebas realizadas, no se po (pues), uno se da cuenta de lo que sabe y también si uno se prepara para una pregunta de éstas va a tener que estudiar la materia y comprenderla antes de hacer los ejercicios

Es metódico, ordenado, participativo y crítico (líneas 271 a 278 y 284 a 289):

A: *yo lo primero que hago para estudiar física... -le invito a un cigarrillo y fumamos juntos- es venir a clases, para mí las clases de física y de cálculo son fundamentales. Si me pierdo una clase me desconecto, entonces cuando estoy en física trato de estar ahí metido (en su contenido, participando). No estudio día a día, para nada; o sea si tengo la prueba un miércoles estudio del viernes hasta el martes. Lo que hago es que tomo un libro, leo la materia para corroborar con otras cosas... para integrar todo y para tener los conceptos claros. En eso me demoro una tarde. Y después hacer ejercicios.*

E: *y ¿en clases preguntas las dudas?*

A: *si pregunto hartito (bastante)*

E: *¿y si en un problema quedas con dudas?, las discutes*

A: *yo física no puedo estudiar solo, o sea puedo, pero trato de no estudiar solo, porque uno se distrae más y el mismo hecho de estar con otras personas trabajando (da más ánimo)*

Valora el trabajo cooperativo en equipo (líneas 293 a 296):

A: *con ARZOJONA me gusta estudiar, porque, por ejemplo uno hace un ejercicio y llega a un resultado y por ejemplo si él tiene dudas en un ejercicio y a uno le pregunta... lo hace cuestionarse a uno, qué por qué esto y por qué esto otro... hay cooperación...*

8.1.9.9. GONZALORE

Presenta dificultad para interpretar una gráfica velocidad versus tiempo de dos partículas, como el que se ilustra en la figura 8.6 y que corresponde a una de las preguntas de la prueba especial (ver líneas de 1 a 29),

E: *-comenzamos revisando la 1ª pregunta de la prueba especial- ¿en este problema no entendiste nada?'*

A: Es que el problema fue que no...no... se supone que había que ver si... si se volvían a juntar, pero las aceleraciones (de cada cuerpo) eran distintas, uno aceleraba y el otro desaceleraba, eso quería decir que no se volvían a juntar... y no lo terminé, porque no sabía que hacer...

E: ¿por qué dices que no se vuelven a juntar?

A: porque se supone que si sigue acelerando sigue avanzando hacia arriba...

E: pero éste parte con velocidad cero

A: pero este (otro) con velocidad 40 (m/seg)...

E: o sea en el mismo lugar están, uno que esta partiendo hacia arriba y otro que va hacia abajo, ¿no imaginas que se van a juntar?

A: pero cuando se juntan acá, - me indica el punto en que las graficas de velocidades se interceptan - eso es lo que dijo Ud.

E: no, yo no he dicho eso

A: a.C.,... lo dibujó, lo dibujó no más, pero...

E: lo que pasa que ahí dice... -leo el enunciado destacando que la grafica muestra como cambia la velocidad de cada cuerpo-

A: aahhh,... - ahí comprende que interpretó equivocadamente la gráfica - no lo entendí entonces...

E: ah, no lo habías entendido

A: yo dije ah si aquí están, según... - me muestra el grafico - se encuentran acá... entonces yo tengo que ver si yo analizo esto y analizo de aquí para acá, eso pensé yo... no que ya...

E: no notaste que este era un grafico de velocidad versus tiempo

A: no - tímidamente -

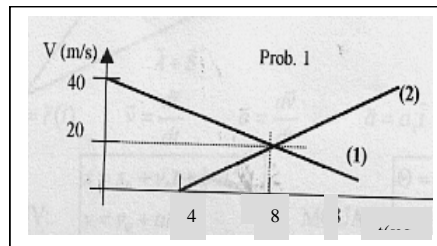


Figura 8.6: Una de las preguntas de la prueba especial rendida por GONZALORE hace referencia al movimiento de dos cuerpos representados por un grafico de velocidad versus tiempo.

También presenta dificultad para interpretar un enunciado (líneas 186 a 193):

E: ¿qué es lo que te cuesta cuando vas a resolver un problema?

A: interpretarlo, porque, por ejemplo sé aplicar las cosas, más o menos,... por ejemplo si me dicen "hay fricción", entonces yo no sé si tomarlo en todo el deslizamiento (del cuerpo) o solo en una parte... cosas como de ese tipo, entonces si no sé interpretar, tengo (en una prueba) todo malo.

E: entonces resuelves (los problemas) al azar, buscando solamente coincidir con la respuesta del libro (que usas), para deducir que has interpretado bien.

A: si, se puede decir que es así

Reconoce que estudia “harto” (bastante), pero que su imaginación es un obstáculo para lograr una buena interpretación del lenguaje usado en el enunciado de un problema (Líneas 210 a 215):

E: ¿qué te cuesta?

A: imaginar el problema, es que por ejemplo, cuando recién empecé a estudiar para la 3ª prueba, era un movimiento parabólico y yo vi una trayectoria recta,... ¡Na que ver!, entonces no me salía el ejercicio, entonces yo dije “¿cómo me puedo equivocar en esto?”, pero es que lo hice como rápido,... es que por hacer las cosas rápido me equivoco en puras tonteras...

Así su trabajo es de tipo memorístico inductivo, es decir que ella generaliza los métodos o algoritmos usados en la resolución de problemas que la conducen a encontrar la respuesta dada en los libros de texto (línea 300 y líneas 191 a 206):

...uno de mis problemas es que de repente memorizo las cosas

E: entonces resuelves (los problemas) al azar, buscando solamente coincidir con la respuesta del libro (que usas), para deducir que has interpretado bien.

A: sí, se puede decir que es así

E: entonces, ¿no partes segura?

A: a veces... en cierto tipo de cosas que domino más,... pero cuando no domino bien, bien como que ah... no es seguro lo que hago... después verifi... después reviso lo que resultó y analizo de nuevo el ejercicio... aahhh ya esto es así, entonces.

E: y después (este método) te resulta para otros ejercicios

A: sólo si son parecidos, pero si no son parecidos no aplico los mismos criterios

E: ¿y si en las pruebas son bien distintos?

A: eso es lo que me pasó con la fuerza aplicada, entonces ahí como que... yyyy... por eso me equivoqué en la 2ª prueba, en la 3ª prueba, en la 3ª prueba, aplicó esas fuerzas... esas fuerzas aplicadas que eran tangentes y ahí no se me ocurrió como hacerlo, porque no había hecho ningún ejercicio, entonces al final es como...

Hace esfuerzos para reflexionar, interpretar y deducir, pero finalmente necesita de ayuda (líneas 63 a 78):

E: si el cuerpo parte del reposo (como dice el enunciado) y Ud. obtiene una aceleración negativa, ¿cómo es que puede ir desacelerando? – es la explicación que ella da a su resultado negativo de la aceleración -

A: es que la fricción frena el movimiento

E: pero si parte del reposo, ¿cómo justificas que esa aceleración sea negativa?

A: es por el eje coordenado

E: si pero ¿cómo explicas físicamente el signo negativo?

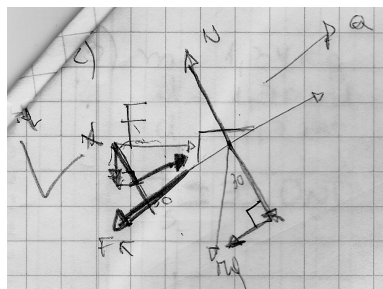
A: se supone que... si yo pongo la aceleración para allá (arriba), es que se está desplazando para allá, en este caso sería que... el desplazamiento es contrario a la aceleración,...

E: ¡y el cuerpo esta bajando!

A: si bajando, no subiendo, claro

E: bajando, ¿aumentando o disminuyendo la velocidad?

A: si la aceleración es para abajo y la velocidad inicial es cero, ... ¡aumenta!



Es una desaceleración ya que existe fricción por eso es negativa porque es contrario al desplazamiento
 $|a| = 3,234 \text{ m/s}^2$

Figura 8.7: GONZALORE explica la aceleración negativa del objeto que desciende por el plano inclinado a pesar de ser sometido a una fuerza F horizontal hacia la derecha.

Presenta confusión al aplicar

la 3ª Ley de Newton. La ley la reconoce, la recita, pero no la visualiza al tener que aplicarla. Esto queda en evidencia cuando se repasa la pregunta de la prueba 3 (ver figura 8.8) en que se pregunta “calcule la fuerza que hace el carro sobre el tobogán” (líneas 128 a 147)

E: ¿y esta fuerza (normal) quien la hace? – la entrevistadora E hace referencia a la ecuación que escribe la alumna, en el momento de la entrevista, en donde m es la masa del carro-

A: la hace el carro sobre el tobogán, o sea... ¡la normal!

E: pero ¿no es la que hace el tobogán sobre el carro?

A: ¡ah sí!... el carro sobre el tobogán, ¡entonces es el peso!

E: no te confundas... - le explico la ecuación que

ha escrito – la pregunta (del problema es) ¿cuál es la fuerza que hace el carro sobre el tobogán? – intento saber si distingue la 3ª ley de Newton -

A: el peso

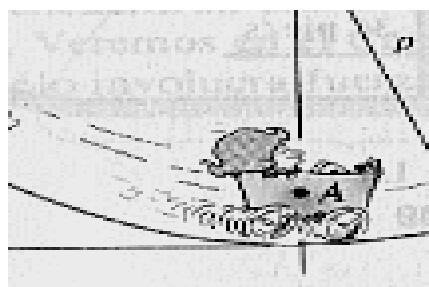
E: no pues, el peso es la fuerza que hace la tierra sobre el tobogán.

A: - silencio- la fuerza que hace el carro sobre el tobogán – lo repite bajo -

E: ¿qué relación existe entre las fuerzas que hace el tobogán sobre el carro con la fuerza que hace el carro sobre el tobogán?

A: son fuerzas de contacto

E: si, pero como se relacionan



$$N - Mg = \frac{m v^2}{r}$$

Figura 8.8: Parte de la respuesta dada por GONZALORE al aplicar la 2ª ley de Newton para describir el movimiento de un carrito que desliza sobre un tobogán.

A: - silencio -

E: ¿qué dice la ley de acción y reacción?

A: que son iguales y contrarias.

E: ¿entonces?

A: ¿es la normal, pero negativa? – me pregunta -

Reconoce que requiere de más tiempo para aprender (líneas 285 a 292):

E: ¿por qué reprobaste la vez pasada?

A: estudié mal,

E: ¿qué significa que hayas estudiado mal?

A: estudiaba con mucha gente y no... si fue horrible, me costó darme cuenta, me costó mucho darme... el tratar de estudiar sola, pero en todo caso en física necesito ayuda, porque a mi no se me ocurren las cosas sola.

E: no has encontrado la forma de aprender

A: no. Tengo que leer mucho...

Y que los algoritmos de solución, que en cálculo le funcionan exitosamente, en Física no le sirven (líneas 306 a 313)

E: ¿y por qué en cálculo te va mejor?

A: es que me cuesta menos

E: ¿por qué?

A: es que igual es más práctica, aparte que en física uno tiene que aplicar conocimientos, entonces uno tiene que saber primero...

E: ah ¿y en cálculo no tienen que aplicar conocimientos?

A: si, pero (en cálculo) es más mecánico, (sin embargo) aquí se cambia un poquito un problema y ya el problema es otro muy distinto... hay que pensar mucho...

El trabajo grupal le ayuda si este es controlado, planificado y con pocos compañeros, porque necesita la presión de ellos, de una fecha de entrega de un trabajo o de una prueba para programar su tiempo. La zona de desarrollo próximo es activada fundamentalmente por sus compañeros ARZOJONA y PERALMAR.

8.1.9.10. LORGAGUS

Durante el desarrollo de la asignatura supo planificar para estudiar las materias con más tiempo y calma (línea 4),

Es que me puse a estudiar en el período de huelgas y aproveche el tiempo.

El tiempo lo ocupa en reflexionar sobre las materias estudiadas (líneas 21 a 27),

A: La verdad es que ahora estudié menos que el año pasado. Hasta diría que fue el ramo que (en el semestre) estudié menos,... pero es que razoné más... razoné más y estudié menos.

E: *¿cómo es eso?*

A: *es que me puse a pensar más en lo que estaba haciendo en vez de llegar y hacerlo mecánicamente y,... también más atención en clases. A veces me levantaba pensando por qué no me salía un problema.*

Se planifica para darse tiempo a la reflexión (líneas 96 a 98),

A: *Si, siempre me planifico y comienzo a preocuparme dos semanas antes de la prueba. Es que no quería que me pasara lo del año pasado en que “me pillaba la micro”.*

Requiere enseñar a los demás (líneas 251 a 253),

A: *si, me fascina enseñar a los demás. No siempre puedo. Hoy día, me están esperando cuatro compañeros que van a ir a mi casa para estudiar balance (fenómenos de transporte).*

El trabajo grupal lo ocupa para reafirmar sus modelos mentales, según el grado de aceptación de sus compañeros (líneas 28 a 32).

E: *¿estudias sólo o con alguien?*

A: *Sólo. Cuando estudio con alguien,... por ejemplo yo tengo amigos que, no les va muy bien y,... yo les enseñaba...*

E: *... ¿y eso te servía para reafirmar tus conceptos?*

A: *me gusta enseñar, me encanta enseñar*

Enseñando revisa recursivamente sus modelos mentales hasta que los transforma en modelos mentales efectivos.

Presenta disponibilidad y predisposición hacia el aprendizaje y declara que esta actitud es motivada, en parte por sus profesores (líneas 39 a 43)

(Me fue bien) porque quería aprender, porque me gusta aprender. Es que hay ramos que por lo general no me motivan... y Ud. es una profesora que motiva a los alumnos, por ejemplo, yo tengo (ahora) computación y la profesora está... – simula a una persona que habla muy despacio, bajo, suave y estática – y yo no le entiendo nada y no enseña...

Relaciona los conceptos de manera espontánea y asertiva (líneas 58 a 83),

E: *Si un alumno novato te preguntara ¿por qué existe tanto miedo a Física I?, ¿qué se enseña ahí?,... ¿qué le dirías?,... ¿qué se estudia en física I?*

A: *(piensa)... estudia la Teoría de Newton. – es categórico -*

E: *... y si te preguntara ¿de qué se trata la teoría de Newton?,... ¿qué se enseña ahí?... ¿qué le dirías?*

A: *de cómo se relaciona el movimiento de un cuerpo con la aceleración, perdón con las fuerzas que actúan sobre el cuerpo... que implican una aceleración en el cuerpo.*

E: *¿y si (el cuerpo) no tiene aceleración no lo estudia la teoría de Newton?*

A: *igual po (pues)*

E: *y si este alumno no supiera lo que es aceleración...*

A: *... estudia la relación entre las fuerzas sobre un cuerpo y lo que cambia su velocidad en el tiempo.*

E: ¿estás seguro de todo eso?

A: es que todas las unidades estudiadas se relacionan con las leyes de Newton.

E: ¿cómo relacionas las tres unidades?

A: Bueno, si Ud. conoce como se mueve un cuerpo Ud. puede conocer la fuerza total que actúa sobre él.

E: Pero las cosas siempre suceden así, primero se describe el movimiento para intuir ¿qué fuerzas actúan sobre el cuerpo?

A: y al revés también.

E: ¿Luego que exigiría la teoría newtoniana para predecir el movimiento de un cuerpo?

A: las fuerzas que están sobre el cuerpo.

E: ¿quiénes hacen esas fuerzas?

A: Objetos que están fuera de él, que son ajenos a él... y que interactúan con él.

La comprensión de las leyes físicas le activa su imaginación a tal punto que sus modelos mentales le permiten resolver efectivamente los problemas sin tener que apoyarse en figuras o dibujos en su cuaderno, Es decir, no necesita ser consciente de sus modelos mentales para tener una respuesta efectiva, (líneas 108 a 118):

E: cuando lees un problema que no tiene dibujos, por ejemplo aquí en la prueba yo... yo siempre le pongo dibujos, pero... aquí por ejemplo no habían dibujos, _ le señalo la pregunta 3 de la 1ª prueba -... ¿tú siempre necesitas hacer alguna figurita?

A: no, lo hice, pero no sé como lo hice, pero no siempre,... por ejemplo, había un problema en el Serway que habían dos cuerpos que se lanzaban, uno primero y otro después y este – lo representa con una de sus manos - iba con velocidad constante y éste – la otra mano - con aceleración, por ejemplo este caso era parecido a ese –me señala el de la prueba – era como lo mismo y... también lo hice y no era con dibujo

E: no siempre necesitas dibujar, pero ¿la imaginación está funcionando?

A: sí

Ahora si alguien le pregunta el por qué de sus respuestas, necesita hacer consciente sus modelos mentales.

Su imaginación lo compromete hasta en sus movimientos corporales (líneas 192 a 205):

E: cuando tú haces una prueba te veo hablar, gesticular, ¿por qué haces eso?

A: yo soy bien expresivo...

E: ... y rabea, mueve las manos y...

A: es que yo ocupo todo mi cuerpo para estudiar, por ejemplo yo estudio en mi casa y a mi me tuvieron que hacer una pieza atrás (del patio) bien lejos, porque resulta que yo meto mucha bulla,... me paro y me paseo estudiando y si yo tengo que escribir algo si pudiera rallar las paredes las tendría todas ralladas

E: ja-ja

A: porque no me dejan, pero con los dedos hago como si rallara la pared

E: pero cuando estas en una prueba no puedes hacer nada de eso. ¿Por qué estas siempre gesticulando?

A: es que resulta que necesito ayudar a mi cabeza para que piense, entonces resulta que yo... es como que estoy conectado con mi cabeza y pensando... como estar conversando... mas bien razonando. En matemáticas también me pasa lo mismo.

El reconoce que se dio cuenta que en física el no razonaba y que su estudio se caracterizaba por ser memorístico. Reconoce, además, que el éxito en la asignatura se debió a tener conciencia de que debía cambiar su actitud hacia una actitud más reflexiva (líneas 246 a 247):

Yo trataba de evitar (resolver los problemas en forma mecánica).

8.1.9.11. VELMARI

Es una persona que es buscada por sus compañeros y compañeras para que les explique la materia de estudio y algunos ejercicios (líneas 112 a 113, 117 a 118 y 329 a 330):

...estudie con GONZACA, al comienzo, y con Daniela – esta alumna se retira del curso- que fue unos días a mi casa, ya que quería que le enseñara.

...CHAMOMIUR, estudió para esta prueba (la 3ª) conmigo, la última. Quería que le enseñara.

...y después les pregunto a mis compañeros “¿quieren estudiar?”, y... a los que no entienden les trato de ayudar...

Disfruta del estudio y la construcción de su propio conocimiento (líneas 218 a 222):

E: ¿por qué haces ejercicios?, ¿será con la esperanza que te salga algo similar en la prueba (que estás preparando)?

A: no es que me gustaba, los de fuerza me gustaba hacerlos... cuando me da el resultado - o cuando logra llegar a un resultado – siento alegría, satisfacción – dice con entusiasmo.

Su imaginación es dinámica (líneas 254 a 256).

...una vez Ud. habló – era un ejemplo – de un perro que corría al lado de un tren y yo en mi mente lo veía como corría y todo... lo veo como en una película (mental)

En las pruebas gesticula, participando activamente de la “película mental” en la cual se compromete moviendo su cuerpo y verbalizando en voz semi-alta (líneas 298 a 301):

E: a veces durante una prueba te veo hacer gestos...

A: - ríe – estoy imaginando. Hablo sola y digo “qué pasaría si hago esto o hago esto otro” y a veces me corrijo y digo “no, en verdad no es así si...” – no termina la frase -

Su aprendizaje es relacional, no-memorístico (líneas 140 a 145, 149, 194 a 203):

E: ¿cómo la 2ª ley de Newton puede predecir el movimiento de un cuerpo? O ¿qué se necesita saber para explicar el movimiento de un cuerpo?

A: la aceleración, o sea del conocimiento de la aceleración puedo deducir cómo es la velocidad de un cuerpo y...

E: ¿y cómo haces para conocer la aceleración de un cuerpo?, ¿qué necesitas previamente saber?

A: las fuerzas que van a actuar sobre el cuerpo.

E: pensemos en la 2ª Ley de Newton para el caso en que la masa de un cuerpo determinado es constante, ¿en que parte de esta ecuación está la cinemática?

A: en (el termino de) la aceleración.

E: y la dinámica.

A: en la sumatoria de las fuerzas, que explica el entorno en que se encuentra el cuerpo.

E: ¿y la energía?

A: en el trabajo que realizan esas fuerzas

E: ¿y porque esas fuerzas realizarían un trabajo sobre el cuerpo?

A: porque podrán desplazarlo

Se apoya en figuras, que ella misma construye para interpretar gráficamente el enunciado de un problema. Sus respuestas durante la entrevista son seguras expresándose con el lenguaje apropiado para la asignatura y de manera natural.

8.1.9.12. GONZACA

La entrevista comienza con la revisión de la prueba especial.

Con relación a la pregunta 1, que se refiere a la interpretación grafica del movimiento de dos cuerpos, queda en evidencia que confunde los conceptos de velocidad y aceleración (líneas 34 a 43):

E: Ahora dime que tipo de movimiento rectilíneo tendría el móvil 2.

A: ¿el dos? A ver si tiene velocidad inicial y parte en cero sería... un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

E: ¿pero la aceleración es constante o variable? – pregunto para saber si está contestando con seguridad -

A: - espera – variable, porque va aumentando -

E: ya, ¿y el otro (cuerpo, el móvil 1) que (movimiento) tiene?

A: no, el otro va desacelerando.

E: ¿y tiene aceleración constante o variable?

A: ¿aceleración?,... variable.

Sin embargo, cuando se le pide la definición de aceleración escribe “la fórmula” correctamente (líneas 121 a 127):

E: ¿cuál es la definición de aceleración?

A: ... cómo cambia la velocidad en el tiempo

E: a ver escribe lo que dices

A: cómo qué escribo, ¿la definición?

E: lo que acabas de decir, en símbolos.

A: - ríe nerviosa y tímidamente y la escribe en forma correcta- ay, no se porqué estoy tan confundida... - se justifica por no entender lo que le pido -

Si bien es cierto el contenido de su prueba adolece de errores, ella, a pesar de estar muy nerviosa en la entrevista, logra superar este estado de ánimo y realiza algunas correcciones y deducciones acertadas (leer el relato de las líneas 46 a 82).

Durante la revisión de su prueba se manifiesta con una escritura formal correcta cuando se le pide reconsiderar sus respuestas. Esta es una situación que sorprende, puesto que durante el taller difícilmente se pudo notar la forma en que procesa mentalmente la información.

Declara que requiere la confirmación de los resultados a los problemas de los libros de texto para validar los procedimientos usados en su resolución o la discusión con sus compañeros, que no siempre la satisfacía (líneas 252 a 257):

E: cuándo tienes dudas, ¿a quién le consultas?, ¿has venido acá – a mi oficina – que no me acuerdo?

A: si... y a los que entendían más... les preguntaba.

E: y te convencían

A: eehhh, no mucho, a veces. O si no, buscaba en los libros para ver si había algo (resuelto) parecido.

Reconoce que el acto de reflexionar, en la asignatura de Física es más importante que en otras asignaturas (líneas 262 a 267):

E: ¿y porqué si habías estudiado tanto, estabas insegura?, ¿y en cálculo te pasa lo mismo?

A: no, es que en cálculo son procedimientos más... hay que seguir pasos no mas (=solamente),... en cambio en física hay más que pensar.

E: y eso es...

A: complicado – me termina la frase -

Durante la entrevista habla en voz baja, gesticula, mueve sus manos, emite frases del tipo si... entonces, hasta que finalmente emite con voz alta una frase acertada, correcta y válida. Esta actitud permite a los investigadores (la profesora entrevistadora y su ayudante), creer que esta alumna está activando modelos mentales efectivos. Sin

embargo, estos modelos mentales no pueden activarse en estados de stress o presión, como es el caso de una prueba escrita con un tiempo finito, determinado para su solución. Decir que esta persona es lenta en sus respuestas implicaría reconocer que requiere de tiempo para activar sus modelos de manera consciente y si ella cuenta con este tiempo, se observa que reflexiona de manera adecuada, dando explicaciones en forma satisfactorias.

Por lo anterior, se toma la decisión de clasificar a esta persona como un modelador mental efectivo que está en una condición de tipo empírico deductiva. Es probable que el tiempo y la práctica en otras asignaturas de física la estabilicen pasando a un estado cognitivo reflexivo superior que se acerca al tipo hipotético deductivo.

8.1.9.13. CHAMOMIUR

No entiende por qué le va mal en la asignatura, a pesar que reconoce “estudiar tanto” (líneas 31 a 37):

E: ¿cómo explicar que si estudiabas tanto, no te iba bien?

A: no sé. En realidad, parece que cuando tengo que dar una prueba me pongo demasiado nerviosa... entonces como que se me ocurren las cosas cuando salgo de la prueba.

E: ¿será porque estás muy insegura?

A: si, soy demasiado insegura. O sea si sé algo, no sé si estará bien... no confío demasiado en mí y eso también es malo.

Reconoce que estudiar cálculo es, para ella, más fácil que física (líneas 56 a 58), *mmm, es que cálculo es más... son como más métodos, entonces son todos los ejercicios parecidos, y uno teniendo una idea de cómo se hacen ya puede hacer los demás... son como bien parecidos.*

No entiende el lenguaje de los problemas (líneas 87 a 91),

E: pero cuando lees un problema ¿imaginas con claridad lo que dice el enunciado?, ¿te parecen claros los enunciados?

A: a veces no entiendo bien lo que quiere decir

E: ¡y quedas hasta ahí!, ¡quedas en blanco!

A: si

Reconoce que en su estudio aprende las fórmulas “de memoria” (líneas 93 a 94), *...lo que pasa es que, a medida uno va estudiando, se va aprendiendo las fórmulas de memoria...*

Su aprendizaje memorístico queda en evidencia cuando explica los pasos o etapas utilizadas para resolver un problema (líneas 125 a 133):

E: *¿qué pasos sigues para resolver un problema?*

A: *si no trae dibujo, trato de hacerlo, en caso de que sea algo... específico con lo que me preguntan, para poder imaginarlo... y después trato de pensar en los datos que me dan y cómo relacionarlos (entre ellos) y (con) lo que me preguntan.*

E: *¿y después?*

A: *tratar de resolverlo.*

E: *y cuando tratas de resolverlo, ¿a qué acudes?, ¿se te ocurre sola la solución?, o ¿tienes que acudir a una ecuación?, ¿tienes un formulario?*

A: *sí, tenía uno, pero me aprendo las fórmulas de memoria.*

Dice que resuelve muchos problemas “*para tener una idea de cómo se resuelven diferentes tipos de ejercicios*” (líneas 139 y 140). Demuestra, no relacionar conceptos. Ya que resuelve los problemas siguiendo o copiando las resoluciones de otros problemas.

Necesita que sus compañeros le expliquen (líneas 143 a 147):

E: *Tu estudiaste con VELMARI en algunos momentos, entonces ¿cómo explicas que a ella le haya ido mejor que a ti?*

A: *porque ella entendía mucho más cuando empezábamos a estudiar.*

E: *¿y eso se notaba?*

A: *si, yo le entendía varias cosas y ella me iba explicando.*

8.1.9.14. ALCAPAU y CARMOJO

Estas personas no asistieron a la entrevista, es probable que haya sido porque reprobaron la asignatura

8.1.9.15. PARRARIEL

Su imaginación le permite resolver los problemas cambiando conveniente y efectivamente la situación planteada por otra semejante para obtener mentalmente la solución requerida en forma más sencilla para él. Este esquema lo aplica explícitamente en la solución del problema 2 de la prueba especial (líneas 73 a101) que particularmente a él se le revisa en su presencia. Él no da esta prueba con sus compañeros, sino que en otro horario, para lo cual la profesora le entrega, para comenzar, dos problemas que él debe interpretar y explicar cómo resolverlos. Cuando planea mentalmente la estrategia de resolución de un problema, PARRARIEL habla consigo mismo, gesticula, mueve sus manos y después escribe en forma limpia y ordenada:

No se satisface con sólo obtener la solución de un problema determinado, sino que exige que tanto su enunciado como el resultado mismo sean factibles, es decir, que tengan un sentido lógico (líneas 41 a 60). Como ejemplo, que evidencia esta característica de PARRARIEL, se tiene el diálogo que se produce cuando se le presenta el problema 1.- que se describe en la figura 8.9:

A: - *el lee la primera pregunta, ve el dibujo que la acompaña y de repente salta... - pero profesora esto no se puede... no se puede.*

E: - *me muestra el primer problema, el de equilibrio de fuerzas - ¿qué no se puede?*

A: *Es que no se puede pensar que m esté en equilibrio, porque si 1 tiene una tensión la masita se movería a la izquierda... se movería...*

E: *si, pero la masa no se mueve, m está en equilibrio, y ante esta situación se pide conocer las tensiones de 1 y 2.*

A: *mmmm,... entonces tiene que ser cero, porque si no... la masita se movería - me dice casi susurrando-*

E: *si, tienes razón, pero ahora puedes expresar lo que dices en forma escrita.*

A: *ya,... pero si el peso de m es vertical, entonces debe oponerse una tensión vertical... T_2 .*

E: *y ¿ T_1 ?*

A: *está suelto...perdón, $T_1=0$ lo que indica que el hilo 1 tendría que estar suelto.*

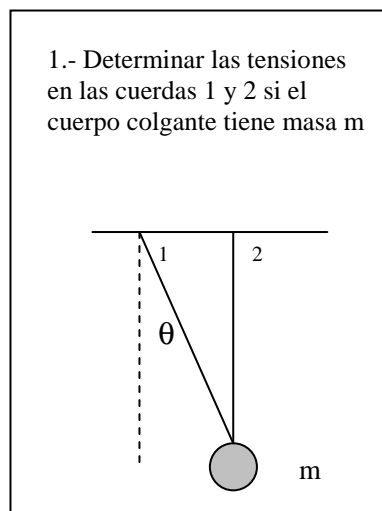


Figura 8.9: Este es el primer problema que debe contestar PARRARIEL en su prueba especial, que rinde en forma oral y fuera del período oficial.

Usa el lenguaje apropiado para referirse a la solución y desarrollo de los problemas que resuelve, abandonando, en estos momentos, el lenguaje cotidiano (líneas 102 a 116),

E: *... Dime ¿que consideras tú, es lo más importante que hemos estudiado en este curso (o asignatura)?.*

A: *mmm... no sé... energía es importante y la 2ª ley de Newton.*

E: *sólo la segunda ley, ¿Qué pasa con las otras leyes de Newton?, coméntame sobre ellas*

A: *la primera y la tercera...*

E: *si*

A: *la primera es la ley de inercia... es que es un caso especial de la 2ª ley... es para el caso cuando la fuerza total sobre un cuerpo es cero... diría en ese caso que el cuerpo se encontraría en reposo o se movería en línea recta con velocidad constante... movimiento rectilíneo uniforme...*

E: *ya ¿y la tercera?*

A: la ley de acción y reacción. Como Ud. dijo en clases tiene relación con que las fuerzas ocurren entre dos cuerpos... son interacciones entre dos cuerpos... entonces esta ley dice que las fuerzas de acción y reacción son iguales y opuestas

8.1.9.16. NURRO

Durante la entrevista, NURRO, declara tener muchas dificultades en la asignatura, ya que fundamentalmente no comprende los enunciados de los problemas (línea50),

...tengo que leer muchas, muchas veces (un problema) para entender(lo)...

Esta es una situación que también le ocurre al leer un texto cualquiera (líneas 51 a55):

E: ¿te cuesta concentrarte?, ¿te pasa que, a veces, te sorprendes que estás leyendo algo, pero pensando en otra cosa luego de avanzar algunas páginas?

A: me da lata (rabia),... (me doy cuenta) que no me ha quedado nada. Cualquiera cosa que empiezo a leer... al ratito me da la flojera y... ya me fui - se desconcentró de la lectura - y después volver a recapitular...

Cree que sus dificultades en física radican en su falta de imaginación (líneas 17 a 23 y líneas 8 a 11),

E: ¿logras imaginar las diferentes situaciones planteadas en los problemas?

A: yo creo que ese es mi gran problema con la física, nunca me he podido imaginar realmente como es... como funciona... tampoco,... o sea igual me di cuenta que no hacía... ni siquiera hacía los dibujitos, como para tratar de imaginar. Pero ahora como que empecé... hago un dibujo como el cuerpo se mueve...

E: pero esa parte te cuesta.

A: sin poder imaginar y tratar de ver lo que (los problemas) me están pidiendo...

...yo puedo leer una, dos, tres o cuatro veces la materia (de estudio) después me pongo a hacer ejercicios... de los libros, los hago, pero después me ponen una pequeña dificultad y... no se enfrentarlo.

También sostiene que en su colegio de secundaria no se enseñaba adecuadamente la disciplina (líneas 31 a 35);

...Era un colegio chiquitito entonces no... la física no le importaba a nadie, entonces tampoco la hacía valer mucho el (profesor)... entonces hacía cosas fáciles y como que... había que reemplazar datos, pero nunca hubo algo que imaginar... que un cuerpo cae... nunca fue así. No y después llegué acá y ¡puaf!...

Él se da cuenta que el aprendizaje memorístico no le permite resolver efectivamente los problemas de física, a pesar que en otras asignaturas obtiene buenos resultados a través de este método (líneas 37 a 38),

...en química me va bien... es que es más memoria. Yo me puedo grabar todo eso y puedo hacer (los ejercicios)

8.1.10. Un semestre después...

Durante el 1º semestre del año 2004 el 61% de los alumnos aprobados en Mecánica de la partícula cursados durante el año anterior se matriculan en la asignatura llamada Física general mecánica II que corresponde al estudio de la mecánica de sistemas de partículas y la mecánica del cuerpo sólido rígido (1ª Unidad), Oscilaciones (2ª Unidad) y Gravitación (3ª Unidad). Esta asignatura es dictada con una metodología tradicional tipo transmisión-recepción, a un grupo de estudiantes conformados por estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental (ICA) junto a estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Industrial (ICI). Es decir, se vuelve a configurar un cuadro educativo que desfavorece a los estudiantes de ICA. Efectivamente los resultados vuelven a ser los estipulados antes de la intervención con la metodología didáctica denominada MODIEME. De modo que el porcentaje de alumnos aprobados es de un 33%, el porcentaje de reprobados es de 59% y los retirados un 8%. Entre los alumnos investigados solo aprueban ARZOJONA, GONZALORE, PERALMAR y VALENAR. VARJU no se matriculó en el curso. Reprobaron CARMOCLAU, BADAVI, GONZACA, LORCAGUS, MATUMA, PARRARIEL, SOSER Y VELMARI.

Los Alumnos que reprobaron el curso experimental (Física general mecánica I o mecánica de la partícula), CHAMOMIUR, ALCAPAU, NURRO, CARMOJO, se matricularon nuevamente en el curso reprobado, Mecánica de la partícula, conformando un grupo de 23 estudiantes ICA. Este grupo fue sometido a la metodología, MODIEME por segunda vez, repitiendo los resultados favorables que se exponen en la tabla 8.3 de este capítulo. Los alumnos investigados, nombrados aprueban.

8.1.11. Un año después...

Durante el 2º semestre del año 2004 se dicta la asignatura Física general mecánica II en la cual nuevamente se aplica la metodología MODIEME. Allí se vuelven a encontrar VARJU, CARMOCLAU, BADA VI, GONZACA, LORCAGUS, MATUMA, PARRARIEL, SOSER, VELMARI, CHAMOMIUR, ALCAPAU, NURRO, CARMOJO; es decir, 13 de los 17 alumnos investigados a los que se les siguió con dos objetivos:

- tener un cuarto mapa conceptual de la Mecánica y
- con el objeto de evaluar la forma de representar el conocimiento al momento de resolver problemas de lápiz y papel durante las jornadas de taller de aprendizaje colaborativo significativo. Para satisfacer este objetivo se procedió de la misma forma que un año atrás, es decir, al terminar la primera unidad (Mecánica de sistemas de partículas y del cuerpo sólido), se evalúan los tipos de representaciones mentales de los estudiantes investigados siguiendo la pauta contenida en el instrumento N° 2, que se encuentra en el anexo B. Por cierto, que las observaciones obtenidas por la profesora, investigadora participante y autora de esta tesis, se triangulan con las observaciones obtenidas por el profesor ayudante del curso, que es el mismo que el ayudante del curso experimental del año anterior.

Es así que la evolución temporal de las representaciones mentales de los 17 estudiantes investigados se representa en la tabla 8.8 que es un resumen de las observaciones de campo en el taller de resolución de problemas con la metodología de aprendizaje cooperativo significativo. En esta tabla se destacan los tipos de representaciones mentales observadas en los estudiantes en tres períodos: al comienzo de la aplicación de la metodología y durante el 2º semestre del año 2003, al final del semestre y un año después.

Tabla 8.8:

Evolución temporal del tipo de representación mental utilizada por 17 estudiantes investigados y sometidos a la metodología didáctica MODIEME evaluada en tres momentos: antes de la instrucción, después de la instrucción y un año después de la instrucción.

Alumno(a)		Tipo de representación mental Inicial (antes de la instrucción)	Tipo de representación mental Final (después de la instrucción)	Tipo de representación mental Final (un año después de la instrucción)
1	CARMOCLAU	Proposicionalista	Modelador mental efectivo.	Modelador mental efectivo.
2	VALENAR	Proposicionalista	Modelador mental efectivo	Modelador mental efectivo
3	VARJU	Proposicionalista	proposicionalista	proposicionalista
4	MATUMA	Proposicionalista	proposicionalista	proposicionalista
5	SOSER	Proposicionalista	proposicionalista	proposicionalista
6	BADAVI	Proposicionalista	Modelador mental efectivo	Modelador mental efectivo
7	ARZOJONA	Proposicionalista	Modelador mental efectivo.	Modelador mental efectivo
8	PERALMAR	Proposicionalista	Modelador mental efectivo	Modelador mental efectivo
9	GONZALORE	Proposicionalista	proposicionalista	Modelador mental efectivo
10	LORCAGUS	Proposicionalista	Modelador mental efectivo	Modelador mental efectivo
11	VELMARI	Proposicionalista	Modelador mental efectivo.	Modelador mental efectivo
12	GONZACA	No es posible decidir	Modelador mental efectivo	Modelador mental efectivo
13	CHAMOMIUR	Proposicionalista	proposicionalista	proposicionalista
14	ALCAPAU	Proposicionalista	proposicionalista	Modelador mental efectivo
15	CARMOJO	Proposicionalista	proposicionalista	Modelador mental efectivo
16	PARRARIEL	Modelador mental efectivo	Modelador mental efectivo	Modelador mental efectivo
17	NURRO	Proposicionalista	proposicionalista	Modelador mental efectivo

Así, de los 17 estudiantes investigados longitudinalmente en el tiempo sólo 1 se manifiesta un modelador mental efectivo inicialmente, en la resolución de problemas, siendo 16 los alumnos proposicionalistas. Después de la instrucción, 9 alumnos ejecutan sus modelos mentales, quedando 8 alumnos proposicionalistas. Y por último, un año después de la aplicación de MODIEME son 13 los alumnos modeladores mentales efectivos y solo 4 los alumnos proposicionalistas. El gráfico 8.5 es una representación gráfica de esta evolución.

Es importante destacar que todos los estudiantes que finalmente trabajan con modelos mentales efectivos continuaron con éxito sus estudios, con excepción de NURRO que finalmente se cambió de carrera. De los alumnos que nunca dejaron de ser proposicionalistas, solo una se retira, CHAMOMIUR.

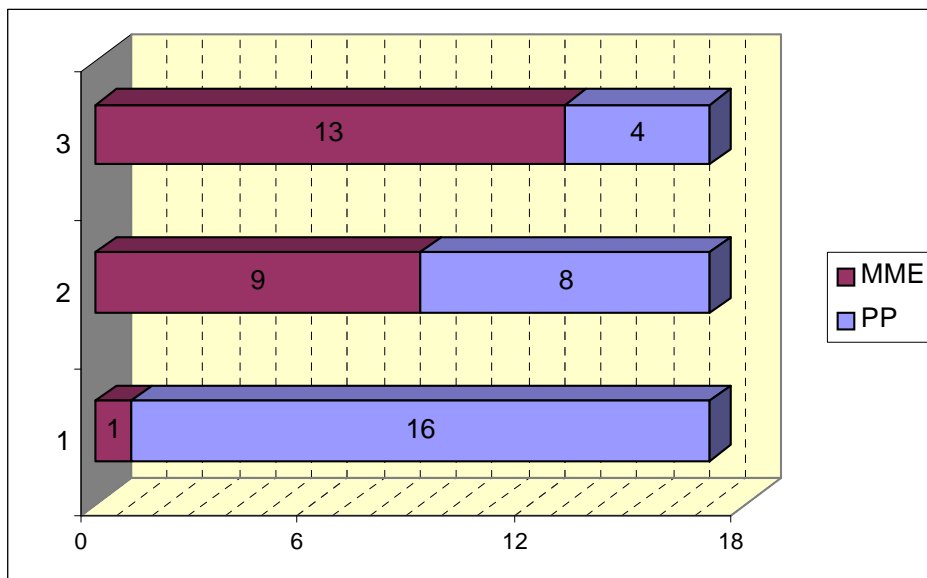


Gráfico 8.5: Las barras representan a los 17 estudiantes investigados y observados en tres momentos para evaluar sus representaciones mentales al resolver problemas de lápiz y papel. En el momento 1 (al inicio de la metodología MODIEME) sólo uno de los estudiantes ejecuta modelos mentales efectivos (MME) y los 16 restantes se manifiestan proposicionalistas (PP). Los momentos 2 y 3 corresponden al final de la instrucción y un año después de su aplicación, respectivamente.

8.2. RESULTADOS DE LA ETAPA V

8.2.1. Los alumnos investigados HOY

Siendo hoy el mes de Mayo del año 2009, han pasado cinco años desde el diagnóstico cognitivo final expresado en la tabla 8.8 o en el gráfico 8.5. Durante este período de tiempo los alumnos han avanzado en su plan de estudios de manera que 15 alumnos de los 17 investigados ya se han titulado o están muy pronto a hacerlo, según consta en los informes emanados tanto por la jefa de carrera como por la oficina de registro curricular de la Universidad. Un resumen de la situación de cada alumno se encuentra resumido en la tabla 8.9. Al observar con detención esta tabla se puede observar que con excepción de dos alumnos, todos continuaron en su carrera. Esto es destacable dado que esta carrera presentaba un alto grado de deserción de estudiantes. Según sus propias declaraciones, que se exponen a continuación, la metodología MODIEME, centrada en su aprendizaje particular, significó para ellos aprender a reconocer su propia forma de aprender.

Tabla 8.9:

Se presenta el estado actual (Mayo del 2009) en que se encuentran hoy los alumnos investigados.

Alumno(a)		Tipo de representación mental Final (un año después de la instrucción)	Actividad Actual
1	CARMOCLAU	Modelador mental efectivo.	Proyecto de título II (final)
2	VALENAR	Modelador mental efectivo	Ingeniero Civil Ambiental (TITULADO)
3	VARJU	proposicionalista	Proyecto de título II (final)
4	MATUMA	proposicionalista	Ingeniero Civil Ambiental (TITULADO)
5	SOSER	proposicionalista	Proyecto de título II (final)
6	BADAVI	Modelador mental efectivo	Falta completar su plan de estudios
7	ARZOJONA	Modelador mental efectivo	Proyecto de título II (final)
8	PERALMAR	Modelador mental efectivo	Proyecto de título II (final)
9	GONZALORE	Modelador mental efectivo	Ingeniero Civil Ambiental (TITULADO)
10	LORCAGUS	Modelador mental efectivo	Ingeniero Civil Ambiental (TITULADO)
11	VELMARI	Modelador mental efectivo	Proyecto de título II (final)
12	GONZACA	Modelador mental efectivo	Ingeniero Civil Ambiental (TITULADO)
13	CHAMOMIUR	proposicionalista	Se retiro de la carrera
14	ALCAPAU	Modelador mental efectivo	Ingeniero Civil Ambiental (TITULADO)
15	CARMOJO	Modelador mental efectivo	Ingeniero Civil Ambiental (TITULADO)
16	PARRARIEL	Modelador mental efectivo	Proyecto de título I
17	NURRO	Modelador mental efectivo	Se cambió de carrera

8.2.2. Algunos de sus testimonios

Las vivencias de algunos de los alumnos investigados con la metodología MODIEME se exponen, a continuación, de manera textual, como un testimonio de la experiencia vivida por ellos. La carta-respuesta enviada por los alumnos está escrita de manera coloquial, sin embargo se han retirado los párrafos que no tienen relación con el objetivo de la carta en sí. Se incluyen solo las declaraciones de aquellos estudiantes que autorizan revelar su identidad, sin embargo, se decide seguir manteniendo el anonimato.

8.2.2.1. CARMOCLAU

Hola profe: Yo recuerdo haber sido “entrevistado “en su oficina para el estudio de su tesis. Los talleres de ejercicios que realizamos nos “exigían” estudiar clase a clase. Claramente esto nos hacía llegar más preparados para las pruebas y así obtener mejores resultados y que creo nos permitió obtener un método de estudio más

apropiado para el resto de las asignaturas. Lo que más recuerdo es de lo entretenidas que eran sus clases... se aprendía conversando... De lo estudiado... Uff... la verdad (es que) uno pierde con el tiempo la práctica de hacer ejercicios, pero me he encontrado en situaciones donde me han pedido ayuda con los temas que en sus asignaturas vimos y me ha bastado con echarle una miradita a algunos ejercicios para acordarme de cómo se resolvían. Esto quiere decir que no resuelvo ejercicios como cuando estaba en sus cursos pero los conceptos creo haberlos aprendido bien...y con eso me basto...

Recuerdo que usted me había sacado una foto en esa oportunidad y no tengo problema con que la pueda incluir en su tesis.

8.2.2.2. VALENAR

Con respecto al aprendizaje de Física I o Mecánica I, se notó una metodología distinta al enseñar estas materias... me sirvió en cursos posteriores, ... debido a que me permitió adquirir mayor habilidad en el planteamiento de los problemas, lo que inicialmente me costaba (o complicaba) demasiado. Esta metodología es recomendable en todos sus puntos y básicamente lo que recuerdo del curso son las "Leyes de Newton" y como éstas permitían explicar muchos fenómenos, muchos tipos de movimientos.

8.2.2.3. VARJU

De todas maneras se apreció su propuesta metodológica, la encontré muy didáctica. La metodología de talleres, con discusiones personales sobre los conceptos y el haber estudiado la evolución histórica de los conceptos sirvió para entender los errores que se cometen comúnmente..., en esto se relaciona con lo que hacía la profesora María Pardo (muy buena profe), que normalmente nos hacía caer en errores para luego darnos cuenta de ello, algo así como lo que Paulo Freire llama pedagogía del error, a mi juicio esto hace que el aprendizaje sea significativo. Me costaron los mapas conceptuales, pero al final los entendí... de todas maneras en las horas de clases fueron bien aprovechados. Sus clases en comparación con las de otros profes fueron excelentes y lo aprendido indudablemente sirve hasta ahora. Entendiendo lo complejo que es hacer estudios experimentales con grupos humanos, por los factores externos que afectan a cada individuo, le puedo contar que en mi caso no hubo tanta asistencia ni dedicación como creo que debía haber sido, ya que siempre trabajé para mantenerme (económicamente),... pero a pesar de eso tengo grabado en mi mente los

conceptos estudiados sobre el movimiento de los cuerpos... hasta hice clases particulares...

Actualmente he estado trabajando en declaraciones de impacto ambiental, por lo que me ha costado terminar la tesis, pero en 2 meses espero estar listo.

8.2.2.3. MATUMA

Yo me titulé en Marzo del 2007, después de haber realizado mi tesis en la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN), al poco tiempo conseguí trabajo en una empresa contratista para (empresa minera) El Teniente y posterior a eso postulé a la Fundación de la Superación de la pobreza para el Programa Servicio País, donde me enviaron a una zona rural (TIL-TIL). Allí pude trabajar mi profesión desde un punto de vista más social, haciendo clases en escuelas rurales, trabajando en capacitaciones con la gente y en postulaciones a proyectos con organizaciones sociales. Lo he pasado de lujo, he aprendido un montón (mucho), y actualmente me encuentro en contacto con una consultora de (la ciudad de) Curico para ser parte de su staff de profesionales (ojala me resulte). No me puedo quejar de nada.

Yo era de esas alumnas que tenía una pésima base de física del colegio, por lo cual me fue bastante difícil pasar (aprobar) este ramo (o asignatura), fue así como (lo) reprobé dos veces..., de esta manera me enfrentaba a una tercera oportunidad cuando usted decidió aplicar una nueva estrategia de aprendizaje,... resolviendo guías de ejercicios en talleres y las disertaciones de físicos a lo largo de la historia y cómo explicaban el movimiento con sus teorías. Es aquí cuando pude entender de mejor forma las cosas, así las dudas de los ejercicios las preguntábamos en clases donde todo se volvía más didáctico y lúdico con sus explicaciones más cercanas a la realidad (jajaja, aun recuerdo cuando tomaba su cartera para explicarnos la fuerza centrípeta y la centrífuga, buenos recuerdos). Junto a lo anterior recalco su gran interés porque sus alumnos aprendieran no solamente formulas, sino los conceptos, conocer de su historia y procedencia.

Creo que este método de enseñanza fue bastante más lúdico, de igual forma íbamos más dispuestos a aprender y las clases no se volvían “tan lateras” (aburridas). Así (es) que muchas gracias por haber aplicado este método, así pude pasar el ramo

(asignatura) en mi tercera oportunidad¹⁴, y no peligré (pasé el peligro) que me expulsaran de la Carrera.

8.2.2.4. GONZALORE

Actualmente me encuentro trabajando en una consultora de Innovación Tecnológica en Santiago, desarrollando proyectos.

Con respecto a las preguntas (que Ud. me hace) puedo mencionar, que si aprecié una metodología diferente en las clases de mecánica uno, ya que aprendí que los errores conceptuales se remontaban (o también existían) en épocas pasadas, por lo cual pensábamos e interpretábamos la realidad física sin involucrar a (las leyes de) Newton. Claramente al darse cuenta de esto creo que (en los alumnos) hay una mayor interpretación y entendimiento de la información y, a la vez, un mayor aprendizaje, ya que uno evidencia a través de la investigación los errores conceptuales que se cometen, a diferencia de solo (una metodología que solo consiste en) realizar ejercicios. Además creo que la metodología en general de enseñanza de las mecánicas Física general mecánica I y Física general mecánica II) desarrolladas por usted, es muy buena, ya que hay una interpretación clara de los fenómenos físicos. Puedo decir además, que he logrado traspasar mi(s) conocimiento(s) de mecánica I a otras personas, luego de haber rendido el ramo... La metodología me sirvió para cursos posteriores, ya que es la base para los otros ramos (o asignaturas) de mecánica general, así como también para todos los procesos industriales.

Con mis compañeros de estudio (ARZOJONA y PERALMAR), aún recordamos las veces que hacíamos maratones de estudio y los clásicos ejercicios del Serway, que más de una canita verde nos hicieron salir.

8.2.2.5. LORCAGUS

Este alumno contestó el mail de la siguiente forma:

Profesora: tengo muy pendiente su correo, pero estoy atareado de trabajo. En cuanto tenga un tiempo le escribiré...

¹⁴ La tercera oportunidad es una “oportunidad de gracia”, es decir, si un alumno reprueba tres veces una asignatura, entonces queda eliminado de esta carrera

La verdad es que no respondió el mail. Al comienzo se interpretó esta actitud como una muestra de arrogancia de un ex alumno que llegó a la Universidad con muy bajos recursos tanto económicos como cognitivos y que ahora convertido en un profesional declara no tener tiempo para cooperar con la Universidad que lo formó y lo insertó en la sociedad, siendo el primer miembro de su familia que tiene título universitario, según su propia declaración “yo soy el primero que estudia en la Universidad en toda mi familia” (ver anexo F, LORCAGUS, línea 284) Si, pero posteriormente, se entiende que precisamente la misión de la Universidad y en parte de este proyecto educativo era insertarlo e incluirlo en el mundo profesional.

8.2.2.6. VELMARI

Hola profesora,...le cuento que el curso(o asignatura) visto por segunda vez, con una perspectiva distinta, me fue mucho mas fácil que la primera vez (que lo cursé), además al incorporar las disertaciones y analizar como pensaba cada físico (en la historia), relacionado al movimiento, ayudaba a identificar los errores que se podrían aplicar en la resolución de los problemas,... también el recordar la materia (de estudio) que habíamos visto, a través de los mapas conceptuales fue muy útil, porque se lograba tener una síntesis y no se perdía el hilo de lo que estábamos viendo.

Los talleres también ayudaron muchísimo, porque así lográbamos exponer nuestros puntos de vista ante una situación determinada y veíamos en lo que estábamos mal (o equivocados), lo que no se entendía bien, y servía para aclarar dudas.

Ahora con respecto a si me recuerdo de lo fundamental (de la asignatura), le puedo decir que cada vez que viajo o me traslado de un lugar a otro, lo voy relacionando con la distancia y el tiempo, o si voy en un vehículo (pienso y siento) las fuerzas que actúan sobre mi, tanto vertical, como horizontalmente. También si paso por el lado de un edificio muy alto (como el que esta cerca de mi casa) trato de pensar a qué velocidad caería un macetero de determinado piso, producto de la energía potencial gravitatoria y la altura, entonces siempre estoy relacionando lo que vimos con las cosas cotidianas, y de hecho me acuerdo más que la materia que he visto (o estudiado) en otros ramos (asignaturas).

Le puedo contar de manera confidencial que estoy embarazada, esta semana cumpla 3 meses, estoy un poco nerviosa, pero tirando pa delante no más, estoy sintiendo como mi cuerpo cambia su centro de masas, porque cuando me acuesto de

espadas siento que la cabeza me queda mas abajo que de costumbre, siendo que antes dormía de lo mas bien así, por lo mismo me tengo q(ue) poner mas cojines, o si no, no me siento en equilibrio.

Voy a adjuntarle una foto..., yo este semestre debería terminar la tesis, pretendo hacer (trabajar con) biodiesel (extraído) de microalgas,....

8.2.2.7. GONZACA

La metodología que (Ud.) aplicó en las clases fue didáctica e interactiva, lo que permitió un mejor aprendizaje de los contenidos... Con relación, a otras asignaturas si se notó la diferencia, fundamentalmente debido a que sus clases eran entretenidas y se iba estudiando clase a clase lo que permitía tener la materia fresca y... (por cierto que) si (afirmativo) recomendaría su metodología para otros cursos de física. Entendí que los conceptos eran más importantes que las ecuaciones y fórmulas...

8.2.2.8. ALCAPAU

Las metodologías que usted planteo fueron de gran ayuda al momento de entender como funcionaba la física,... las disertaciones entregaban parte de la historia y como se llevaron a cabo los descubrimientos lo cual muchas veces da un idea mas clara de lo que significa el concepto y por lo mismo entenderlo y aplicarlo a la practica.

Por otro lado (considero que) los talleres son de gran importancia para el alumno , pues (les) permiten aplicar conceptos aprendidos en clases y a la vez (los) “obligan” a repasar la materia clase a clase logrando que entienda en forma pausada los contenidos.

Por eso yo como alumna es que recomiendo esta metodología, no sólo por la ayuda que esta brindó al promedio final si no también por que sirvió para aclarar muchos conceptos que en ramos (o asignaturas) como física, generalmente, no se entienden y uno sólo realiza los ejercicios mecánicamente.

8.2.2.9. CHAMOMIUR

Esta alumna se retiró de la carrera con la intención de retomarla algún día, sin embargo, desde el año 2005 trabaja en una gran tienda comercial como vendedora. Todas las veces que se ha intentado conversar con ella sobre sus estudios demuestra estar muy ocupada.

8.2.2.10. PARRARIEL

Profesora: disculpe mi demora al escribir esta carta, pero es que aún he tenido que estudiar mucho. Con relación a sus preguntas debo reconocer que siempre vi que Ud. trataba de hacer sus clases con una metodología diferente a los demás profesores de física. A veces siento que es más fácil seguir la metodología tradicional en que uno resuelve los problemas de las pruebas como siempre. Al comienzo encontraba que con Ud. era más difícil, pero con el tiempo me di cuenta que lo difícil era tener conciencia de lo que uno hace... de cómo hace los ejercicios. Traté de seguir con el ritmo de estudio de sus cursos, pero me fue difícil ya que atrasé en algunos ramos y no pude integrarme con mis nuevos compañeros. Mis compañeros de taller, siguieron juntos y les fue mejor. Quedó demostrado que el trabajo en equipo es mejor, ya que finalmente uno se ayuda con otro, comenta sus dudas. Y eso no lo pude hacer con mis nuevos compañeros, ya que tenían diferentes horarios de clases.

8.2.2.11. NURRO

Sólo se sabe que se cambió de carrera a otra Universidad, según lo manifiestan algunos de sus ex –compañeros.

8.2.3. Análisis de las entrevistas y/o cartas

8.2.3.1. Sobre las exigencias de la asignatura

Los alumnos valoran la rigurosidad en el desarrollo de la asignatura que motiva su interés por aprender y continuar con los estudios aún fuera de la clase. Destacan la oportunidad de expresar sus propias ideas en los talleres con la metodología TACS. Les permite comprender las ideas científicas al discutir las en su grupo de trabajo:

- *Los talleres de ejercicios que realizamos nos “exigían” estudiar clase a clase. (CARMOCLAU)*
- *... me permitió adquirir mayor habilidad en el planteamiento de los problemas... (VALENAR)*
- *... de igual forma íbamos más dispuestos a aprender y las clases no se volvían “tan lateras” (aburridas). (MATUMA)*
- *Los talleres también ayudaron muchísimo, porque así lográbamos exponer nuestros puntos de vista ante una situación determinada y veíamos en lo que estábamos mal (o equivocados), lo que no se entendía bien, y servía para aclarar dudas. (VELMARI)*
- *Las metodologías que (la profesora) planteo fueron de gran ayuda al momento de entender como funcionaba la física,... (ALCAPAU)*
- *Al comienzo encontraba que con Ud. era más difícil, pero con el tiempo me di cuenta que lo difícil era tener conciencia de lo que uno hace... de cómo hace los ejercicios. (PARARIEL)*
- *Quedó demostrado que el trabajo en equipo es mejor, ya que finalmente uno se ayuda con otro, comenta sus dudas. (PARRARIEL)*

8.2.3.2. Sobre la utilidad de MODIEME en la asignatura y después de aprobarla

La metodología les facilita el estudio en otras asignaturas y por lo tanto la recomiendan.

- *... nos permitió obtener un método de estudio más apropiado para el resto de las asignaturas (CARMOCLAU).*
- *... me sirvió en cursos posteriores, (VALENAR)*
- *Esta metodología es recomendable(VALENAR)*
- *y lo aprendido indudablemente sirve hasta ahora. (VARJU)*
- *... La metodología me sirvió para cursos posteriores, ya que es la base para los otros ramos (o asignaturas) de mecánica general, así como también para todos los procesos industriales. (GONZALORE)*

8.2.3.3. Sobre el taller TACS

Hay un reconocimiento por la dinámica del taller de aprendizaje TACS, en el que se discute sobre los conceptos involucrados en las leyes físicas. También la Jornada Científica es recordada significativamente como una actividad que les permitió

sobreponerse a sus preconcepciones al enfrentarla con la historia de la relación fuerza-movimiento.

- *Lo que más recuerdo es de lo entretenidas que eran las clases... se aprendía conversando... (CARMOCLAU).*
- *...aprecio la propuesta metodológica, la encontré muy didáctica. La metodología de talleres, con discusiones personales sobre los conceptos y el haber estudiado la evolución histórica de los conceptos sirvió para entender los errores que se cometen comúnmente..., (VARJU)*
- *...si aprecié una metodología diferente en las clases de mecánica uno (GONZALORE).*
- *La metodología que se aplicó en las clases fue didáctica e interactiva (GONZACA)*
- *(las clases eran) entretenidas y se iba estudiando clase a clase lo que permitía tener la materia fresca y... (por cierto que) si (afirmativo) recomendaría la metodología para otros cursos de física. (GONZACA)*
- *Sus clases (con esta metodología), en comparación con las de otros profes fueron excelentes (VARJU)*

8.2.3.4. Sobre la recursividad de los modelos mentales y el aprendizaje significativo

Una de las características que se manifiestan en los estudiantes que aprenden significativamente una materia de estudio es su necesidad de explicarla a otras personas. En esta práctica, el que expone pone a prueba recursivamente sus modelos mentales explicativos, hasta lograr que el que recibe la explicación quede satisfecho. Sólo de esa forma se entiende que su modelo mental este compuesto de una organización jerarquizada de conceptos que le facilita su explicación.

Prueba de lo anterior son las siguientes afirmaciones.

- *(cuando) me han pedido ayuda con los temas que en sus asignaturas (estudiamos)... me ha bastado con echarle una miradita a algunos ejercicios para acordarme de cómo se resolvían. (CARMOCLAU).*
- *hasta hice clases particulares... (VARJU)*
- *--- he logrado traspasar mi(s) conocimiento(s) de mecánica I a otras personas, luego de haber rendido el ramo...GONZALORE*

Llama la atención que el alumno VARJU que hace cinco años atrás fue catalogado como proposicionalista, ahora se sienta cómodo enseñando Física a sus

compañeros. Se infiere de esta actitud que la continuidad de la práctica personal de la metodología le haya transformado en un modelador mental efectivo.

8.2.3.5. Sobre el reconocimiento de sus preconcepciones

Las siguientes declaraciones reconocen la importancia de los conceptos en física y del reconocimiento de las preconcepciones o concepciones erradas por parte de los estudiantes. Una muestra de ello lo representa la Jornada Científica, en que los estudiantes disertaron sobre las relaciones entre fuerza y movimiento desde Aristóteles hasta Galileo:

- *al incorporar las disertaciones y analizar como pensaba cada físico (en la historia), relacionado al movimiento, (nos) ayudaba a identificar los errores que se podrían aplicar en la resolución de los problemas,... (VELMARI).*
- *las disertaciones entregaban parte de la historia y cómo se llevaron a cabo los descubrimientos, lo cual, muchas veces da un idea mas clara de lo que significa el concepto y por lo mismo entenderlo y aplicarlo a la practica (ALCAPAU).*
- *... aprendí que los errores conceptuales se remontaban (o también existían) en épocas pasadas (GONZALORE)*

8.2.3.6. Sobre el aprendizaje significativo de conceptos y la asimilación

También valoran la importancia de la organización conceptual, de las relaciones entre ellos y como el taller TACS fomenta la comunicación, la discusión critica. Dan un especial énfasis a la construcción de mapas conceptuales:

- *Por otro lado (considero que) los talleres son de gran importancia para el alumno , pues (les) permiten aplicar conceptos aprendidos en clases y a la vez (los) “obligan” a repasar la materia clase a clase logrando que entienda en forma pausada los contenidos.(ALCAPAU)*
- *Por eso yo como alumna es que recomiendo esta metodología , no solo por la ayuda que esta brindó al promedio final si no también por que sirvió para aclarar muchos conceptos (ALCAPAU)*
- *pero los conceptos creo haberlos aprendido bien...y con eso me basto... (CARMOCLAU).*
- *Me costaron los mapas conceptuales, pero al final los entendí... de todas maneras en las horas de clases fueron bien aprovechados. (VARJU)*

- *que siempre trabajé para mantenerme (económicamente),... pero a pesar de eso tengo grabado en mi mente los conceptos estudiados sobre el movimiento de los cuerpos... (VARJU)*
- *Entendí que los conceptos eran más importantes que las ecuaciones y fórmulas...(GONZACA)*
- *... los mapas conceptuales fue(ron) muy útil(es), porque se lograba tener una síntesis (de lo estudiado) ... (VELMARI).*

8.2.3.7. Sobre la disposición del profesor hacia la enseñanza

Por último los estudiantes manifiestan sentimientos de gratitud por la dedicación hacia ellos, considerándolo como un valor en vez de un deber profesional.

- *Yo era de esas alumnas que tenía una pésima base de física del colegio, por lo cual me fue bastante difícil pasar (aprobar) este ramo (o asignatura), fue así como (lo) reprobé dos veces..., de esta manera me enfrentaba a una tercera oportunidad cuando usted decidió aplicar una nueva estrategia de aprendizaje,... resolviendo guías de ejercicios en talleres y las disertaciones de físicos a lo largo de la historia y como explicaban el movimiento con sus teorías. Es aquí cuando pude entender de mejor forma las cosas, así las dudas de los ejercicios las preguntábamos en clases donde todo se volvía más didáctico y lúdico con sus explicaciones más cercanas a la realidad (MATUMA)*
- *... recalco su gran interés por que sus alumnos aprendieran no solamente formulas, sino los conceptos, conocer de su historia y procedencia. (MATUMA)*
- *Al comienzo encontraba que con Ud. era más difícil, pero con el tiempo me di cuenta que lo difícil era tener conciencia de lo que uno hace... de cómo hace los ejercicios. (PARRARIEL)*

En este sentido se tiene la convicción que si bien la teoría de aprendizaje significativo requiere que el estudiante tenga una predisposición hacia el aprendizaje, también debería ocurrir que el profesor de ciencias tenga una predisposición similar hacia la enseñanza.

En el próximo capítulo se presentan los resultados de la etapa IV.

CAPITULO 9
RESULTADOS DE LA ETAPA IV

9. CAPITULO 9: RESULTADOS DE LA ETAPA IV

Cabe recordar que la etapa IV de este trabajo es un intento por aislar algunas de las variables que influyen en el aprendizaje significativo de los estudiantes. De la investigación anterior, etapa III, se observa que el modelo MODIEME incide efectivamente en el aprendizaje significativo de los estudiantes. Pero este modelo tiene cuatro elementos y se tiene la creencia de que de estos cuatro elementos, es el taller de aprendizaje cooperativo significativo el elemento más influyente en la formación conceptual de los estudiantes. Por las razones expuestas es que en esta etapa se pretende relacionar el taller de aprendizaje cooperativo-significativo con el rendimiento y el aprendizaje significativo de los conceptos de física estudiados.

Los datos correspondientes a la fase cuantitativa para medir rendimiento y el aprendizaje significativo en los estudiantes fueron tratados a través de programa estadístico SPSS. Las observaciones de campo, correspondiente a la fase cualitativa se fueron registrando en cada una de las sesiones de taller, a través de notas de campo.

Si bien la investigación no planteaba entre sus objetivos el análisis global de los aprendizajes de los estudiantes, nos pareció interesante visualizar los resultados correspondientes al pre-test y pos-test, que se representan en el gráfico N° 9.1. Al observar los resultados obtenidos en este grafico, se aprecia la diferencia inicial existente en los dos grupos ya que el grupo experimental viene con un porcentaje de 13% de respuestas correctas en cambio el grupo control obtiene un resultado de un 20%, la diferencia inicial es de un 7%. Esta diferencia muestra que el punto de partida entre los grupos es desigual.

Posteriormente en el postest, el grupo experimental presenta una mayor cantidad de aciertos, un 46%, mientras que el grupo control obtiene un 44% de aciertos, existiendo una diferencia porcentual de sólo un 2%. Si bien es cierto esta diferencia es poco relevante, es necesario considerar que el porcentaje de partida en ambos grupos es diferente. El grupo experimental tuvo un aumento en su aprendizaje representado por un “delta” de un 33%, en cambio la diferencia obtenida por el grupo control es de sólo un 24%, ya que el primero partió en un 13% de aciertos y llegó a un 46%, en cambio, el grupo control partió más adelante en un 20% llegando al 44%, valores representados por la columna blanca. Este análisis sólo representa un panorama general del nivel de aprendizaje procedimental de los estudiantes, por lo que se hace necesario saber cómo

afectó la metodología planteada en el rendimiento y en el aprendizaje significativo de conceptos en los estudiantes.

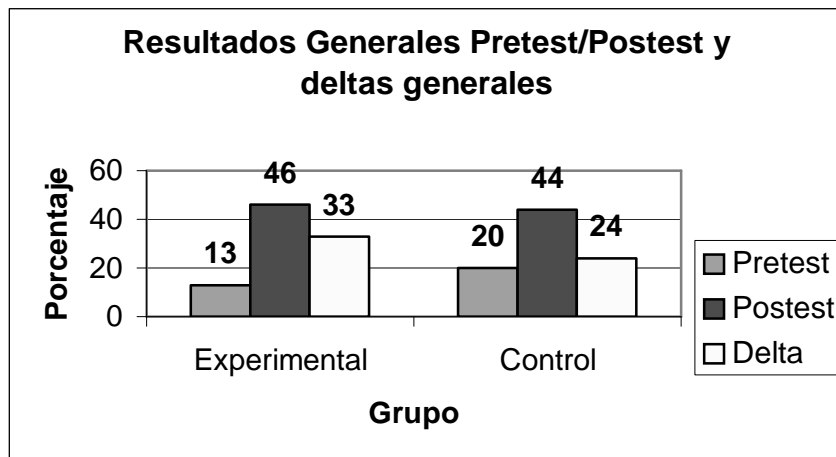


Gráfico 9.1: Se representan los porcentajes de aciertos en los grupos experimental y control para el pre-test y pos-test.

9.1. Observaciones de campo

Los profesores a cargo de cada grupo registran “notas de campo” durante las sesiones de trabajo y al final de ellas. De estas notas de campo se señalan los aspectos más destacados en el trabajo con los estudiantes que contemplan su organización, el lenguaje utilizado entre ellos y con su profesor, el contenido de sus preguntas, la interpretación que hacen de los enunciados de los problemas, la forma de planificar su trabajo, la empatía entre los miembros de cada grupo y su productividad.

En el grupo experimental los alumnos trabajaron en subgrupos formados por 4 personas. Inicialmente, al implementar la metodología de aprendizaje cooperativo-significativo, luego de conformarse los grupos de trabajo, se observa que el trabajo no es muy productivo, ya que ningún integrante lidera totalmente, por lo que la organización es escasa. Los estudiantes se muestran desorientados, desconcertados, esperando alguna instrucción del profesor ayudante. Ante el desconcierto buscan en su cuaderno algo que los oriente, un ejercicio semejante que copiar. El ayudante se pasea por los grupos, escuchando sus observaciones y conflictos para orientarlos con la organización de los grupos de trabajo, instando a los alumnos a leer comprensivamente los enunciados, a consensuar sus significados, a comunicarse entre ellos y con el

ayudante, a discutir sus estrategias de solución. Se observa dificultad y temor para expresarse verbalmente y también para expresarse en forma escrita.

Posteriormente, se observa que emergen líderes en cada grupo. Estos líderes son aquellos alumnos que al parecer tienen mejor dominio de los contenidos. Son aquellos que presentan una mayor cantidad de argumentos a la hora de discutir la estrategia para solucionar un ejercicio. Sin embargo, son inseguros y necesitan la reafirmación gestual de su ayudante ante lo cual son capaces de dirigir una discusión explicando a sus compañeros con un lenguaje que va evolucionando en la medida en que se adaptan a la metodología. Los grupos entre sí son bastantes heterogéneos, no obstante, esta condición ayuda a que los estudiantes que menos conceptos dominan, aprendan, con ayuda del compañero y éste, a la vez, refuerce su propio conocimiento, promoviendo así la retroalimentación necesaria en un ambiente colaborativo.

Existen 5 grupos, los cuales se sientan siempre en el mismo lugar. Con el correr del tiempo, trabajan eficientemente en equipo, logrando una buena comunicación entre ellos y con el ayudante. Cada vez logran avanzar más, adquiriendo estrategias consensuadas en cada grupo frente a la resolución de problemas.

Al transcurrir el tiempo, el grupo experimental, en lo general, se observa, homogéneo en lo procedimental, son capaces de verbalizar el procedimiento de resolución de un problema, reflexionando antes de resolverlo y argumentando entre ellos cuál es la mejor forma de abordarlo. Ya no requieren del cuaderno para ver fórmulas o copiar la forma de resolver un problema parecido sino que la discusión se vuelve más conceptual.

El trabajo en el grupo control es más rígido. El profesor llega a la sala e indica a sus alumnos que tengan a la vista la lista de ejercicios y les señala cuáles resolverá. Lee el problema y le da su propia interpretación que los alumnos no cuestionan. Los alumnos copian en sus cuadernos lo que el profesor ayudante escribe en la pizarra, en silencio. En contadas ocasiones los alumnos repitentes hacen consultas acerca de lo que dice en la pizarra como “profesor que dice ahí”, pero no para aclarar algún concepto. El profesor termina de resolver y pregunta “alguien tiene alguna duda” o “alguien tiene alguna consulta”. Los alumnos sólo solicitan que no escriba tan rápido, pero no para reflexionar sobre la solución, sino para alcanzar a copiar todo lo escrito en la pizarra. Los alumnos se disponen en la sala ordenadamente, demuestran entender lo explicado y a la hora de resolver en forma individual los “problemas tarea” proceden a repetir los mismos procedimientos mostrados por su profesor. Resuelven rápidamente para

entregar la tarea, observando la de sus compañeros, como queriendo salir pronto de esta obligación.

Al principio los alumnos atribuyen las diferencias metodológicas en ambos grupos a las diferencias normales de caracteres entre los dos profesores ayudantes; el grupo control se siente favorecido por una práctica tradicional en que el profesor le presenta los ejercicios resueltos y el grupo experimental desfavorecido debido al esfuerzo adicional que le significa el trabajo grupal. Durante toda la experiencia el grupo control o tradicional completa su sesión de trabajo antes que el grupo experimental y, a medida que transcurre el tiempo, el grupo experimental, a pesar que cumple la tarea en el tiempo requerido para ello, continúa su trabajo en forma extraordinaria motivado por la capacidad adquirida en la resolución de problemas. Esto perturba a los estudiantes del grupo control que al notar que sus compañeros del grupo experimental van obteniendo mejores resultados, solicitan a la profesora del curso un cambio de grupo aduciendo diferentes razones. Es probable que en este punto haya una contaminación entre ambos grupos, ya que al negársele el cambio de grupo estos alumnos comienzan a acercarse al grupo experimental fuera de la sesión de ayudantía lo que pudiera cambiar los resultados finales; sin embargo se debe recordar que en las sesiones de taller el trabajo del ayudante siempre tomó como base de su ayuda el estado cognitivo presente de sus propios alumnos.

9.2. Rendimiento

El rendimiento obtenido por cada estudiante está relacionado con las calificaciones obtenidas por ellos en cada una de las pruebas oficiales. Los resultados del rendimiento de ambos grupos se representan en el gráfico 9.2. Las pruebas oficiales, en la escala de 1,0 a 7,0, muestran los valores 3,8; 3,9 y 4,4 para el grupo experimental y los valores 3,8; 3,7 y 3,4 para el grupo control para las tres pruebas oficiales consideradas.

Se observa que, existe una tendencia al alza de los promedios en el grupo experimental y una disminución en los promedios para el grupo control. Por cierto, los resultados no muestran grandes diferencias al inicio del experimento, sin embargo, existe una tendencia a mejorar el rendimiento en el grupo experimental y a disminuirlo, en el grupo control. Cabe considerar que la nota 3,8 correspondiente a la primera prueba oficial y que es común para ambos grupos no indica necesariamente que las metodologías usadas sean indiferentes para los alumnos. De hecho, al observar el

grafico 1, podemos ver que las condiciones de entrada del grupo experimental eran más bajas en comparación al grupo control y que las primeras cuatro sesiones de trabajo colaborativo-significativo lograron equiparar a ambos grupos. La diferencia más notoria se presenta en la tercera prueba lo que permite extrapolar mayores diferencias si se continuara trabajando con esta metodología.

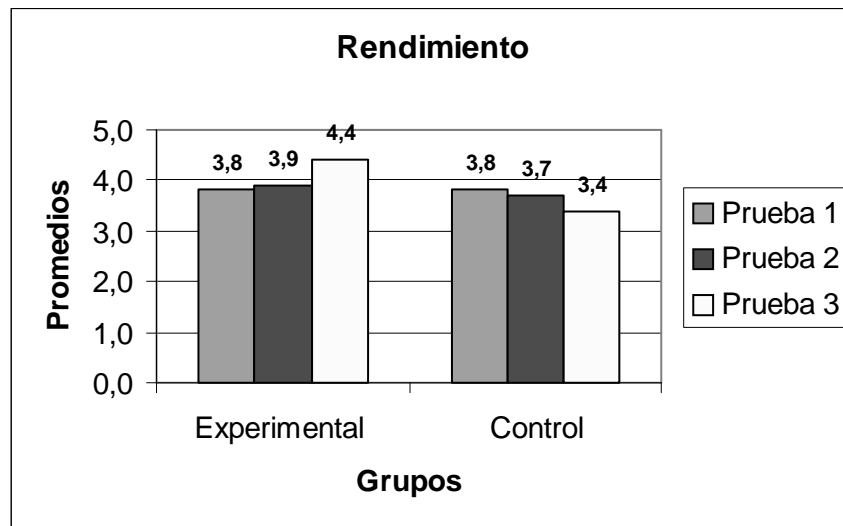


Gráfico 9.2: - Representa los promedios obtenidos en cada una de las pruebas oficiales.

9.3. Aprendizaje significativo de conceptos

En el gráfico 9.3 se presenta una comparación del aprendizaje significativo de conceptos de los estudiantes, para los grupos experimental y control. Como se explicó con anterioridad la variable “aprendizaje significativo de conceptos” se dividió en cuatro categorías: conceptos, jerarquización, enlaces y ejemplos. Con relación al número de conceptos que los estudiantes asocian con cada uno de los temas estudiados, la diferencia entre los porcentajes, control 56% y experimental 66%, no es tan significativa como la diferencia entre las otras tres categorías restantes. Al observar los mapas conceptuales de estos alumnos es muy claro distinguir que los alumnos del grupo control disponen de un determinado conjunto de conceptos que se presentan de manera aislada, no correlacional, como si no fueran parte de un cuerpo teórico único. Por cierto la diferencia de un 32% en la categoría jerarquización entre ambos grupos pone de manifiesto el carácter de subordinación que los alumnos del grupo experimental son

capaces de distinguir, desde lo más general o inclusivo hacia lo más particular. Si además se observa la categoría enlaces, que es la categoría que presenta mayor dificultad en los estudiantes ya que se debe relacionar cada uno de los conceptos con los otros, la diferencia de un 28% y con sólo un 15% de aciertos para el grupo control, refuerza nuevamente la idea que estos alumnos no logran relacionar cada uno de los conceptos de mecánica como parte de un solo cuerpo teórico. Por cierto, que los ejemplos, con una diferencia de un 23%, que a pesar de encontrarse dentro de la categoría de pensamiento concreto, por representar ejemplos de la vida diaria, no reflejan los mejores puntajes lo que al parecer sería indicativo, en ambos casos, que los estudiantes disocian la teoría de la realidad. A pesar de ello el grupo experimental aporta mejores porcentajes (50%) que el grupo control (27%).

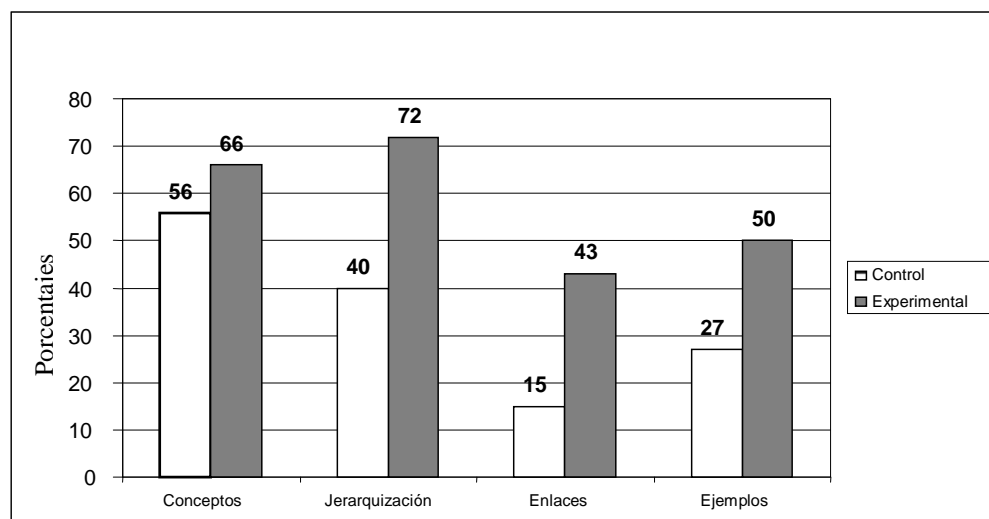


Grafico 9.3: Representa los promedios en los porcentajes de logro en el aprendizaje significativo de conceptos, medido a través de los tres mapas conceptuales construídos por los alumnos, en los criterios conceptos, jerarquización, enlaces y ejemplos.

**Los resultados de este trabajo han sido publicados en la revista
“Caderno Brasileiro de Ensino de Física”, v. 25, n. 1: p. 55-76, abr. 2008**

En el próximo capítulo se presentarán las conclusiones de todas las investigaciones presentadas y se comentará sobre algunas sugerencias de trabajos futuros.

CAPITULO 10
CONCLUSIONES

10. CAPITULO 10: CONCLUSIONES

10.1. *¿Es posible facilitar el aprendizaje significativo de la Física en estudiantes universitarios y promover en ellos la construcción de aprendizajes significativos?*

Esta es la pregunta central que transversalmente motiva a realizar las investigaciones de esta tesis. Se consideró importante investigar a los estudiantes universitarios, futuros profesionales, entre los cuales habrá también futuros profesores de ciencias y de Física, en particular. Como se comentó con anterioridad en el trabajo de Claro (2003) el 52% de los profesionales que enseñan Física en la educación secundaria del país **no** son profesores de física y por cierto muchos de ellos son ingenieros. Si bien es cierto que la formación de conceptos se va construyendo desde la más temprana infancia en los niños, también es cierto que este proceso de fortalecimiento conceptual no se detiene en la adultez. Es probable que el pensamiento reflexivo, formal, hipotético deductivo en la adultez que, en la mayoría de los casos, se consolida durante los estudios universitarios, permita la revisión más severa y estricta de la organización conceptual de las ideas construidas y aceptadas desde la experiencia más inmediata. Las exigencias universitarias, las discusiones de pensamientos, el ambiente de estudio, la reflexión crítica permanente entre los protagonistas del sistema educativo universitario generan un espacio propicio para favorecer la reflexión. Sin embargo, este espacio no surge por si solo, no bastaría con que los expertos en cada disciplina demuestren que lo son, sino que también todos los miembros del sistema deberían desarrollar una psicología de acogida al inexperto, entendiendo que existen en él preconcepciones, ideas intuitivas, teorías implícitas que muchas o quizás la mayoría de las veces no son coincidentes con teorías científicas.

Los estudiantes que llegan a la Universidad de Playa Ancha, estamento superior en el cual se desarrollaron y apoyaron todas las investigaciones, pertenecen mayoritariamente al quintil más vulnerable económicamente de la sociedad. Son alumnos que provienen con una educación deficitaria y, en la mayoría de los casos, estos alumnos son los primeros de su núcleo familiar que logran incursionar en estudios superiores conducentes a una carrera universitaria. La Universidad en la búsqueda de una sociedad más integrada se propone, dentro de sus principios, *“la inclusión social de estas personas para que se integren en el mundo laboral a partir de los valores del bien*

común y la equidad social, el desarrollo sostenible y el respeto al medio ambiente y sus recursos; la sociabilidad y solidaridad para la convivencia con la comunidad regional, nacional e internacional; la aceptación y aprecio de la diversidad como característica propia de los tiempos actuales; y el fortalecimiento de la ciudadanía, la democracia y la participación responsable”¹⁵.

Es precisamente en este plan psicológico de acogida al inexperto en que se enmarcan cada una de las investigaciones que se exponen en este trabajo. Pero tal como lo señala la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel, el principio más importante que influencia el aprendizaje escolar “...es aquello que el alumno ya sabe” y sugiere que se debe averiguar lo que el alumno sabe y enseñar de acuerdo a ello. Eso implica conocer, explicar e inferir sobre los contenidos y el funcionamiento de la estructura cognitiva del aprendiz.

De manera que antes de pensar en una propuesta metodológica, las etapas I y II de esta investigación han pretendido inferir sobre la forma en que los estudiantes procesan los conocimientos en la etapa I y sobre sus concepciones sobre las relaciones entre fuerza y movimiento en la etapa II.

Con relación al primer aspecto señalado, respaldado en la Teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird, se puede concluir que los alumnos investigados dan señas de representar los conceptos físicos, fundamentalmente, en forma de representaciones proposicionales y en forma de modelos mentales. Las imágenes las utilizan para poner a prueba sus modelos o para explicar a otros.

Existe una marcada tendencia al éxito en aquellos alumnos que construyen modelos mentales eficientes o efectivos acerca de los conceptos de Física.

El éxito se manifiesta en la asertividad con que ellos se apropian del lenguaje científico que comparten con sus profesores y que también se manifiesta en sus mapas conceptuales. Estos sugieren la posibilidad de que sus aprendizajes sean significativos, pero ésta es un aspecto que se tendrá que corroborar en futuras investigaciones. Efectivamente, y según lo plantea la Teoría de aprendizaje significativo de Ausubel, se observa una evolución en la organización conceptual, que sugiere un aprendizaje significativo de los temas de Física estudiados.

¹⁵ Principios y valores de la Universidad de Playa Ancha, en <http://sitios.upla.cl/universidad/principiosyvalores.html>

Estos alumnos presentan una necesidad urgente de compartir sus aprendizajes con sus compañeros, involucrándose en clases de ayudantía o dictando clases particulares, revisando de esta forma, sus modelos recursivamente. Es precisamente esta recursividad una de las características esenciales de la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird.

Desde esta perspectiva la tarea del profesor de ciencias y en particular del profesor de Física, consistiría en facilitar a sus estudiantes la construcción de modelos mentales efectivos de los conceptos físicos planteando diversas situaciones que los contengan. Si el profesor de ciencias logra conocer cómo sus estudiantes construyen sus aprendizajes, entonces recién podrá proponer estrategias metodológicas eficientes de enseñanza y sugerir procedimientos de metacognición a sus estudiantes. Y como consecuencia, mejorar la calidad de la educación en ciencias y, en particular, en la Física.

La figura 10.1 muestra una V de Gowin, como una síntesis de la investigación realizada en la etapa I.

Como resultado de esta primera etapa, se construye un instrumento que permite inferir acerca del tipo de representaciones mentales con que un determinado alumno trabaja al resolver problemas, basado en patrones de comportamiento, observados en el trabajo de resolución de problemas. Este instrumento está validado y se encuentra en el anexo B de este documento.

En la etapa II se investigaron a estudiantes de Ingeniería Civil de la región de Valparaíso, para averiguar en qué porcentaje disminuyen sus preconcepciones relativas a la relación fuerza-movimiento de un cuerpo. Se investigaron estudiantes, que aún no aprueban ninguna asignatura de Física y los que aprobaron 1, 2, 3 y 4 asignaturas de Física.

Se plantea la hipótesis de que los educandos realizan la diferenciación progresiva de conceptos en la medida aprueban sus asignaturas de Física.

Sin embargo, los resultados permiten ver en forma clara y categórica que, en el 51,4% de los universitarios que han aprobado la totalidad de las asignaturas de Física de su carrera, persisten las mismas preconcepciones con que ingresan a la universidad.

El porcentaje indicado pone en tela de juicio la transposición didáctica tradicional empleada en los procesos educativos de la Física de la enseñanza superior,

que mayoritariamente consiste en una enseñanza de tipo transmisión-recepción, que no facilitaría la construcción de aprendizajes significativos. A pesar del esfuerzo declarado, de profesores y alumnos, sigue predominado más una física intuitiva en los alumnos que una Física que se encuentra gobernada por leyes científicas.

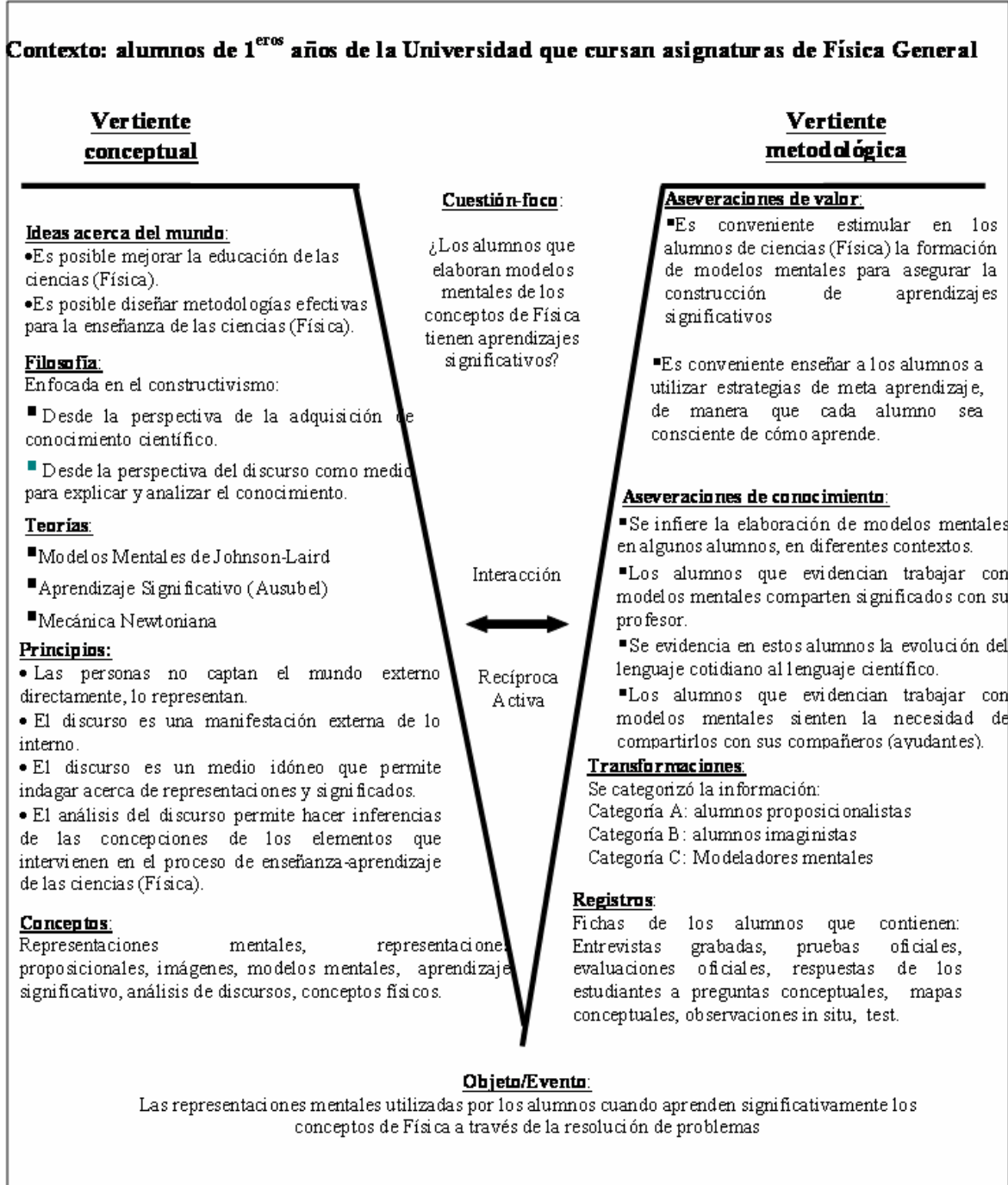


Figura 10.1: se presenta una V de Gowin con una síntesis de la primera investigación ó etapa I.

En la etapa III se elige como grupo a investigar a los alumnos más desaventajados de las carreras de ingeniería de la Universidad. Al entrevistar a sus profesores de Física, se comprobó que éstos practican una metodología de enseñanza

tradicional en dónde predomina fundamentalmente su experiencia, pudiendo denominarse un tipo de enseñanza intuitiva, que no está fundamentada en teorías cognitivas actuales.

Ante los resultados expuestos surge de manera lógica la etapa III de este trabajo. Este consiste en diseñar, aplicar e investigar la efectividad del modelo didáctico para la enseñanza de la mecánica denominada MODIEME. Este modelo didáctico se construye tomando en cuenta la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel; las consideraciones de Novak y Gowin en el sentido que las personas sienten, piensan y actúan compartiendo significados entre profesor, alumno y los materiales educativos. La teoría de los modelos mentales Johnson- Laird en el sentido de que las personas razonan a través de modelos mentales que se están probando recursivamente y todo en un marco de socialización Vygotskyano. Se considera que el conocimiento se construye internamente a través de instrumentos mediadores que lo facilitan, como son los materiales didácticos, los sistemas de comunicación verbal y gestual entre compañeros y con su profesor para enfrentar estos materiales didácticos; en fin una metodología de trabajo que permite, en palabras de Maturana, el querer hacer o en palabras de Ausubel el promover una actitud de predisposición hacia el aprendizaje.

Los resultados muestran que MODIEME, se presenta como una alternativa metodológica aceptable ya que:

- **Mejora la tasa de aprobación de los estudiantes,**
- **eleva el rendimiento,**
- **mejora y fortalece el aprendizaje significativo de conceptos y**
- **estimula la construcción de modelos mentales efectivos.**

Así los porcentajes de alumnos aprobados en la asignatura Mecánica de la partícula cambió desde un promedio de 19% en los tres años anteriores a la experiencia hacia un 61% en los dos semestres posteriores en los cuales se aplicó la metodología MODIEME, mejorando, además, los rendimientos de estos estudiantes. La certeza de que la metodología aporta mejores rendimientos se verifica por la medición de la “prueba t” para muestras independientes, que con un 95% de confianza, compara dos grupos experimentales (semejantes) sometidos a MODIEME con tres grupos de control

(probablemente semejantes), los cuales fueron instruidos mediante una metodología tradicional tipo transmisión-recepción.

Las disertaciones de los estudiantes permitieron generar el autoconvencimiento de que sus teorías internas iniciales no eran producto de alguna deficiencia cognitiva personal que crea un estado de subestimación en los alumnos, sino que al saber que grandes científicos de épocas anteriores también exponían teorías semejantes produjo en los estudiantes un alivio intelectual y una condición propicia para aprender. En general se sintieron reconocidos en sus creencias, más seguros y su estima mejoró, lo que fue reconocido por ellos mismos al término de la metodología y cinco años después de su aplicación.

Reforzando lo anterior, los educandos se observan fortalecidos al saber que sus propias preconcepciones sobre la relación fuerza-movimiento fue una preocupación de los científicos durante un largo tiempo. La “Jornada Científica” organizada con este fin, y compartida con la comunidad, puso a los estudiantes en una situación de alivio al comprender que sus dificultades son compartidas por sus pares y que fueron compartidas por una comunidad de científicos. Así, la mente de los estudiantes quedó con una disposición especial para el estudio de las leyes del movimiento de Newton.

Con relación a la decisión de mostrar a los estudiantes, en todo momento, el núcleo duro de la mecánica clásica newtoniana, se puede concluir que esta decisión les ha permitido comprender que la Física no es sólo un “*cúmulo de ecuaciones agobiantes*”, sino que éstas surgen de este núcleo duro aplicado a situaciones diferentes.

El TACS es una actividad que provoca la asimilación y acomodación permanente de los conceptos en los procesos mentales de los estudiantes. La atención oportuna, la discusión, la oportunidad de sentirse escuchados y comprendidos en sus razonamientos, son situaciones que se presentan en el taller y que favorece el fortalecimiento conceptual. Los mapas conceptuales son inicialmente una dificultad para los estudiantes, pero su exigencia los obliga a discutir conceptos. Esta actividad promueve en definitiva el aprendizaje significativo de los alumnos.

A través del TACS los estudiantes tienen que verbalizar sus ideas, explicarlas a sus compañeros con claridad, lo que exige un ordenamiento de sus conceptos, es decir, una jerarquización mental de ellos. Es destacable que muchos de los estudiantes investigados reconozcan con sorpresa esa necesidad de compartir significados con sus compañeros. Según la teoría de los modelos mentales correspondería a la adecuación recursiva de los conceptos para que la construcción de modelos mentales efectivos

tiendan hacia una similitud con la jerarquización conceptual de una comunidad científica.

La construcción de conocimientos y el aprendizaje significativo que conducen a un dominio efectivo de los conceptos, ocurre en un ambiente de **permanente negociación** entre todos los miembros del sistema: entre el alumno y el profesor, entre los alumnos y sus compañeros. Este proceso se fomenta en **los talleres de resolución de problemas** que en definitiva se transformaron en **talleres de aprendizaje cooperativo-significativo (TACS)**. Aquí se realiza un trabajo, en la resolución de solo uno o dos problemas, con el esfuerzo comunicativo de todos los miembros de la sala de clases, en la cual no hay restricciones. Entre todos se pueden preguntar, ayudar, pero sobre las reglas del juego y estas reglas son los mapas conceptuales que los alumnos deben utilizar para dar sus argumentos. Así los estudiantes comprenden sus soluciones, fomentan y estabilizan su organización conceptual y manifiestan cierto grado de satisfacción, ya que salen de la jornada de taller con el entusiasmo de **continuar trabajando**.

Sin embargo, **el ambiente de cooperación no se crea en forma espontánea, es un ambiente que debe tener alguna ventaja o recompensa para los estudiantes** y ellos siempre ven la ventaja en las evaluaciones. Por esta razón los talleres son evaluados, de la manera descrita en el capítulo 7. Por lo menos son dos las condiciones que se deben cumplir para generar un ambiente propicio de enseñanza aprendizaje en el taller de aprendizaje cooperativo-significativo: la primera es asegurar a los estudiantes que su trabajo y esfuerzo será reconocido mediante una evaluación y, lo segundo, que las exigencias se encuentren inicialmente **a la altura del nivel cognitivo de los estudiantes**.

Desde la perspectiva Vygotskyana y la Zona de Desarrollo Próximo, los estudiantes en grupos cooperativos, resuelven inicialmente los problemas de dificultad media y posteriormente aquellos con una dificultad mayor. Por cierto, ellos resuelven sin mayor dificultad los problemas más sencillos adquiriendo el lenguaje científico necesario para expresarse satisfactoriamente. De esta forma no sienten temor de acercarse a su profesor para consultar aquellos problemas considerados de mayor dificultad. Esto les da ímpetu para seguir trabajando. Efectivamente, consultan usando el lenguaje de la física con más propiedad, haciendo un esfuerzo por abandonar el lenguaje cotidiano al conversar con sus profesores. **Esta situación observada en los estudiantes, les genera seguridad en lo que dicen y en las decisiones que toman.**

Entonces en las clases hablan, se expresan, preguntan sin temor a equivocarse. El profesor escucha, entiende, dialoga y procesa en forma más objetiva las construcciones de sus estudiantes.

Si bien es cierto **el portafolios es un instrumento de evaluación** probado en otras asignaturas, los alumnos investigados no habían tenido la experiencia de construirlos en sus asignaturas de Física al interior de la Universidad. Al comienzo, los portafolios destacaban más por el orden y la presentación, que por el contenido o trabajo académico desarrollado. Posteriormente, **el comportamiento de los alumnos cambió, especialmente, producto de la evaluación.** Fueron valorados positivamente aquellos portafolios que demostraban un esfuerzo mayor para resolver diferentes ejercicios de Física dejando a un segundo plano la estética. En el caso de alumnos que “copian” problemas tratando de hacer trampas, el puntaje por los portafolios, explicado en el capítulo 6, no es tan alto como para que un alumno apruebe haciendo trampas. Lo más destacable es ver que alumnos que construyen sus portafolios de manera consciente, trabajando honradamente en ellos, se ven recompensados por sus evaluaciones en las pruebas oficiales.

A pesar que no ha estado dentro de los objetivos de esta investigación, se infiere que existe una correlación positiva entre un portafolio satisfactorio y las evaluaciones correspondientes a las pruebas escritas tradicionales, lo que lleva a la conclusión de que cada cambio de metodología, necesariamente, debe ir acompañado de un cambio en los sistemas de evaluación.

10.2. ¿Cómo afectó cognitivamente a los estudiantes investigados la aplicación de MODIEME?, ¿Por qué mejoró su rendimiento?

La respuesta a esta pregunta, observada en los estudiantes investigados estaría centrada en dos procesos cognitivos relacionados entre sí:

- la puesta a prueba de sus modelos mentales en forma continua y como consecuencia de ello,
- el fortalecimiento de la organización conceptual de los estudiantes.

Sabiendo que existe una tendencia al éxito en aquellos alumnos que son capaces de construir modelos mentales efectivos de los conceptos de Física, medido en la efectividad para resolver problemas de lápiz y papel (etapa I), se ha observado que este grupo de alumnos ha evolucionado en su forma de representar el conocimiento.

Al comienzo sólo el 6% de los alumnos trabaja con modelos mentales efectivos, sin embargo un año después el 77% de los alumnos trabaja con este tipo de representación mental, lo que significa que existe una evolución positiva, que los lleva a explicar los fenómenos relacionados con el movimiento de un cuerpo argumentando según leyes científicas, (las leyes de Newton y los teoremas de conservación), y no con teorías personales de corte empírico.

En el proceso de evolución cognitiva se infiere la presencia de cuatro etapas o estados cognitivos que los llevarían desde un estado representacional proposicionalista a un estado de modelador mental efectivo, como se puede apreciar en la figura 10.1.

Los cuatro estados cognitivos, que en esta tesis se denominan: **memorístico puro, memorístico inductivo, empírico inductivo y reflexivo hipotético deductivo**, han sido formulados a partir de las observaciones de campo realizadas en los talleres de aprendizaje cooperativo significativo con los estudiantes.

Durante la aplicación del MODIEME los alumnos que inicialmente se manifiestan *proposicionalistas* parecieran no ser conscientes de su estado cognitivo. Al parecer ellos responden o ejecutan la resolución de problemas acatando lo que le ordena su mente sin cuestionar la idea que le llegó en forma espontánea a su cabeza. Por esta razón, sus respuestas son proposiciones aisladas, inseguras e inestables, que no se sostienen ante un pequeño cuestionamiento. Corresponde a un estado denominado **“memorístico puro”** en que al preguntarle al alumno en forma oral el por qué de su respuesta, este enmudece, en primer lugar, y luego balbucea algunas palabras aisladas e inconexas. Entonces, su reacción posterior es fundamentar su respuesta en algo escrito en su cuaderno o algo que haya dicho su profesor, repitiendo en forma descontextualizada su argumentación.

El taller de aprendizaje cooperativo-significativo exige a los estudiantes a relacionar los conceptos involucrados en un problema particular y a explicar a sus compañeros de equipo y/o su profesor una estrategia de solución con base a sus mapas conceptuales. En ese momento la estrategia lo obliga: a exteriorizar un proceso interno, a hacer consciente aquello que ocurre en forma no-consciente, tratando de cuestionar y reconocer sus propias teorías internas para enfrentarlas a las teorías científicas.

El siguiente estado, se denomina en esta tesis, **“memorístico inductivo”**. Corresponde a un estado en que predominan, como esquemas de resolución de problemas, el uso de algoritmos. Estos algoritmos se construyen en la mente tomando

como referencia los esquemas utilizados por otros, es decir que toma como referencia métodos o procedimientos vistos en problemas resueltos, en libros de textos, solucionarios, en su cuaderno u otros medios.

La denominación de memorístico inductivo obedece a que el alumno copia un modelo algorítmico que se repite en uno, dos o varios problemas resueltos estudiados por él. Su regla sería: si para un caso o problema el método o algoritmo funciona, entonces en otros casos el método también tendría que funcionar.

Es en este estado cuando toman relevancia los mapas conceptuales ya que su construcción es consensuada entre alumno y profesor. Las relaciones entre conceptos van poco a poco sustentándose en leyes científicas, que en este caso son las leyes de Newton y los teoremas de conservación.

De este modo, las estrategias de solución para un problema en particular obedecen al mandato de sus mapas conceptuales que lo conducen hacia un pensamiento de tipo deductivo y no al mandato de otros problemas resueltos, pasando al estado cognitivo denominado **“empírico deductivo”**.

Según lo anterior durante el período de observación en estos talleres, los alumnos se ven obligados a repasar, recursivamente, sus procesos internos de reflexión al colocar a los estudiantes en diversas situaciones problemáticas. Este aspecto está, por cierto, también avalado por la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud ya que los talleres ponen necesariamente a los estudiantes en diversas situaciones, que según este autor es uno de los aspectos necesarios para la conceptualización.

La denominación de empírico de este estado se debe a que los alumnos están requiriendo permanentemente de su profesor o de sus compañeros la aceptación, verificación o rechazo de sus propias argumentaciones. Éste es un estado cognitivo dependiente del profesor. Los alumnos manifiestan una actitud de interés, ya que persiguen a su profesor, para que este dé la aprobación a sus argumentos. **Este es el instante propicio para dar libertad al alumno, para discutir con él, para incentivar en él el espíritu crítico ya que se encontraría en el nivel de desarrollo potencial, en el lenguaje de Vygotsky. Ahora el alumno ha tomado el control consciente de sus procesos internos.**

Desde la perspectiva de la Teoría de aprendizaje significativo, en este estado ocurren los procesos de diferenciación progresiva y la reconciliación integradora. Sin embargo, los estudiantes requieren, recursivamente, poner a prueba sus modelos mentales. Cuando los estudiantes logran este estado cognitivo se observa que ellos

requieren y buscan enseñar a otros. Ya no necesita de su profesor sino que necesita de otras personas para explicar y enseñar lo que saben acerca de la resolución de problemas. **Este estado, absolutamente identificable en los estudiantes de física, les provoca una sensación de alegría y satisfacción que favorece una actitud hacia nuevos aprendizajes.** Esta acción descrita por la Teoría de educación de Novak representa la integración constructiva de pensamientos, sentimientos y acción, que contribuye al empoderamiento (empowerment) de la persona, situación que le permite enfrentar nuevos desafíos.

De tanto explicar a otros y explicarse a si mismo, en forma recursiva, los modos de razonamiento basados en las leyes científicas, se llega al estado denominado **“reflexivo hipotético deductivo”** en donde se infiere que los modelos mentales se transforman en **modelos mentales efectivos.**

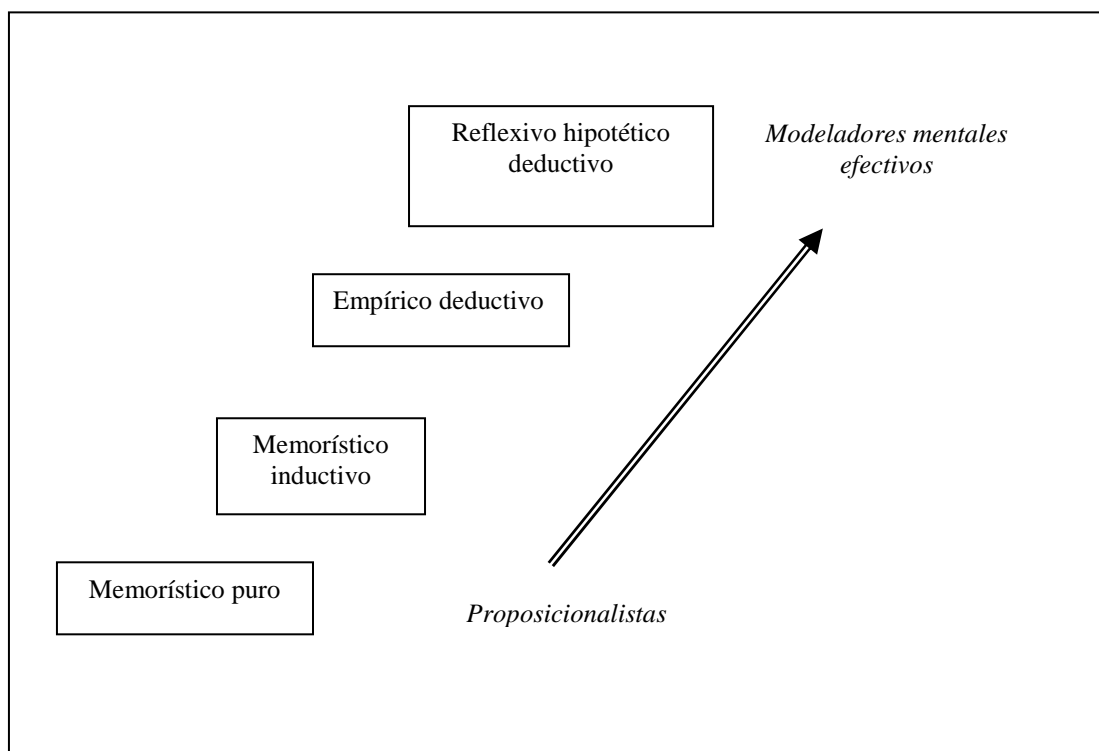


Figura 10.1: Estados cognitivos observados en los estudiantes en su evolución desde un estado representacional proposicionalista a un estado de modelador mental efectivo.

Cada uno de estos estados o procesos cognitivos, al parecer, pasan por períodos personales de ciencia normal, en el lenguaje de Kuhn, es decir, por períodos de estabilidad. Los cambios de un estado a otro serían repentinos y conscientes. Quizás este estado de conciencia repentino, como un chispazo o flechazo coincide con el concepto de “insigh” acuñado en la escuela de la Gestalt y enfatizado por J. Bruner

(2001). Efectivamente, “la experiencia del insight” (comprensión súbita de una situación) llevan a nuevos procesos que impulsan la actitud comprobadora” (Ibíd.).

Es difícil notar estos cambios de estado en un semestre de aplicación ya que los procesos descritos son lentos. El proceso de enseñanza investigado debe ser continuo para obtener los resultados esperados.

La **etapa IV** de la investigación se diseñó precisamente para comprobar la idea anterior. Se trabajó intencionalmente durante un semestre con estudiantes con dificultades de aprendizaje en la asignatura Física 1 con el fin de relacionar el taller de aprendizaje cooperativo-significativo con el rendimiento y el aprendizaje significativo de conceptos.

El análisis realizado en el capítulo 9, permite visualizar que, si bien existen leves logros crecientes en el rendimiento, lo que más destaca es la evolución de la organización de las ideas en la estructura cognitiva de los estudiantes. Los mapas conceptuales revelan jerarquizaciones adecuadas, conceptos bien subordinados y por sobre todo una disposición permanente hacia el aprendizaje debido a la metodología denominada cooperativa-significativa. Es decir, el TACS favorece el aprendizaje significativo y, como consecuencia de ello, se eleva el rendimiento.

No es frecuente que se consideren en las evaluaciones de estas asignaturas o cursos el aprendizaje significativo de conceptos de los estudiantes, a pesar de ser uno de los elementos fundamentales en el proceso de construcción del conocimiento científico.

Una mirada rápida sobre el rendimiento en los estudiantes haría concluir que independientemente de las metodologías empleadas para la enseñanza, los resultados obtenidos por los alumnos serían semejantes y, por tanto, no valdría la pena hacer esfuerzos tendientes a mejorarlos, sin embargo, **si se diera una ponderación de mayor relevancia a evaluación del aprendizaje de conceptos de los estudiantes** es probable que nuestro sistema evaluativo sea más justo y más cercano a una interpretación real sobre la construcción conceptual de nuestros estudiantes.

A partir de esta experiencia podemos concluir que **el acercamiento que proporciona el taller de aprendizaje cooperativo-significativo TACS, con los estudiantes, favorece en ellos la discusión, la adopción y práctica del lenguaje científico apropiado para expresar sus ideas, la subordinación de conceptos, la**

acomodación de los nuevos conceptos a su estructura cognitiva, la aceptación del otro en sus opiniones. En consecuencia, estarían obligados a revisar sus propias concepciones mediante **un proceso de recursividad** que, derivará en una diferenciación progresiva y reconciliación integradora de cada uno de los conceptos involucrados en su organización mental, permitiendo en cada estudiante una construcción conceptual estable, sólida, relacional y no arbitraria, que representan los requisitos mínimos necesarios para un aprendizaje significativo.

Por cierto esta experiencia (etapa IV) duró sólo un semestre, pero el análisis realizado confirma que si la metodología se extendiera por más tiempo, una extrapolación de los resultados arrojaría mejores índices tanto en el rendimiento como en el aprendizaje significativo de los estudiantes.

Si bien es cierto existe una amplia literatura acerca de las ventajas del aprendizaje cooperativo en las escuelas, esta línea de investigación, dirigida a estudiantes universitarios abre nuevas perspectivas que conduzcan a la construcción de aprendizajes significativos en los futuros profesionales. El trabajo grupal facilita la sociabilización entre los diferentes protagonistas del proceso educativo: entre compañeros surge espontáneamente la necesidad del trabajo en equipo, baja la tensión en el estudio al compartir con otros sus dificultades, los alumnos se acercan con más facilidad a sus profesores. Además, se observa gratitud en los alumnos por el esfuerzo de sus profesores para comprender y atender sus dificultades de aprendizaje y, por lo tanto, surgen lazos afectivos que favorecen el aprendizaje.

Por otro lado, dado que esta fase de la investigación, en la etapa IV, apunta hacia dos aspectos, el rendimiento y el aprendizaje significativo de conceptos, es deseable continuar, en investigaciones futuras, trabajando con los estudiantes universitarios para visualizar cómo **hacer cambios en la evaluación tan restringida a que se someten a los estudiantes de Física.** Estos cambios deberían considerar no tan sólo la resolución de problemas o el fortalecimiento conceptual sino que también el interés por el trabajo de los estudiantes. Es decir, buscar e investigar cómo incluir en las evaluaciones de ellos los aspectos actitudinales que son favorables para el aprendizaje de las ciencias, que han sido observados en el TACS, pero que no se considera como un aspecto relevante a la hora de evaluar el aprendizaje de los estudiantes.

10.3. Consecuencias directas producto de estas investigaciones

Este trabajo de investigación se ha proyectado positivamente tanto en el ámbito personal de los alumnos investigados, así como en el entorno del trabajo docente, al interior de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Playa Ancha.

Los alumnos investigados que tantas dificultades presentaban en la física continuaron, en forma independiente, trabajando con una metodología de cooperación entre ellos. Continuaron con los grupos de trabajo que se formaron en los talleres TACS de resolución de problemas, a pesar que sus profesores tuviesen una postura de entrega docente más orientada hacia la enseñanza tradicional.

Por otro lado, los directivos de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental (ICA) comprendieron que separar a sus estudiantes de los alumnos de Ingeniería Civil Industrial (ICI), favorecía las condiciones de aprendizaje de ellos y, por lo tanto, se tomó la decisión de dictar la asignatura Física General Mecánica I (mecánica de la partícula) y Física General Mecánica II (Mecánica del cuerpo sólido, oscilaciones y gravitación) como una asignatura independiente y dirigida, especialmente, para su carrera.

Los estudiantes han reconocido indirectamente una metodología didáctica que les ha sido favorable para su aprendizaje. Este reconocimiento se ha manifestado en las evaluaciones de los estudiantes hacia el equipo de trabajo (su profesora y su ayudante)¹⁶.

Ante este reconocimiento, poco a poco, los profesores de la Facultad de Ciencias se han ido interesando en la metodología MODIEME, por diversas razones, entre las que destacan el grado de aceptación de los estudiantes, el bajo grado de deserción así como las nuevas exigencias impuestas a las Universidades para acreditar sus carreras.

Por otro lado, cabe destacar que una línea de investigación, enseñanza de las ciencias, que en sus inicios no era apreciada por los especialistas de ciencias básicas, ha ido fortaleciéndose, precisamente, por lo demostrable de los resultados con los alumnos. Están las opiniones de las “agencias acreditadoras” de las carreras de pedagogías científicas, que reconocen el esfuerzo de una comunidad de profesores que en la

¹⁶ Los alumnos de la UPLA deben evaluar todos los semestres a sus profesores.

Facultad de ciencias naturales y exactas se preocupa por perfeccionarse e investigar en estas materias.

Si bien es cierto la metodología MODIEME se aplicó a la Mecánica clásica, también se ha continuado aplicando a otras asignaturas de Física, tales como Electromagnetismo y Ondas, con igual éxito.

Actualmente la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Playa Ancha, en donde se realizaron estas investigaciones se encuentra trabajando en el mejoramiento de la calidad de la educación científica a través del proyecto MECESUP 0705 financiado por el Ministerio de Educación chileno, MINEDUC.

10.4. Proyecciones

A pesar que el modelo MODIEME ha sido satisfactorio para las expectativas propuestas, aún quedan aspectos que el modelo no logra reformar del todo. Uno de estos es la evaluación de las asignaturas. La verdad es que MODIEME hizo unas pequeñas consideraciones en torno a la evaluación. Se evaluaron los talleres, las disertaciones de los alumnos y los portafolios. Pero han sido cambios mínimos. De manera que habría que estudiar, por ejemplo, cual ha sido la incidencia del portafolio en el rendimiento.

Se sugiere ampliar la metodología MODIEME con actividades que tengan relación con el fortalecimiento de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias. Hay investigaciones en el ámbito de la enseñanza no-formal que tendrían incidencia sobre actitudes favorables hacia el aprendizaje en los estudiantes. Actualmente, se está trabajando en la Facultad de Ciencias con estudiantes de Pedagogía en Física para que estos lleven las Jornadas Científicas a los colegios de Enseñanza Media de la Región. Hasta el momento de la redacción de esta tesis los futuros profesores de física estudiados, han tenido una actitud positiva que ha reforzado su predisposición hacia el aprendizaje.

En esta tesis se trabajó e investigó con estudiantes de Ingeniería, sin embargo, la metodología se ha utilizado con éxito en estudiantes de pedagogías científicas, en la formación inicial de profesores de Química y Física. Es prioritaria toda investigación centrada en los procesos de enseñanza y de aprendizaje significativo de las ciencias, fundamentalmente en la formación inicial de profesorado en ciencias.

11. Referencias bibliográficas

ACEVEDO J. A.; BOLÍVAR J. P.; LÓPEZ-MOLINA E. J.; TRUJILLO M. (1989). Sobre las concepciones en dinámica elemental de los adolescentes formales y concretos y el cambio metodológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 27-34.

ADÚRIZ-BRAVO, A. (1999) *Elementos de teoría y de campo para la construcción de un análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias*. Universidad Autónoma de Barcelona: Bellaterra.

ADÚRIZ-BRAVO, A. y MORALES, L. (2002). El concepto de modelo en la enseñanza de la física- Consideraciones epistemológicas, didácticas y retóricas. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 19(1), 79-92.

AGUILAR, M.F. (2006). El Mapa conceptual y la teoría sociocultural. Concepts Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. Of the Second Int. Conference on Concept Mapping. A.J.Cañas, J.D. Novak, Eds. San José, Costa Rica.

AHUAMADA, W. (1983). Mapas conceptuales como instrumento para investigar la estructura cognitiva en Física. Disertación de Maestría inédita. Instituto de Física, Universidad federal de Río Grande Do Sul, Sao Paulo, Brasil.

ALONSO, M.; FINN, E. J. (1995). *Física*. Madrid: Pearson Educación.

ARLEGUI DE PABLOS, J. (1995). La modelización y la simulación de fenómenos físico-naturales. Aproximación didáctica, en AA.VV. *Aspectos didácticos de Física y Química*, 6, Zaragoza: ICE.

AUSUBEL, D.P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

AUSUBEL, D. P. (1973). *Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento*. En Elam, S. (Comp.). La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum (211-239). Buenos Aires: El Ateneo.

AUSUBEL, D. P. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.

AUSUBEL, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.

AUSUBEL, D.; NOVAK J.; HANESIAN, H. (1978). *Educational psychology view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. y HANESIAN, H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo* (2° Ed.). México: Trillas.

BARQUERO, R. (2001). *Vygotsky y el aprendizaje escolar*. Buenos Aires: Aique.

BARQUERO, B. (1995). *La representación de estados mentales en la comprensión de textos desde el enfoque teórico de los modelos mentales*. Tesis doctoral: Universidad Autónoma de Madrid.

BOHIGAS, X; PERIAGO, M.C. (2010). Modelos mentales alternativos de los alumnos de segundo curso de Ingeniería sobre la Ley de Coulomb y el Campo Eléctrico. *Revista electrónica de investigación educativa*. Vol. 12, Núm. 1.

BRAGA, L.; GALLARDO, R.; CALDERÓN, M.; MORALES, J., KLING, N. (2002). Espectro de dificultades que presentan los alumnos que ingresan a la Universidad de Concepción en las carreras de Ingeniería y Licenciatura en Física. Concepción, Chile, 2002. Recuperado el 5 de mayo del 2006 de <http://www.profisica.cl/docs/archivo.php>

BRICKNER, M.A.; HARKINS, S. y OSTROM, T. (1986). Personal involvement: Thought provoking implications for social loafing. *Journal of personality and Social Psychology*, 51, 763-769.

BROWN, A. (1995). Advances in learning and instruction. *Educational Researcher*, 23(8), 4-12.

BRUNER, J. (2001). *El proceso mental en el aprendizaje*. Madrid: Ed. Narcea S.A.

BUNGE, M. (1974). *Teoría e realidade*. SP: Perspectiva S.A.

CABALLERO SAHELICES. (2003). La progresividad del aprendizaje significativo de conceptos. Ponencia presentada en el IV Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, Maragogi, AL, Brasil, 8 a 12 de septiembre.

CALVO J. L.; SUERO M. I.; PÉREZ A. L.; PEÑA J. J.; RUBIO S.; MONTANERO M (1992). Preconcepciones en Dinámica: su persistencia en los niveles universitarios. *Revista Española de Física*, 6(3), 39-43.

CARRASCOSA J.; GIL PÉREZ D. (1992). Concepciones alternativas en Mecánica. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), 314-328.

CLARO, F. (2003). Panorama docente de las ciencias naturales en Educación Media, *Revista Educación* 307, 13.

CLEMENT, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1), pág. 66-71.

CLEMENT, J., BROWN, D. y ZIETSMAN, A. (1989). Not all preconceptions are misconceptions: finding anchoring conceptions for grounding instructions on student intuitions. *International Journal of Science Education*, 11, Especial Issue, pág 554-565.

CUNHA, A.L.; CALDAS, H. (2001). Modos de raciocínio baseados na teoria do Impetus: um estudo com estudantes e professores do ensino fundamental e médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 23, nº 1, Março, 2001.

- DAMON, W. y PHELPS, E. (1989). Critical distinctions among three approaches to peer education. *International Journal of Education Research*, 13, pp. 9-19.
- DESLOGE, E: (1989). The empirical foundation of classical dynamics, em: *Americal Journal of Physics*, 48 (5), pp. 365-370.
- DISESSA, A. (1990). Momentum flow as na alternative perspective in elementary mechanics. *American Journal of Physics* 48(5), pp. 365-370.
- DISESSA, A. y SHERIN, B. (1998). What changes in conceptual change? *International Journal of Science Education*, 20(10), pág. 1155-1191.
- DRIVER, R.; ERICKSON, G. (1983) Theories-in-action: some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- DRIVER, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*, 4(1). Pp. 3-15.
- DRIVER, R.; SQUIRES, A., RUSHWORTH, P. y WOOD-ROBINSON, V. (1994). *Making sense of secondary science- Research into children's ideas*. Londres y Nueva York: Routledge.
- DUIT, R. (1984). Learning de energy concept in school: empirical results from the Philippines and West Germany. *Physics Education*, 19, 59-66.
- DUIT, R. (1991) Students' conceptual frameworks consequences for learning science. En S. Glynn, R. Yeany, B. Britton (Eds.) *The Psychology of learning science*, Lawrence Erlbaum: Hillsdale-EE.UU.
- DUIT, R. (2001). On benefits and pitfalls of analogies in teaching and learning physics, en Pintó, R. y Suriñach, S. (eds.). *International Conference Physics Teacher Education beyond 2000. Selected contributions*, p. 11-18. Paris: Elsevier.
- DUIT, R. y TREAGUST, D.F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), pp. 671-688.
- DUSCHL, R. (1991). Epistemological perspectives on conceptual change: implications of educational practice. *Journal of research in science teaching*, 28(9), pp. 839-858.
- DUSCHL, R. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea, 1997.
- ECHEITA, G. (1995). El aprendizaje cooperativo. Un análisis psicosocial de sus ventajas respecto a otras estructuras de aprendizaje. En P. Fernández y A. Melero (Comps). *La Interacción social en contextos educativos*. Madrid: siglo XXI.
- ESTANY, A. (1993). *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Barcelona: Crítica, 1993.

FABRA, M.L. (1992). El trabajo cooperativo: revisión y perspectivas. *Aula de Innovación Educativa*, 9, pp. 5-12.

FENSHAM, P.J. (2001). Science content as problematic-Issues for research, en Behrendt, H., Dahncke, H., Duit, R., Gräber, W., Komorek. M., Kross, A. y Reiska, P. (eds.). *Research in science education- Past, present, and future*, pp. 27-41. Dordrecht: Kluwer.

FINEGOLD, M. y GORSKY, P. (1991). Students' concepts of force as applied to related physical systems: A search for consistency. *International Journal of Science Education*, 13(1), pp. 97-113.

FRANCO, C. y COLINVAUX, O.(2000). Grasping mental models. En: Gilbert, J. K. Y Buolter, C. J. (eds), *Developing models in Science Education*. Kluwer. Dordrecht, The Netherlands, p 93-118.

FUCHS, H. (1999). *The continuum Physics Paradigm in Physics Instruction*. Univ. Of App. Sc., Switzerland.

GARDNER, H. (1985). *The mind's new science*. (Basic Books. New York), 1985.

GIANCOLI, D.C. (1997). *Física: Principios con aplicaciones*. México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

GILBERT, J.K., OSBORNE, R.J. y FENSHAM, P.J. (1982). Children's science and its implications for teaching. *Science educations*, 66, pp. 625-633.

GIL-PÉREZ, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 12 (2), 154-164.

GIORGI, S.; POZZO, R. y CONCARI, S. (2005). Cuerpos en Movimiento: Un estudio de Investigaciones Publicadas y de las representaciones de los estudiantes universitarios. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, nº 31, Año XVI, pp. 199-218.

GLYNN, S. (1995). Conceptual bridges. Using analogies to explain scientific concepts. *Science Teacher*, v. 62, n. 9, p.25-27.

GÓMEZ-MOLINÉ, M. y SANMARTÍ, N. (1999). Reflexiones sobre el lenguaje de la ciencia y el aprendizaje. *Educación química*, 11(2), pp. 266-273.

GOWIN, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.

GRECA, I.M.; MOREIRA, M.A (1996). Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnético en alumnos de física general, estudiantes de postgrado y físicos profesionales. *Investigações em Ensino de Ciências*; V1(1), pp.95-108.

GRECA, I.M.; MOREIRA, M.A. (1997a). Modelos mentales, modelos conceptuales y

modelización. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, 15 (2), 107-120.

GRECA, I.M.; MOREIRA, M.A. (1997b). The kinds of mental representations: models, propositions and images - used by college physics students regarding the concept of field. *International Journal of Science Education*, London, 19(6): 711-724.

GRECA, I.M.; MOREIRA, M.A. (1998a). Modelos mentales y aprendizaje de Física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, 16(2): 289-303.

GRECA, I.M.; MOREIRA, M.A. (1998b). Modelos mentais e modelos físicos no ensino e na aprendizagem da Física. Trabalho apresentado no VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Florianópolis, 26 a 30 de outubro.

GRECA, I.M.; MOREIRA, M.A. (2002). Mental, physical, and mathematical models in the teaching and learning of physics. *Science Education*, New York, 86(1): 106-121.

GUISASOLA, J., FURIÓ, C., CEBERIO, M. y ZUBIMENDI, J.L. (2003). ¿Es necesaria la enseñanza de contenidos procedimentales en cursos introductorios de física en la universidad?. *Enseñanza de las ciencias*, número extra, 17-28.

GUTIERREZ, R. (2005). Polisemia actual del concepto “modelo mental”. Consecuencias para la investigación didáctica. *Investigações em ensino de ciencias*. Vol.10, N°, Agosto 2005.

HALLOUN, I.A. (2004). *Modeling Theory in Science Education*. Dordrecht: Kluwer.

HEIDUCK, F., HERMANN, F. y SCHMID, B. (1987). Momentum flow in the gravitational field. *European Journal of Physics*, 8, pp. 41-43.

HERMANN, F. y JOB, G. (1996). The historical burden on scientific knowledge. *European Journal of Physics*. 17, pp. 159-163.

HERNÁNDEZ M. (1996). *Fuerza y movimiento*. Revista Española de Física, V-10, nº 2, 1996, págs. 44-51.

HESTENES, D., WELLS, M. Y SWACKHAMER, G. (1992). Force Concept Inventory. *The physics teacher*, 30, pág. 141-158
<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>.

HIERREZUELO, J.; MONTERO, A. (1991) *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y de la Química*, Elzevir: Málaga

IANELLO M. G., MAYER M., SCALZO F., STILLI R., VICENTINI MISSONI M. (1992). Le conoscenze in Fisica all'inizio dei corsi universitari in Italia. *Enseñanza de las Ciencias* V-10, nº 3, 1992, págs. 268-274.

IZQUIERDO, M. (1999). *Memoria de acceso a la plaza de cátedra*. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona, 1999.

- JIMÉNEZ GÓMEZ, E, SOLANO, L y MARIN, N. (1997). Estudio de la progresión en la delimitación de las “ideas” del alumno sobre fuerza. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(3), pp. 309- 328.
- JIMÉNEZ GÓMEZ. E. y MARÍN MARTÍNEZ, N. (1996). ¿Cuándo un contenido académico tiene significado para el alumno? Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), pp. 323- 330.
- JIMÉNEZ GÓMEZ. E. y MARIN MARTÍNEZ, N. (1994). Problemas de terminología en estudios realizados sobre “lo que el alumno sabe” en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), pp. 235- 245.
- JOHNSON, D.W. y JOHNSON, R. (1987). *Learning together and alone*. New Jersey. Prentice Hall: Englewood Cliffs.
- JOHNSON, D.W. y JOHNSON, R. (1990). *Cooperation and competition. Theory and research*. Hillsdale, N.J.: Addison-Wesley.
- JOHNSON-LAIRD, P. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 513p.
- JUSTI, R. (2006). La enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 2006, 24(2), 173-184.
- KARAU, S.J. y WILLIAMS, K.D. (1993). Social loafing. A meta-analytic review and theoretical integration. *Journal of personality and social psychology*, 65, pp. 681-706.
- KUHN, T.S. (1957). *The Copernical revolution*. Cambridge: Harvard University Press.
- KUIPER, F. (1994) Student ideas of science concepts: alternative frameworks?. *International Journal of Science Education*, 16(3), pp. 279- 292.
- LEMKE, J.L. (1997). *Aprender a hablar de ciencias: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- LEÓN, B. (2003). Elementos mediadores en la eficacia del aprendizaje cooperativo: entrenamiento en habilidades sociales y dinámica de grupos. Tesis Doctoral. Servicio de publicaciones. Universidad de Extremadura.
- LEÓN, B.; GONZALO, M. y VICENTE, F. (2004). Factores interpersonales que condicionan la eficacia del aprendizaje cooperativo. *Ciencia psicológica*, vol. 9, pp. 79-92.
- LEÓN, B; GONZALO, M.; FELIPE, E.; GÓMEZ, T. y LATAS, C. (2005). *Técnicas de Aprendizaje Cooperativo en Contextos Educativos*. España: Editorial @becedario.
- LIU, X. (2001) Synthesizing Research on Student Conceptions in Science. *International Journal of Science Education*, 23, 55-81.

- LOPEZ, E.; SILVA, R.; ROJAS C. (2003). Persistencia de concepciones erróneas pregalileanas en los conceptos de fuerza y movimiento en estudiantes universitarios: una evaluación conceptual. *Visiones Científicas*. V. 6, Nº 2, 2003.
- LOPEZ DONOSO, E; CASTILLO, C; VELIZ, JUAN. (2008). Aprendizaje colaborativo y significativo en la resolución de problemas de Física en estudiantes de Ingeniería. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 25, n.1: p. 55-76, abr.2008.
- MARTINS, I. y PORTO VILLANI, C. (2000). Onda ou partícula: Argumentação e retórica na aprendizagem da natureza da luz. Encontro de pesquisa em ensino de Física, VII, Canela, Brasil. Atas.
- MATTHEWS, M (1994). *Science teaching. The role of history and philosophy of science*. Nueva York: Kluwer, 1998.
- MATURANA, H. (2002). *Emociones y lenguaje en educación y política*. Santiago de Chile: Dolmen Ediciones.
- MATURANA, H. (2006). Clase Magistral: “Unidad, Mente, Cuerpo” dictada en la Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación el 12 de Abril del 2006.
- MILLAR, R. Y OSBORNE, J. (1998). *Beyond 2000: science education for the future*. King´College, London School of Education.
- MOHAPATRA, J. (1989). Pupils, teacher, induced incorrect generalization and the concept of force. *International Journal of Science education*, 11(4), pp. 429-436.
- MONEREO FONT, (1995). *Enseñar la conciencia. ¿Hacia una didáctica metacognitiva?* Aula de innovación educativa, v. 34, p. 74-80, 1995.
- MORAES, A.M. y MORAES, I.J. (2000). A Avaliação Conceitual de Força e Movimento. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol 22, nº 2.
- MOREIRA, M.A. (1993). *A Teoría da Aprendizagem Significativa de David Ausubel*. Fascículos de CIEF. Universidade de Rio Grande do Sul, São Paulo, Brasil.
- MOREIRA, M.A. (1994). Cambio conceptual: critica a modelos actuales y una propuesta a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. Actas de la Conferencia Internacional *Science and Mathematics Education for the 2pt Century: Towards innovatory Approaches*. Concepción, Chile, 26 de septiembre al 1º de octubre.
- MOREIRA, M.A. (1997a). Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, Vol. 1, n.3 (<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>)
- MOREIRA, M. A. (1997b). Aprendizagem Significativa: um conceito subyacente. En M.A. Moreira, C. Caballero Sahelices y M.L. Rodríguez Palmero, Eds. Actas del II Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo. Servicio de Publicaciones. Universidad de Burgos. Págs. 19-44.

MOREIRA, M. A. (1999). Modelos Mentales. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos, España; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. *Texto de Apoyo n° 8*.

MOREIRA, M. A.; (2000). Teoría de aprendizaje significativo. En MOREIRA, M. A.; CABALLERO, C. Actas del PIDEDEC. Texto de apoyo del Programa Internacional de Doctorado en enseñanza de las ciencias. Universidad de Burgos, España. Vol. II, pp 31-68.

MOREIRA, M. A. (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 7, n°. 1 (1).

MOREIRA, M. A. (2003a). *Mapas Conceptuales como recurso instruccional y Curricular em ciencias. En Aprendizaje significativo: fundamentación teórica y estrategias facilitadoras*. Porto Alegre: UFRGS.

MOREIRA, M. A. (2003b). *La Teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel. En Aprendizaje significativo: fundamentación teórica y estrategias facilitadoras*. Porto Alegre: UFRGS.

MOREIRA, M.A., (2003c). Lenguaje y aprendizaje significativo. En *Aprendizaje significativo: interacción personal, progresividad y lenguaje*. M.A. Moreira, C. Caballero y M.L. Rodríguez Palmero (Coord.) Servicio publicaciones Universidad de Burgos, pág.67-86.

MOREIRA, M.A.; GRECA, I; RODRÍGUEZ, M.L., (2002). Modelos mentales y Modelos Conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. Porto alegre, v.2,n.3, p. 37-57, 2002.

MOREIRA, M.A.; GRECA. I.M. (2004). *Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

MOREIRA, M.A.; VEIT, E.A. (2010). *Ensino superior: bases teóricas e metodológicas*. São Paulo: E.P.U.

MOREIRA, M.A., (2011). *Teorias de aprendizagem*. 2ª edición ampliada. São Paulo: E.P.U.

NOVAK, J.D. (1977). An Alternative to Piagetian Psychology. *Science Education*, 61(4): 453-477.

NOVAK, J. D. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. España: Ed. Alianza.

NOVAK, J.; GOWIN, B. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Martínez Roca. Barcelona.

NOVAK. J. D. (1998). *Learning, Creating and Using Knowledge*. Lawrence Erlbaum Associates. New Jersey.

NOVAK, J. D. (2002). Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. *Science Education*, 4(86), 548-571.

NOVAK, J. D. (2004). *A Science Education Research Program that led to the development of the Concept Mapping Tool and New Model for Education*. Artículo presentado en Firts International Conference on Concept Mapping, Pamplona, España.

NOVAK, J. D., y CAÑAS, A. J. (2004). *Building on New Constructivist Ideas and CMapTools to Create a New Model for Education*. Artículo presentado en First International Conference on Concept Mapping, Pamplona, España.

OLIVA , J. (1999). Algunas Reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 17(1), pp. 93-107.

OSBORNE, R.J.; WITROCK, M.C. (1983) Learning science: A generative process. *Science Education*, 67, 489-508.

OTERO, R. (1999). Psicología cognitiva, representaciones mentales e investigación en enseñanza de las ciencias. *Investigaciones en enseñanza de las ciencias*, vol. 4, nº 2, 1999.

PEDUZZI, L.O. (1994). Física aristotélica: por que não considera - lá no ensino da mecânica? Trabajo presentado en la Conferencia Internacional "Science and Mathematics Education for the 21 st. Century: Towards innovary approaches". Concepción, Chile, 26de Septiembre a 1 de Octubre.

PEDUZZI, L.O.; ZYLBERSZTAJN, A. (1997). La Física de la fuerza impresa y sus implicaciones para la enseñanza de la mecánica. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (3), 351-359.

PEDUZZI, L.O. (1998). As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história e filosofia da ciência em um curso de mecânica. Tese de Doutorado, Centro de Ciências físicas y matemáticas, Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

PFUNDT, H.; DUIT, R. (1994). *Bibliography: student's alternative frameworks and science education*. 4th ed. Kiel: Institute for Science Education at the University of Kiel.

PIAGET, J.; INHELDER, B. (2007). *Psicología del niño*. Madrid: Ed. Morata.

PIETROCOLA, M. (1999). Construção e realidade: o realismo científico de Mario Bunge e o ensino de ciências a través de modelos. *Investigações en ensino da ciências*. Vol 4, nº 3, 1999.

PINTÓ, R.; ALIBERAS, J.; GÓMEZ, R. (1996) Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas. *Enseñanza de las ciencias*, 14, 221-232.

- POSADA, J.M. (2000) El estudio didáctico de las ideas previas. En F.J. Perales y P. Cañal (Eds.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Editorial Marfil: Alcoy, Alicante.
- POSNER, G.; STRIKE, K.; HEWSON, P. y GERTZOG, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), pp. 211-227.
- POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. (1969). *Teaching as a subversive activity*. New York: Dell Publishing Co.
- POZO, J. I. (1987). *Aprendizaje de la Ciencia y Pensamiento Causal*. Visor, Madrid.
- POZO, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Ed. Morata. Madrid.
- Pozo, J.I.; Sanz, A.; Gómez, M.A.; Limón, M. (1991) Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: Una interpretación desde la Psicología Cognitiva. *Enseñanza de las ciencias*, 9, 83-94.
- POZO, J.I. (1995). *Psicología de la comprensión y el aprendizaje de las ciencias*. Curso de actualización científica y didáctica. Ministerio de educación y ciencia. España.
- RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; KRANE, K. (1996). *Física*. Vol. 1, cuarta edición (Tercera en español), CECSA, México.
- RODRÍGUEZ PALMERO, M. L. (2000). Modelos mentales de célula: Una aproximación a su tipificación con estudiantes de COU. Universidad de La Laguna. Tesis Doctoral.
- RODRÍGUEZ PALMERO, M. L. (2004). La teoría del Aprendizaje Significativo. 1ª Conferencia Internacional sobre Mapas conceptuales. Pamplona. España, 2004.
- RODRÍGUEZ PALMERO, M. L., MARRERO ACOSTA, J. Y MOREIRA, M.A. (2001). La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y sus principios: una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del Curso de Orientación Universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, 6(3): 243-268.
- ROGERS, Y. (1992a). Introduction. En: Rogers, Y., Rutherford, A. y Bibby, P. A. (eds), *Models in the mind*. Academic Press. Londres, p 1-7.
- ROGERS, Y., RUTHERFORD, A. y BIBBY, P. A. (Eds), (1992). *Models in the mind*. Academic Press. Londres.
- RUMELHART, D. E. Y ORTONY, A. (1977). The representation of knowledge in memory. En: Anderson, A. C., Spiro, R. J. Y Montague, W. E. (Eds), *Schooling and the acquisition of knowledge*. LEA. Hillsdale, NJ. Trad. cast. de E. Rubí y S. Tarrat en *Infancia y Aprendizaje*, 19-20, 115-158, 1982.
- SERWAY, R. (1996). *Física*. México, McGraw-Hill Interamericana eds.

SALTIEL, E. (1978). *Concepts cinématiques et raisonnements naturels: étude de la compréhension des changements de référentiels galiléens par les étudiants en sciences*. Tese de doutorado de estado, Université Paris 7.

SALTIEL, E. (1992). De l'intérêt de la didactique de la physique et de l'histoire de la physique dans la formation des enseignants. Conferencia in: Jornada de Estudos anuais da sociedades de historia des ciencias et da técnica, Março, Paris.

SANMARTÍ, N. (2000). Aprender una nueva manera de pensar y de aplicar la evaluación: un reto en la formación inicial del profesor. Simposio sobre la formación inicial de los profesionales de la educación, Girona, España. Actas. P. 321-345.

SCHWAB, J.J. (1963). *Problemas, tópicos y puntos en discusión*. En Elam, S. (Comp.) (1973). *La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum*. Ed. El Ateneo. Buenos Aires. p. 1-38.

SEARS, F.W.; ZEMANSKY, M.W.; YOUNG, H.D.; FREEDMAN, R.A. (1999). *Física Universitaria*. México: Pearson Educación.

SEBASTIA, J.M. (1984). Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes. *Enseñanza de las ciencias*, 2(3), pp. 161-169.

SILVEIRA LANG DA, MOREIRA F., M. A., AXT R. (1992). *Estructura interna de testes de conhecimento em Física: um exemplo em Mecânica*. Enseñanza de las Ciencias V-10, nº 2, 1992, págs. 187-194.

SLAVIN, R.E. (1990). *Cooperative learning. Theory, research and practice*. New Jersey: Prentice Hall: Englewood Cliffs.

SLAVIN, R.E. (1991). Synthesis of research on cooperative learning. *Educational leadership*, 48(5), pp. 71-82.

SUTTON, C. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*, 12, 8-32.

THIJS, G. (1992). Evaluation of an introductory course on force considering students preconceptions. *Science Education*, 76(2), pp. 74-155.

THORNTON, R.K (1995). Conceptual Dynamics. Changing student views of force and motion. Bernardini, C.; Tarsitani, C.; Vicentini, M. (editores). *Thinking Physics for teaching*. Plenum press, New York, pp. 157-184.

TRUMPER, R. y GORSKY, P. (1996). A cross-college age study about physics students conceptions of force in pre-service training for high school teachers. *Physics Education*, 31(4), pp.227-236.

- VÁZQUEZ ALONSO A. (1994). El paradigma de las concepciones alternativas y la formación de los profesores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, V-12, nº 1, 1994, págs. 3-14.
- VERGNAUD, G. (1983). *Multiplicative structures*. In Lesh, R. and Landau, M. (Eds.) *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes*. New York: Academic Press Inc. pp. 127-174.
- VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Récherches en didactique des mathématiques*, 10 (23): 133-170.
- VERGNAUD, G. (1993). A teoria dos campos conceituais. In Nasser, L. (Ed.). *Anais do 1º Seminário Internacional de educação matemática do Rio de Janeiro*, pp. 1-26.
- VERGNAUD, G. (1996). Education: the best part of Piaget's heritage. *Swiss Journal of Psychology*, 55(2/3): 112-118.
- VIENNOT, L. (1989). *La didáctica en la enseñanza superior, ¿para qué?*. Enseñanza de las Ciencias, V-7, nº 1, págs. 3-13.
- VOSNIADOU, S. & BREWER, W. (1996) Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*. Vol. 18, pp. 123-183.
- VOSNIADOU, S. y IOANNIDES, C. (1998). From conceptual change to science education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20, pp. 1213-1230.
- VYGOTSKY, L.S. (1991). “Sobre los sistemas psicológicos”. En L. Vygotsky, *Obras escogidas, Vol. I*, Madrid: Visor.
- VYGOTSKY, L.S. (1987). *Pensamento e linguagem*. 1ª ed. Brás. São Paulo: Martins Fontes.
- VYGOTSKY, L. S. (2001). Pensamiento y Lenguaje. En: *Obras Escogidas II* (pp. 10-348). España: Antonio Machado Libros.
- VYGOTSKY, L.S. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, México: Grijalbo.
- VYGOTSKY, L. S. (1997). El método instrumental en psicología. En: *Obras Escogidas I* (Vol. I, pp. 65-70). España: Aprendizaje Visor.
- WERTSCH, J. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*, Barcelona: Paidós.
- WILLIAMS, K.D.; HARKINS, S. y LATANÉ, B. (1981). Identifiability as a deterrent to social loafing: two cheering experiments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 40, pp. 303-311.

12. ANEXOS

Anexo A1:	Instrumento N° 1. Test de preconceptos.....	297
Anexo A2:	Resultados test de preconceptos.....	302
Anexo B:	Instrumento N° 2. Criterios para determinar el tipo de representaciones mentales de los estudiantes.....	307
Anexo C	Agenda de actividades.....	308
Anexo D	Los mapas conceptuales.....	310
Anexo E	Pauta de evaluación de los mapas conceptuales.....	355
Anexo F	Las entrevistas.....	357
Anexo G	Conocimientos sobre teorías educativas de los profesores de Física.....	485
Anexo H	Las pruebas oficiales.....	486
Anexo J	Los programas de estudio.....	491
Anexo K	Carta a los alumnos investigados con MODIEME, cinco años después.....	495
Anexo L	Las clases expositivas-participativas	En CD

ANEXO A1

“Una evaluación conceptual de la relación entre fuerza y movimiento” (ECFM)

INSTRUMENTO N° 1: TEST DE “PRECONCEPTOS”

I. Una caja de fósforos se encuentra sobre una mesa horizontal. Si Ud. le da un “empujón”, la caja de fósforos entrará en movimiento y después de cierto tiempo se detendrá.

a) ¿Por qué se detiene?

b) ¿Cuáles son las fuerzas que están actuando sobre la caja de fósforos durante el tiempo que se mueve?. Responda con palabras:

c) Dibuje en la figura las fuerzas que están actuando en la caja de fósforos durante su movimiento e indique lo que representa cada una de ellas.



II. Un camión cargado de ripio se mueve en línea recta con velocidad constante. El chofer no se da cuenta que va perdiendo en el camino, una importante cantidad de ripio en forma uniforme.

Diga cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- (a) La fuerza resultante sobre el camión cargado es nula
- (b) La fuerza resultante sobre el camión cargado disminuye
- (c) La fuerza resultante sobre el camión cargado permanece constante
- (d) La fuerza resultante sobre el camión cargado aumenta.

La alternativa correcta es

- III. Un trineo se encuentra sobre hielo. El rozamiento es tan pequeño que puede ser despreciado. Una persona con zapatos especiales aplica una fuerza sobre el trineo y el trineo adquiere movimiento. Para cada una de las preguntas enumeradas de 1 a 7 responda según las afirmaciones de A a G.

PREGUNTAS

1. ¿Qué fuerza podría mantener el trineo a la derecha aumentando su velocidad lo máximo posible (aceleración constante)?
2. ¿Qué fuerza podría mantener al trineo moviéndose a la derecha con velocidad constante?
3. Si el trineo se mueve a la derecha, ¿Qué fuerza haría disminuir su velocidad? (aceleración constante)
4. ¿qué fuerza podría mantener al trineo moviéndose a la izquierda y aumentando su velocidad lo máximo posible (aceleración constante)?
5. El trineo partió del reposo y comenzó a ser empujado a la derecha hasta adquirir una determinada velocidad. ¿Qué fuerza haría que el trineo mantenga constante la velocidad adquirida?
6. El trineo está disminuyendo su velocidad y posee una aceleración constante a la derecha. ¿Qué fuerza sería la responsable de éste movimiento?
7. El trineo se está moviendo a la izquierda. ¿Qué fuerza podría detenerlo (aceleración constante)?

AFIRMACIONES



- | | | |
|--|---|---|
| <p>A. Una fuerza se aplica a la derecha aumentando su magnitud.</p> <p>B. Una fuerza se aplica a la derecha manteniendo constante su magnitud,</p> <p>C. Una fuerza se aplica a la derecha disminuyendo su magnitud.</p> | <p>D. No es necesario aplicar ninguna fuerza.</p> | <p>E. Una fuerza se aplica a la izquierda disminuyendo su magnitud</p> <p>F. Una fuerza se aplica a la izquierda manteniendo constante su magnitud</p> <p>G. Una fuerza es aplicada a la izquierda aumentando su magnitud</p> |
|--|---|---|

1	2	3	4	5	6	7
A	A	A	A	A	A	A
B	B	B	B	B	B	B
C	C	C	C	C	C	C
D	D	D	D	D	D	D
E	E	E	E	E	E	E
F	F	F	F	F	F	F
G	G	G	G	G	G	G
J	J	J	J	J	J	J

- IV.** Una moneda es lanzada al aire hacia arriba. El rozamiento es tan pequeño que puede ser ignorado. La moneda sube, alcanza el punto más alto y luego baja. **Diga qué fuerza resultante actúa sobre la moneda en cada una de las situaciones numeradas de 1 a 3.** Responda según las afirmaciones de A a G.

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. La moneda está subiendo después de haber sido lanzada. 2. La moneda está en su punto más alto. 3. La moneda está descendiendo |
|--|

AFIRMACIONES

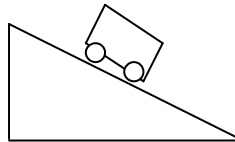
- A. La fuerza está dirigida hacia abajo y es constante
- B. La fuerza está dirigida hacia abajo y está aumentando.
- C. La fuerza está dirigida hacia abajo y está disminuyendo.
- D. La fuerza es cero.
- E. La fuerza está dirigida hacia arriba y es constante.
- F. La fuerza está dirigida hacia arriba y está aumentando.
- G. La fuerza está dirigida hacia arriba y está disminuyendo
- J. Ninguna de las anteriores

1	2	3
A	A	A
B	B	B
C	C	C
D	D	D
E	E	E
F	F	F
G	G	G
J	J	J

- V. Un carrito de juguete recibe un rápido “empujón” para que suba por un plano inclinado. Después de haber sido empujado, el carrito sube por el plano inclinado, se detiene en el punto mas alto y luego desciende por el plano inclinado. El rozamiento entre el carrito y el plano es tan pequeño que puede ser ignorado. **Diga qué fuerza resultante actúa sobre el carrito en cada una de las situaciones enumeradas de 1 a 3.** Responda según las afirmaciones de A a G.

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. El carrito está subiendo después de haber sido lanzado. 2. El carrito está en su punto mas alto. 3. El carrito está descendiendo |
|---|

AFIRMACIONES



- A. La fuerza está dirigida hacia abajo del plano y es constante
- B. La fuerza está dirigida hacia abajo del plano y está aumentando.
- C. La fuerza está dirigida hacia abajo del plano y está disminuyendo.
- D. La fuerza es cero.
- E. La fuerza está dirigida hacia arriba del plano y es constante.
- F. La fuerza está dirigida hacia arriba del plano y está aumentando.
- G. La fuerza está dirigida hacia arriba del plano y está disminuyendo
- J. Ninguna de las anteriores

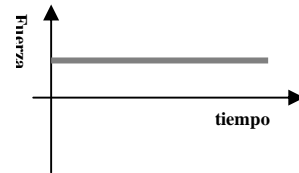
1	2	3
A	A	A
B	B	B
C	C	C
D	D	D
E	E	E
F	F	F
G	G	G
J	J	J

VI. Un carrito de juguete puede moverse para la derecha o para la izquierda sobre una superficie horizontal. La figura muestra la referencia con la dirección positiva a la derecha. Considere que el roce es pequeño y puede ser ignorado. **Diga qué fuerza resultante actúa sobre el carrito en cada una de las preguntas numeradas de 1 a 8.** Responda según los gráficos de A a H. En el caso que Ud. no encuentre la respuesta correcta entre los gráficos de A a H, entonces conteste con la letra J.

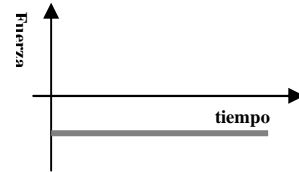


1. El carro se mueve a la derecha (alejándose del origen) con velocidad constante.
Respuesta _____
2. El carro está detenido.
Respuesta _____
3. El carro se mueve a la derecha aumentando su velocidad hasta obtener la máxima posible (aceleración constante).
Respuesta _____
4. El carro se mueve a la izquierda (en dirección al origen) con velocidad constante.
Respuesta _____
5. El carro se mueve a la derecha disminuyendo su velocidad hasta detenerse (aceleración constante).
Respuesta _____
6. El carro se mueve a la izquierda aumentando su velocidad hasta obtener la máxima posible (aceleración constante).
Respuesta _____
7. Un carro se mueve a la derecha, su velocidad aumenta y posteriormente comienza a disminuir.
Respuesta _____
8. El carro se empuja para la derecha y después se suelta. ¿Qué gráfico describe la fuerza resultante sobre el carro después que ha sido soltado?
Respuesta _____

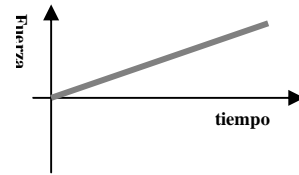
A



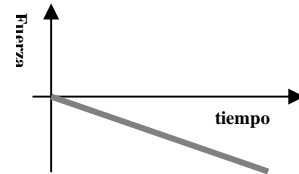
B



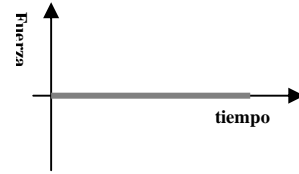
C



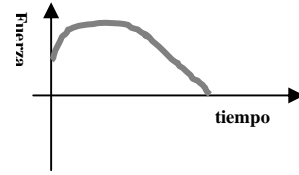
D



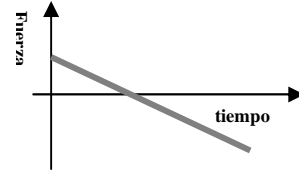
E



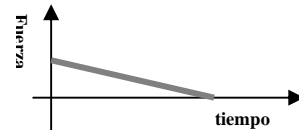
F



G



H



J

Ninguno de los gráficos

ANEXO A2: Resultados del test de preconceptos

Se presentan los resultados del test de pre-conceptos aplicados a los estudiantes investigados, de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental (ICA) durante el 2º semestre del año 2003.

El ítem I: el problema de la caja de fósforos

Este ítem intenta detectar la presencia de la concepción de fuerza impresa de Hiparco. La fuerza impresa es la acción que se ejerce sobre cualquier cuerpo cambiando su estado, ya sea de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme. Esta fuerza puede ser de varios orígenes, por un golpe, por una presión o un lanzamiento. El astrónomo Hiparco explicaba el post-lanzamiento de un objeto indicando que éste se realiza por causa de una fuerza transmitida al objeto. Esta fuerza que es absorbida por el objeto y disminuye gradualmente a medida que el objeto se mueve.

El 70% de los alumnos que respondieron el test consideraron que había sobre el cuerpo una fuerza F (como en figura A2.1) “actuando sobre el cuerpo” en la medida el cuerpo se mueve.

Al comentar estos resultados con los estudiantes, estos argumentan explicaciones tales como que “ F representa la fuerza que empuja para que la caja de fósforos se mueva hacia delante”, o que “ F es la fuerza que actúa sobre la caja para que se mueva y... siga moviéndose”. Entonces ante la pregunta, ¿Por qué se detiene? El 100% coincide que es por la presencia de rozamiento. Luego al preguntar que sucede con F (la fuerza que empuja) al detenerse el cuerpo, las explicaciones son diversas: “ F desaparece” o que “el cuerpo se detiene porque F disminuye” o porque “el cuerpo se detiene ya que F se anula con el roce”. Algunos alumnos no recuerdan porque respondieron de esa manera, pero “creo que en el momento de contestar (el test) pensaba que era lógico que fuese así”.

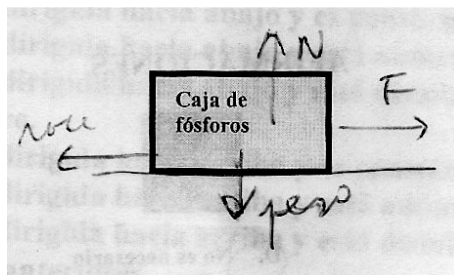


Figura A2.1: Se presenta el diagrama de fuerzas de la caja en movimiento en donde F representaría la fuerza impresa, según la respuesta de algunos estudiantes.

Este test fue anónimo, por tanto los alumnos que reconocían no haber dibujado una fuerza como F de la figura, sostenían que la fuerza F era una fuerza instantánea y que después “deja de actuar al abandonar la mano”.

Item II

El objetivo del ítem II, intenta averiguar en qué medida los alumnos manejan situaciones en que la masa de un objeto en movimiento, es variable con el tiempo.

Las respuestas a este ítem son variadas como se puede apreciar en el gráfico de la figura A2.2: el 10% responde a.; el 45% responde b.; el 20% responde c (la respuesta correcta); el 20% responde d y el 5% no responde (señalado con la letra n).

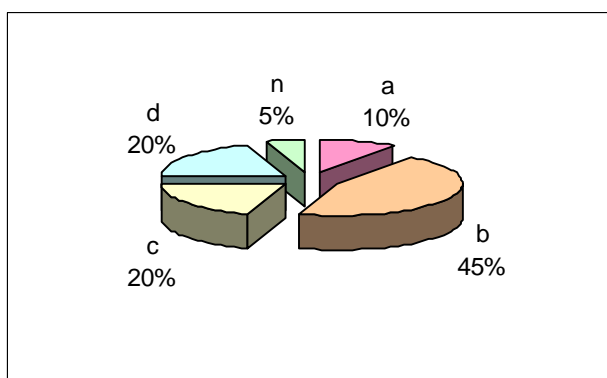


Figura A2.2: los segmentos de la torta representan los porcentajes de alumnos que responden las alternativas a, b, c, d en el ítem II. El segmento n (5%) corresponde al porcentaje de alumnos que no responde este ítem.

Al momento de la discusión de estos resultados con los estudiantes, las justificaciones de ellos

fueron: “en verdad contesté sin estar seguro”, “esta pregunta me confundió”, “yo pensé que al estar mas liviano, habría que empujar menos”, “si la velocidad era constante, entonces la fuerza también debe ser constante” o “que si perdía ripio el chofer para mantener constante la velocidad debía bajar la fuerza”.

Los ítems II, IV, V y VI conducen a averiguar en qué medida estos estudiantes conceptualizan correctamente la relación fuerza-movimiento. En todas las preguntas se insiste en consultar por la fuerza resultante sobre un cuerpo, conocido el tipo de movimiento de él, información que se da en función de la velocidad del cuerpo.

Item III

Como se puede apreciar en el test, el ítem III está compuesto por siete preguntas en las cuales las respuestas están dadas en afirmaciones. El estudiante debe leer la pregunta y discernir cuál de las afirmaciones es la correcta.

Las respuestas de los estudiantes están resumidas en la tabla A2.1, en que las columnas representan cada una de las preguntas numeradas de 1 a 7 y las filas las respuestas de los alumnos, representadas por las letras A, B, C, D, E, F, G, J y la última fila para los porcentajes de alumnos que no contestan. En esta tabla se han destacado en un cuadro los porcentajes de alumnos que responden en forma correcta cada pregunta.

Las respuestas correspondientes a las preguntas 1, 2, 4 y 5, reflejan con bastante claridad una relación de proporcionalidad entre la velocidad del cuerpo y la fuerza resultante sobre él (ver análisis más detallado en tabla A2.2). Las respuestas correspondientes a las preguntas 3, 6 y 7 están difusas o con respuestas diversas. Llama la atención que ante la misma pregunta (preguntas 3 y 6) las respuestas son diferentes. Con relación a la pregunta 3, que es la única que en su mayoría es contestada correctamente (40%), algunos estudiantes reconocen haber pensado en la fuerza de rozamiento al afirmar que “es como si se detuviera por el rozamiento” y al tratar de justificar las respuestas de las preguntas 6 y 7 algunas de las argumentaciones fueron, que “no entendí bien la pregunta” o “contesté sin pensar mucho” o “me imaginé que el hombre debía parar al trineo con su cuerpo... lo que le provocaría un gran dolor...un creciente dolor”, asociando, en este caso una característica sensorial a su respuesta.

Tabla A2.1: porcentajes de respuestas de los alumnos al ítem III.

	1	2	3	4	5	6	7
A	65%	-	5%	-	-	5%	25%
B	15%	80%	-	-	50%	5%	25%
C	5%	5%	15%	-	-	10%	15%
D	5%	10%	-	5%	15%	5%	5%
E	-	-	20%	5%	-	20%	-
F	-	-	40%	10%	15%	15%	-
G	-	-	15%	70%	-	35%	5%
J	-	-	-	5%	5%	-	15%
No contesta	5%	5%	5%	5%	15%	5%	10%

Un análisis detallado de las respuestas puede observarse en el cuadro siguiente o tabla A2.2.

Tabla A2.2: presencia de preconcepciones pre-galileanas en los estudiantes investigados, según sus respuestas en el ítem III.

	Mayor porcentaje contestado	Tipo de movimiento descrito	Dirección del movimiento	Fuerza resultante correspondiente	Dirección de la fuerza
Pregunta 1	65%	<i>Trineo aumenta uniformemente su velocidad</i>	<i>Hacia la derecha</i>	<i>Aumenta su magnitud</i>	<i>Hacia la derecha</i>
Pregunta 2	80%	<i>Trineo con velocidad constante</i>	<i>Hacia la derecha</i>	<i>Con magnitud constante</i>	<i>Hacia la derecha</i>
Pregunta 3	40%	<i>Trineo disminuye uniformemente su velocidad</i>	<i>Hacia la derecha</i>	<i>De magnitud constante</i>	<i>Hacia la izquierda</i>
Pregunta 4	70%	<i>Trineo aumenta uniformemente su velocidad</i>	<i>Hacia la izquierda</i>	<i>Aumenta su magnitud</i>	<i>Hacia la izquierda</i>
Pregunta 5	50%	<i>Trineo con velocidad constante</i>	<i>Hacia la derecha</i>	<i>Con magnitud constante</i>	<i>Hacia la derecha</i>
Pregunta 6	35%	<i>Trineo disminuye uniformemente su velocidad</i>	<i>Hacia la derecha</i>	<i>Aumenta magnitud</i>	<i>Hacia la izquierda</i>
Pregunta 7	25%	<i>Trineo disminuye uniformemente su velocidad</i>	<i>Hacia la izquierda</i>	<i>Aumenta magnitud</i>	<i>Hacia la derecha</i>

Ítem IV: el problema de la moneda lanzada al aire

Las respuestas de los estudiantes se encuentran en la tabla A2.3. En la primera fila de esta tabla se encuentran las tres preguntas correspondientes al ítem IV y en la primera columna las afirmaciones dadas en el test como respuestas. Al centro están las respuestas, expresadas en porcentajes, dadas por los estudiantes. Se han destacado y encuadrado las respuestas correctas.

Cabe destacar en la pregunta 2, que el 95% de los estudiantes asegura que cuando la moneda se encuentra en su máxima altura, momento en que su velocidad instantánea es nula, la fuerza resultante también es nula.

Tabla A2.3: resultados dados por los estudiantes para el ítem IV de la moneda lanzada al aire.

	1	2	3
A	15%	-	35%
B	-	-	55%
C	-	-	5%
D	-	95%	-
E	10%	5%	-
F	-	-	-
G	70%	-	-
H	-	-	-
NO contesta	5%	-	5%

Por tanto se corrobora la relación fuerza proporcional a la velocidad de la moneda. Durante la entrevista al grupo de estudiante, al presentarles la información correspondiente, los alumnos que reconocen contestar A en la pregunta 3, sostienen que esta fuerza “es la fuerza de gravedad”. Pero no reconocen la fuerza de gravedad en los casos en que la moneda sube libremente después de ser lanzada y tampoco en el instante en que se detiene antes de descender.

Ítems V y VI

Las respuestas correspondientes a los ítems V y VI corroboran las observaciones anteriores. En el caso del ítem V, el 80% de los estudiantes sostiene que cuando se da un empujón a un carrito para que suba por un plano inclinado (liso), la fuerza resultante disminuye y apunta hacia arriba del plano; el 95% sostiene que cuando el carrito llega a su máxima altura la fuerza total es nula y el 75% que al deslizar sobre el plano, la fuerza resultante apunta hacia abajo del plano y aumenta.

Por lo tanto, las cifras indican que se confirman en los estudiantes investigados las preconcepciones que muchas publicaciones sostienen: que fuerza y velocidad son proporcionales, que los objetos se mueven gracias a un motor interno y la creencia de la fuerza impresa.

ANEXO B: Instrumento N° 1:**CRITERIOS PARA DETERMINAR EL TIPO DE REPRESENTACIONES MENTALES DE LOS ESTUDIANTES.**

Pseudónimo del alumno.....

N°	Características observadas en los alumnos que construyen modelos mentales: “modelamiento mecánico efectivo”				Características observadas en los alumnos proposicionalistas			
		entrevistas	Obs.campo	totales		entrevistas	Obs.campo	totales
1	Exige a su profesor ejemplos reales ante sus abstracciones. Necesita de ejemplos, que los da él o los pide al profesor.				Solicita a su profesor la fórmula adecuada para resolver un ejercicio. Necesita buscar ejemplos similares resueltos para repetir el método de solución de un ejercicio en particular.			
2	Relaciona los nuevos conceptos con los aprendidos anteriormente				Tiene dificultad para relacionar conceptos. Resuelve los problemas en forma mecánica.			
3	No se satisfacen con una comprobación numérica de una ley Física. (ante el resultado de un problema no les basta con llegar al resultado del libro de texto, sino que exigen su resultado cierto grado de factibilidad, de esta manera son capaces de rechazar un resultado))				Se satisfacen con una comprobación numérica de una ley Física. (ante el resultado de un problema les basta con llegar al resultado del libro de texto, sin pensar en su factibilidad. Estos resultados son irrefutables)			
4	Se apoyan en fundamentalmente en figuras o esquemas previos para resolver un problema				Se apoyan fundamentalmente en formularios para resolver problemas, no pueden prescindir de ellos.			
5	No necesitan resolver gran cantidad de problemas para sentir que han aprendido una ley física o teorema.				Necesitan resolver una gran cantidad de problemas con el fin de encontrar un método o algoritmo de resolución..			
6	Ante una pregunta conceptual, o la resolución de un problema en una prueba o en el taller, se toma cierto tiempo antes de contestar				Ante una pregunta conceptual, intenta repetir definiciones dadas en clase de manera textual			
7	Durante una prueba imaginan cada situación de manera dinámica. Esta característica se manifiesta externamente durante las pruebas ya que el alumno al estar concentrado en su actividad mental, gesticula permanentemente, habla a sí mismo en voz baja, mueve las manos, aprueba o desaprueba sus propios pensamientos emitiendo sonidos, etc.				Durante una prueba de resolución de problemas escriben fórmulas tratando de encontrar aquella que se ajusta a los datos entregados.			
8	Sus conocimientos son estables. Lo que aprende está disponible en su memoria ante un requerimiento determinado de su profesor.				Sus conocimientos son inestables. Esta característica se manifiesta como inseguridad ante sus propias aseveraciones.			
9	Consulta a su profesor permanentemente, discutiendo con él hasta que logra satisfacerse con sus explicaciones.				Requiere de la confirmación permanente de su profesor o de sus compañeros para tomar una decisión en la resolución de un problema.			
10	Está permanentemente poniéndose en situaciones contradictoria del tipo “... y que pasaría si.?”				Para él los comentarios de su profesor son irrefutables.			
11	Se apropia del lenguaje científico que comparte con facilidad con su profesor				Tiene dificultad para apropiarse del lenguaje científico.			
12	Disfruta del conocimiento adquirido. Se observa en ellos satisfacción al comprender algo nuevo				Resolver problemas le resulta una tarea pesada, difícil y desagradable.			
13	Necesita explicar a sus compañeros. Busca enseñar a otros.				Necesita que sus compañeros les expliquen. Busca a otros compañeros para que le enseñen.			
TOTALES								
Se infiere que este alumno trabaja con representaciones de tipo:								

Observaciones: Este instrumento se completa por el profesor (en concordancia con su ayudante) tanto con la entrevista al final de la intervención, como con las sesiones de taller (observaciones de campo). Se debe marcar con una cruz, en el lugar que corresponda, triangulando las características observadas en cada alumno.

ANEXO C: Agenda de Actividades
Asignatura: Física General: Mecánica I.
Segundo semestre del 2003

<i>Semanas</i>	<i>Sesión N°</i>	<i>Actividades</i>	<i>Referencias</i>	<i>Referencias</i>
			Serway, "Física" T 1 ¹⁷	Halliday "Física" T1
1ª semana	1	Introducción: descripción del programa, sistema y fechas de evaluación, referencias bibliográficas, entrega de agenda de actividades. Aplicación de "test de preconceptos": Instrumento N° 1.	cap 1 Se sugiere leer el cap 1 del libro: "Estática" de Beer y Johnson	Cap1
	2	Cantidades Físicas fundamentales y derivadas. Dimensión de una cantidad física. Sistemas de unidades. Mediciones.	cap 1 Se sugiere leer el cap 1 del libro: "Estática" de Beer y Johnson	Cap1
	3	Taller 1: Se instruye acerca de los mapas conceptuales y se solicita a los alumnos el 1º mapa conceptual o MAPA 1.		
2ª semana	4	Cantidades físicas escalares y vectoriales: vectores	Se sugiere ver cap 3 Beer	Cap 3
	5	Vectores	Cap 3	Cap 3
	6	Taller 2: Resolución de problemas (RP), acerca de vectores.		
		Se entregan trabajos de disertación por grupos, papers relacionados con las diferentes descripciones de la concepción fuerza-movimiento pregalileanas.		
3ª semana	7	Definición de conceptos cinemáticos: cinemática en línea recta.	Cap 2	Cap 2
	8	Ejemplos de diferentes móv. rectilíneos, caída libre.	Cap 2	Cap 2
	9	Taller 3: RP acerca de móv. rectilíneos		
4ª semana	10	Cinemática bi-dimensional. Ejemplo móv. parabólico	Cap 4	Cap 4
	11	Aceleración tangencial y normal en el móv. Curvilíneo. Ejemplo mov. Circular.	Cap 4	Cap 4
	12	Taller 4: RP acerca de móv. curvilíneos.		
5ª semana	13	Movimiento relativo. Importancia de la inclusión de los sistemas de referencias inerciales.	Cap 4	Cap 4
	14	Ejemplos		
	15	Taller 5: RP sobre móv. relativo		
		Se completa instrumento 2 sobre modelos mentales a través de observaciones de campo en los 5 talleres anteriores		
6ª semana	16	Sesión de consultas		
	17	1 Prueba		
	18	Corrección y discusión de la prueba		
7ª semana	19	Disertaciones: los als. Exponen ante su curso los temas asignados.		
	20	Disertaciones		
	21	Disertaciones		
8ª semana	22	El momentum lineal de una partícula y las leyes del movimiento de Newton : descripción general del cuerpo teórico de la mecánica Clásica newtoniana.	Cap 5 Se sugiere revisar el cap 7 del libro "Física de Alonso-Finn	Cap 5
	23	El momentum lineal de una partícula y las leyes del movimiento de Newton: descripción general del cuerpo teórico de la mecánica Clásica newtoniana.	Cap 5	Cap 5
	24	Interacciones o fuerzas. Ejemplos de fuerzas: fza. Gravitacional, fuerza de contacto entre dos cuerpos: tensión y compresión; ejemplos de aplicación, poleas.	Cap 5 Se sugiere revisar el cap 7 del libro "Física de Alonso-Finn	Cap 5
9ª semana	25	Taller 6: RP acerca leyes de Newton para cuerpos con móv. Rectilíneo.		
	26	Fuerzas de fricción: en seco y fluida.	Cap 5 Se sugiere revisar el cap 7 del libro "Física de Alonso-Finn	Cap 6
	27	Taller 7: RP acerca leyes de Newton para cuerpos con Móv.		

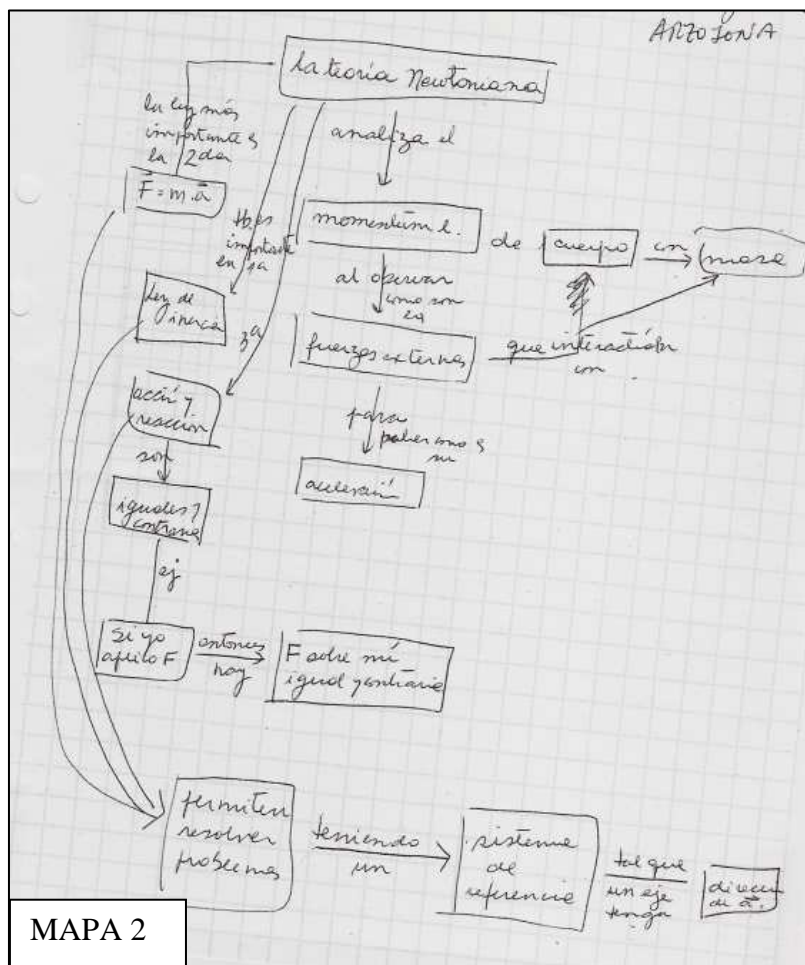
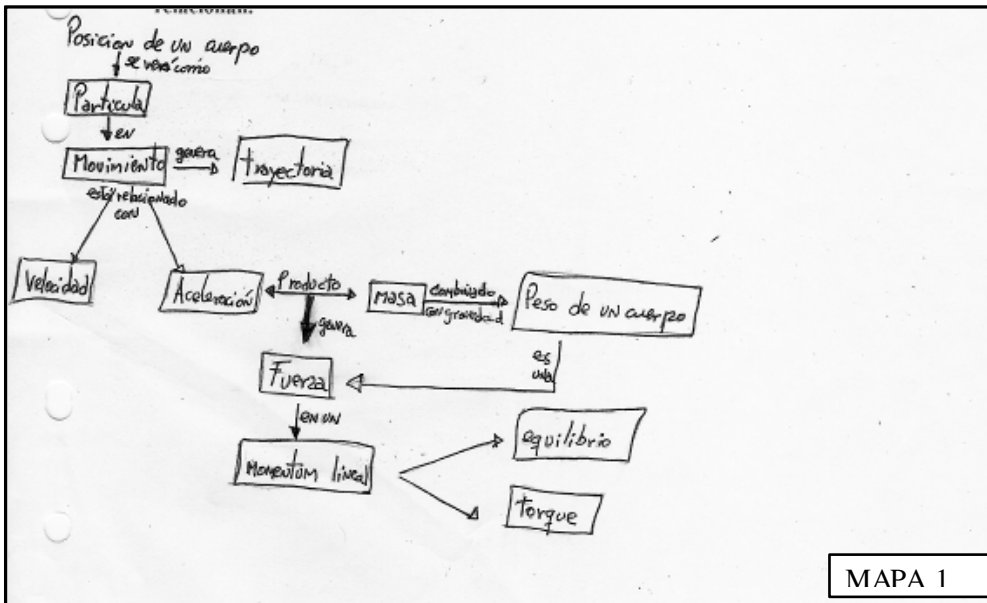
¹⁷ Además durante las clases son sugeridos otras referencias.

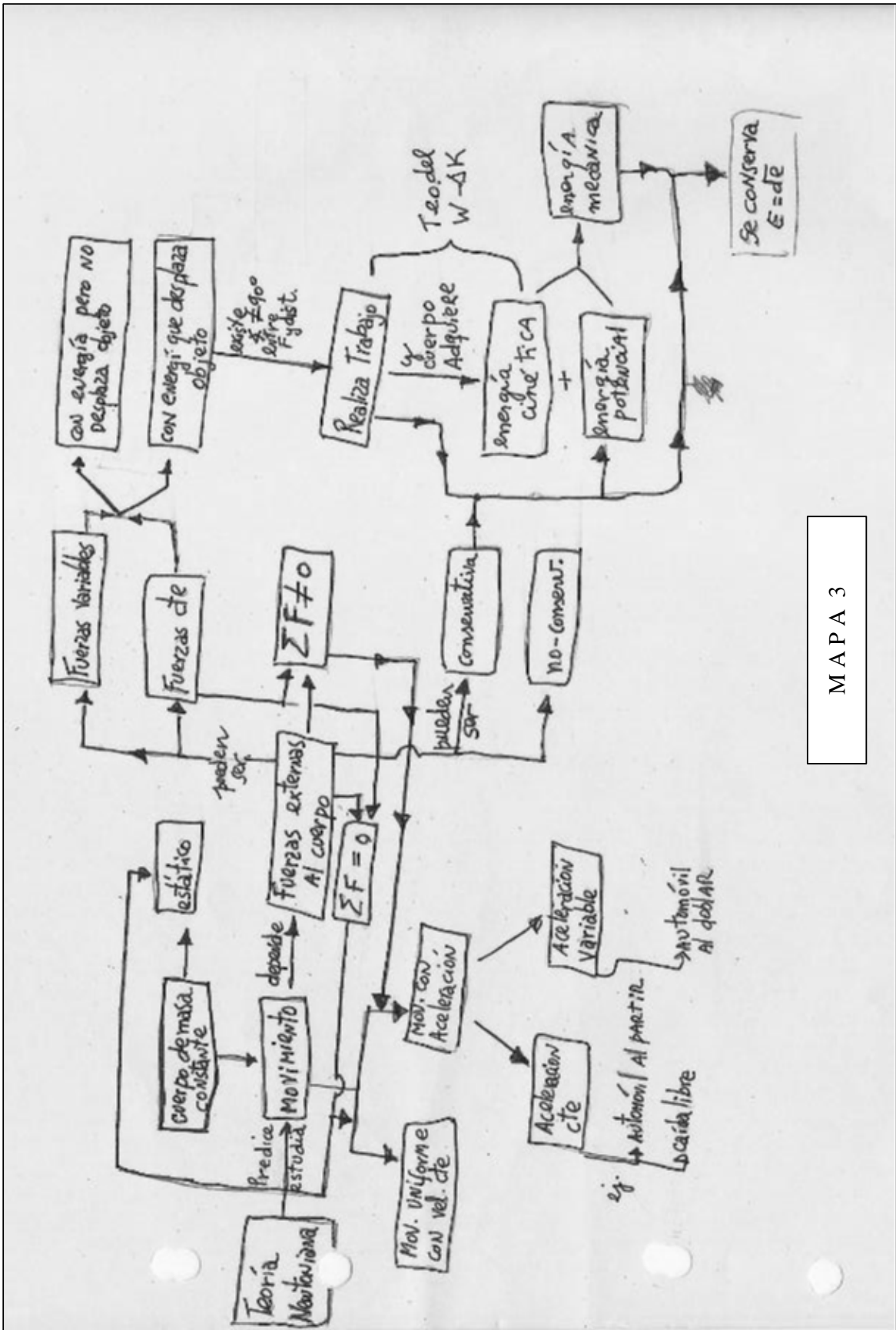
ANEXO C: agenda de actividades

		Rectilíneo.		
10ª semana	28	Dinámica de una partícula con móv. curvilíneo.	Cap 6	Cap 7
	29	Ejercicios de aplicación		
	30	Taller 8: RP acerca de leyes de Newton para móv. curvilíneos.		
11ª semana	31	Dinámica de una partícula con Móv. Circular. Ejemplos.	Cap 6	Cap 7
	32	Ejercicios de aplicación	Cap 6	Cap 7
	33	Taller 9: RP acerca de leyes de Newton		
12ª semana	34	Sesión de consultas		
	35	2° PRUEBA INTEGRAL (Mapa2)		
	36	Corrección y discusión de la prueba		
13ª semana	37	Conceptos de trabajo-energía y potencia. Definiciones cualitativas.	Cap 7	Cap 8
	38	Trabajo	Cap 7	Cap 8
	39	Taller 10: RP sobre trabajo		
14ª semana	40	El teorema del trabajo y la energía cinética. Potencia.	Cap 7	Cap 8
	41	Ejercicios de aplicación		
	42	Taller 11: RP acerca del teorema del trabajo y la energía cinética.		
15ª semana	43	Fuerzas conservativas y energía potencial	Cap 8	Cap 9
	44	Fuerzas conservativas y energía potencial.	Cap 8	Cap 9
	45	Taller 12: RP acerca del teorema del trabajo y la energía cinética.		
16ª semana	46	Conservación de la energía mecánica	Cap 8	Cap 9
	47	Ejercicios de aplicación	Cap 8	Cap 9
	48	Taller 13: RP sobre temas de energía		
17ª semana	49	Sesión de consultas		
	50	3° PRUEBA INTEGRAL		
	51	Corrección y discusión de la prueba. (Mapa3)		
		entrevistas basadas en las pruebas de cada alumno		
18ª semana	52	Prueba acumulativa: esta prueba la rinden los alumnos que justificadamente hayan faltado a una prueba tomada con anterioridad		
	53	Prueba Especial: Esta prueba la rinden aquellos alumnos cuyo promedio se encuentre entre el 3,5 y el 3,9.		
	54	Entrega de resultados finales y aplicación del Encuesta anónima		

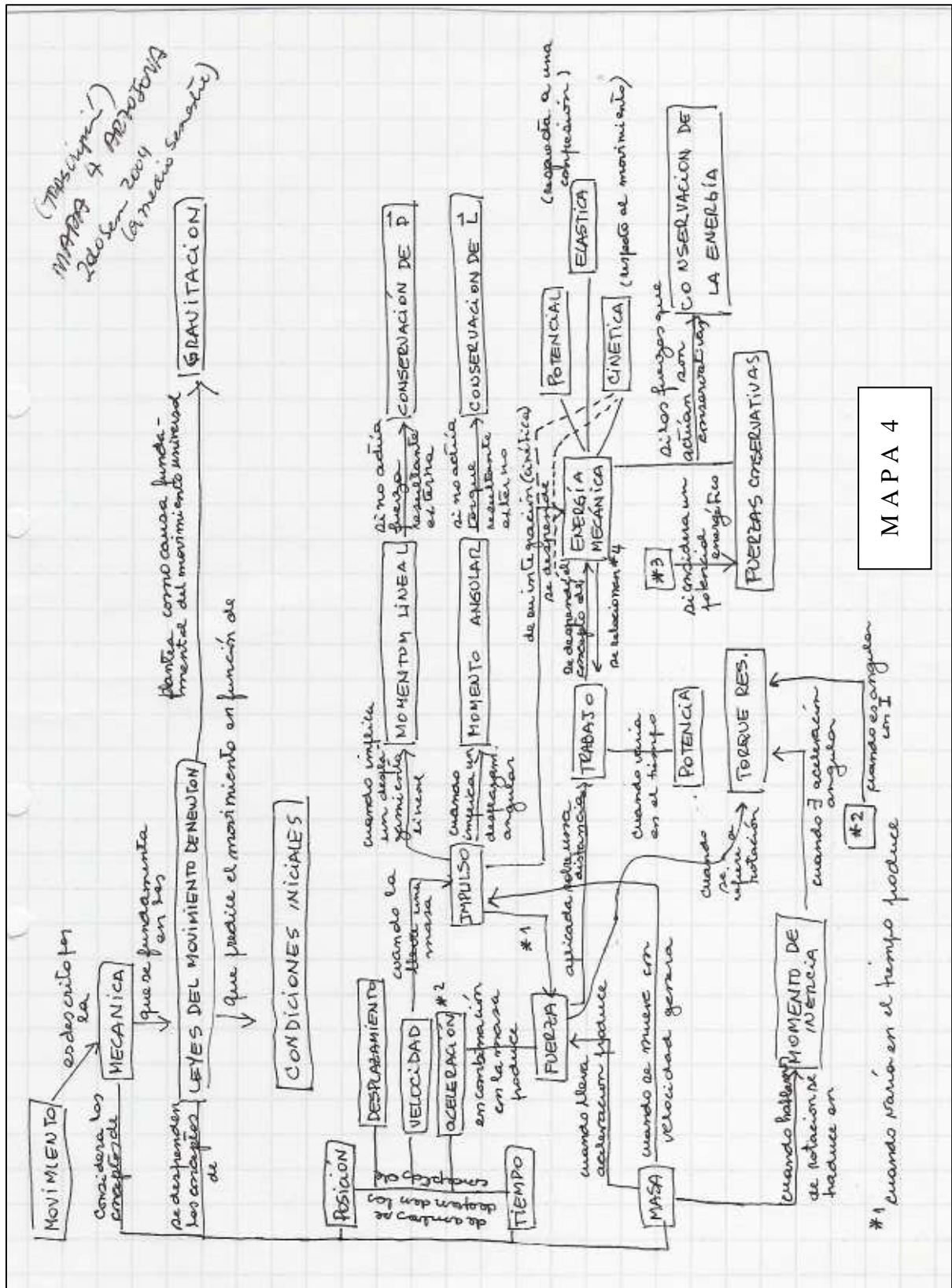
ANEXO D: Todos los mapas conceptuales de los alumnos investigados.

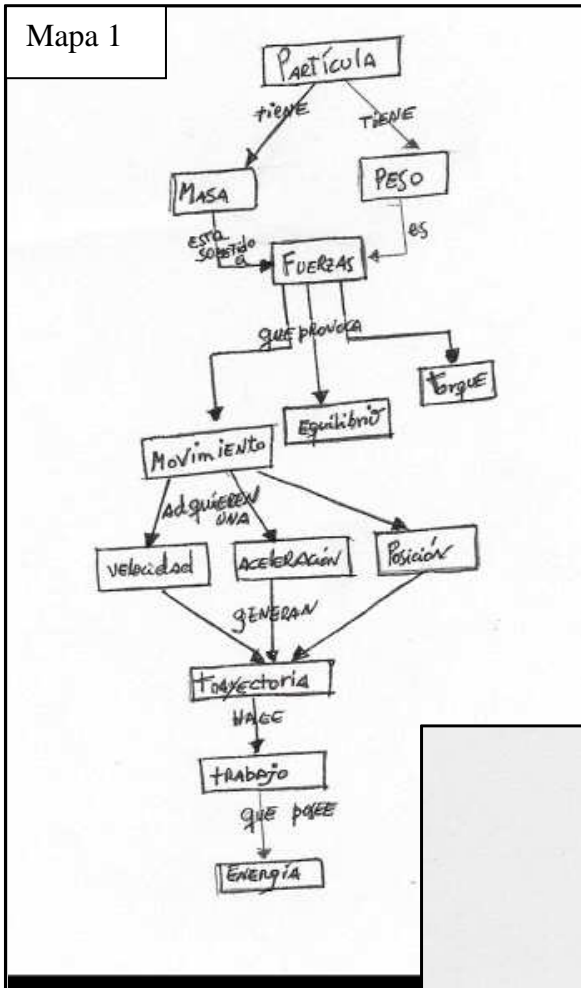
Mapas conceptuales de ARZOJONA.



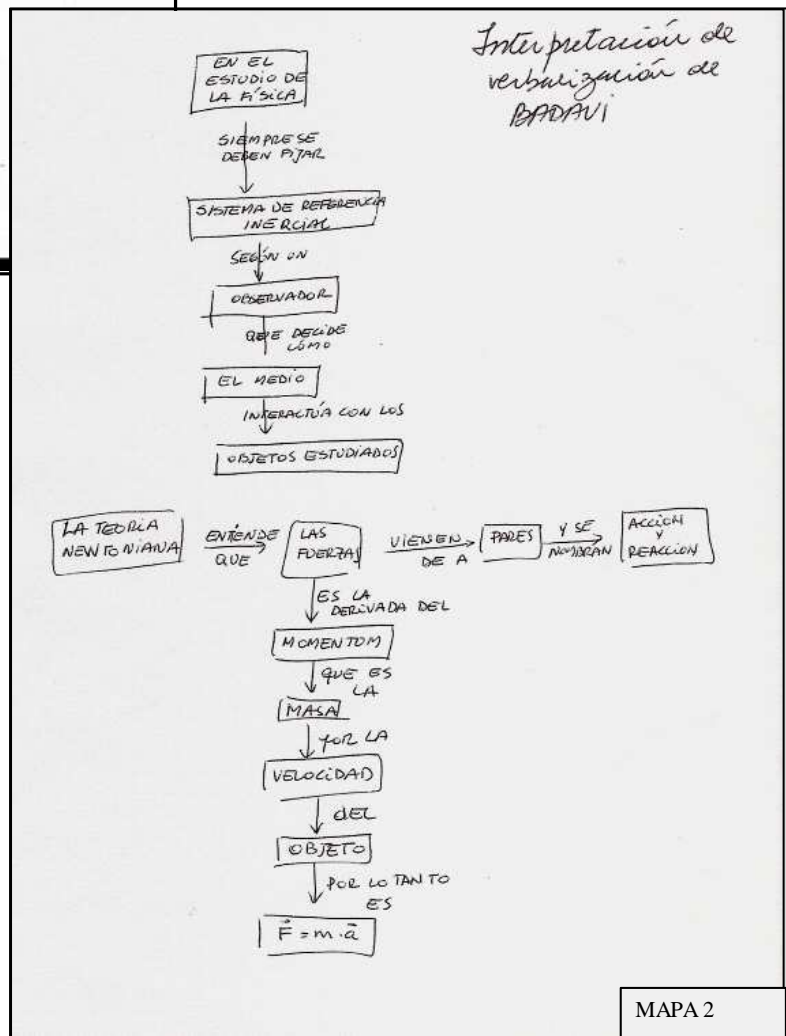


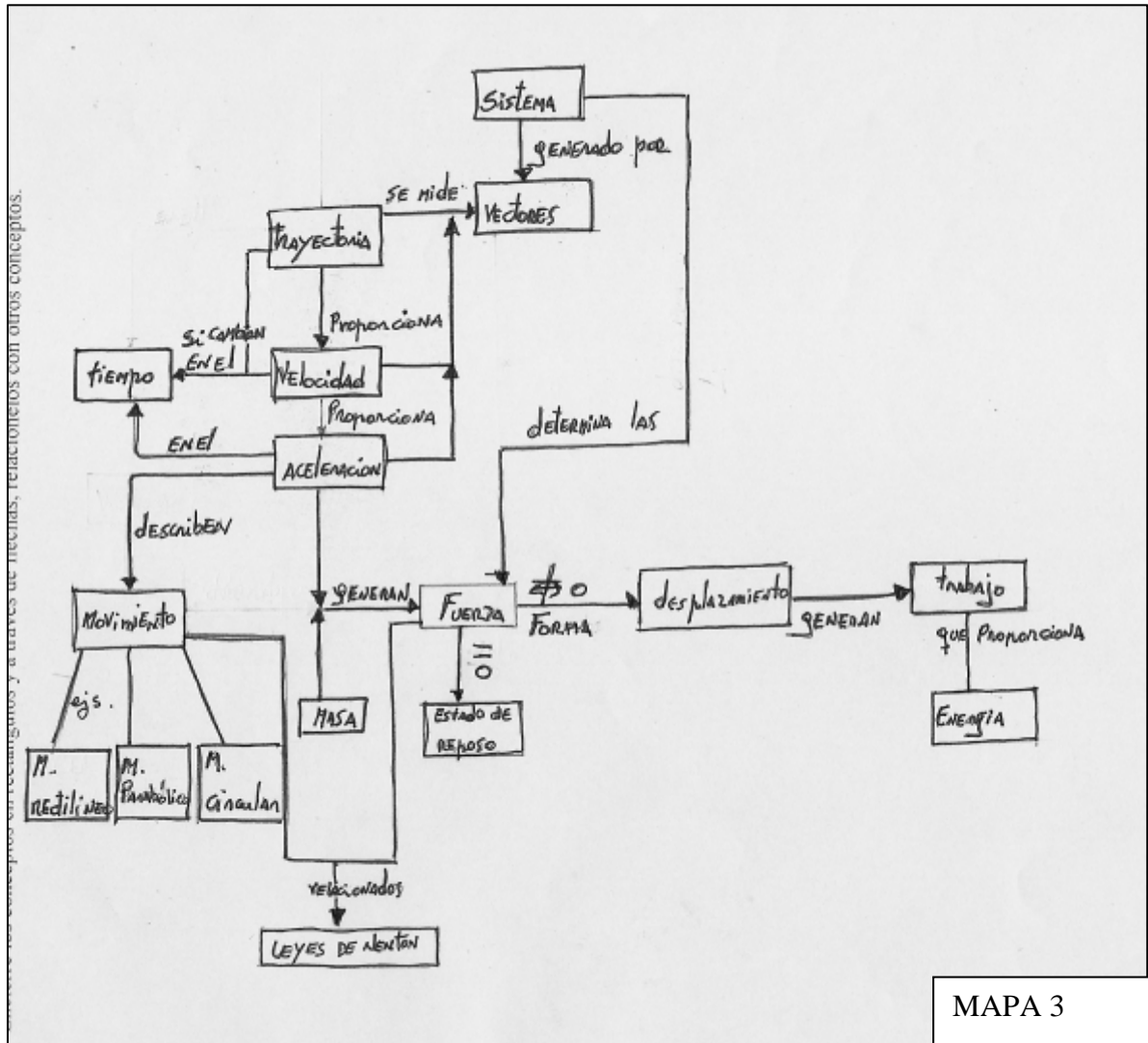
MAPA 3

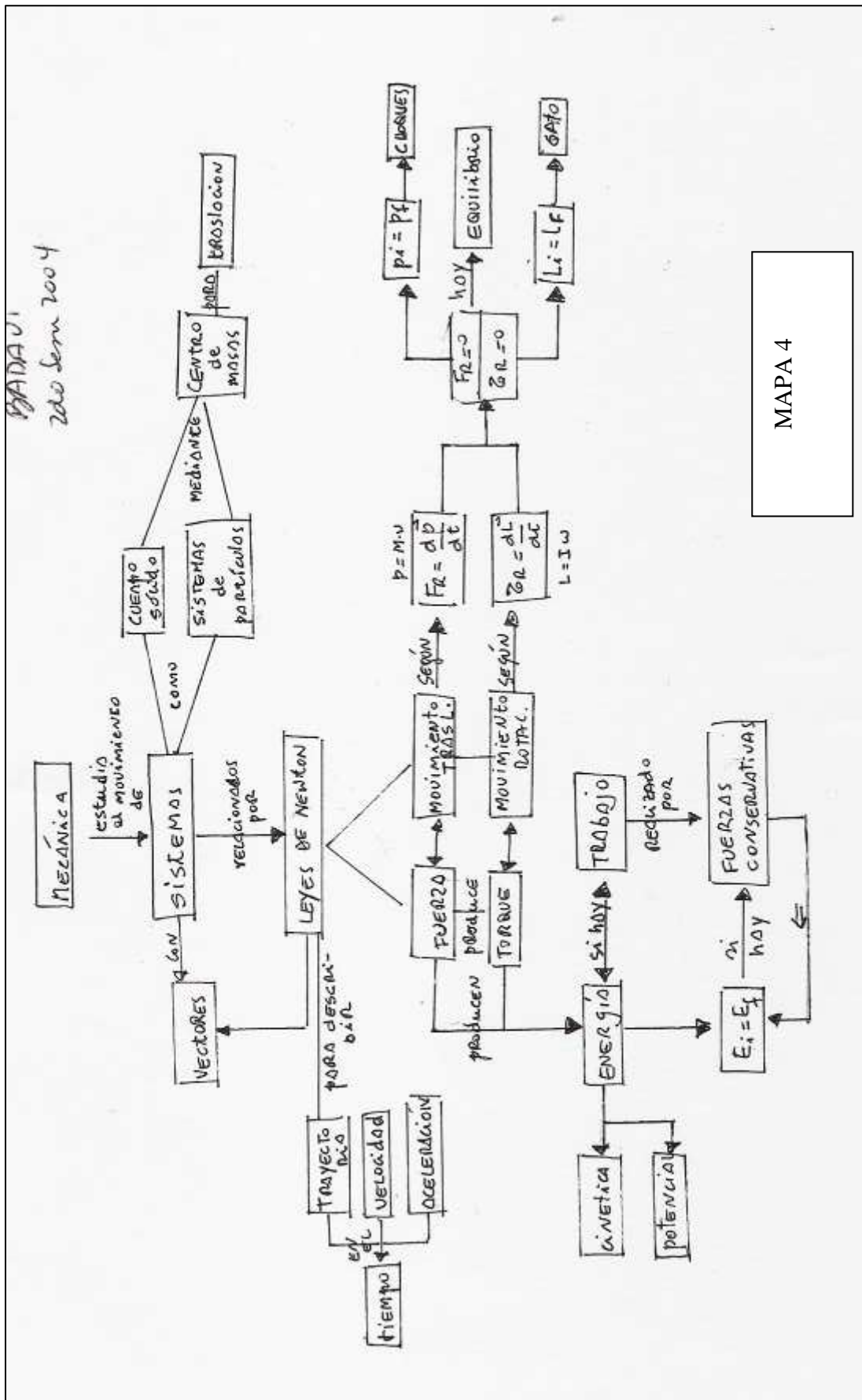




Mapas conceptuales de BADA VI

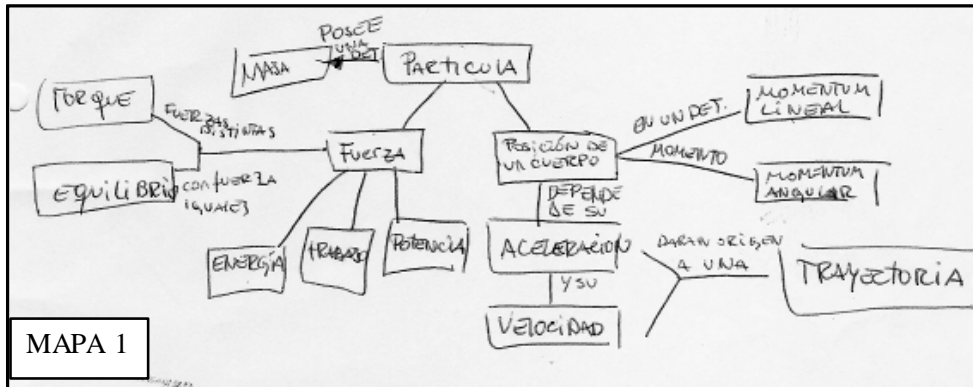




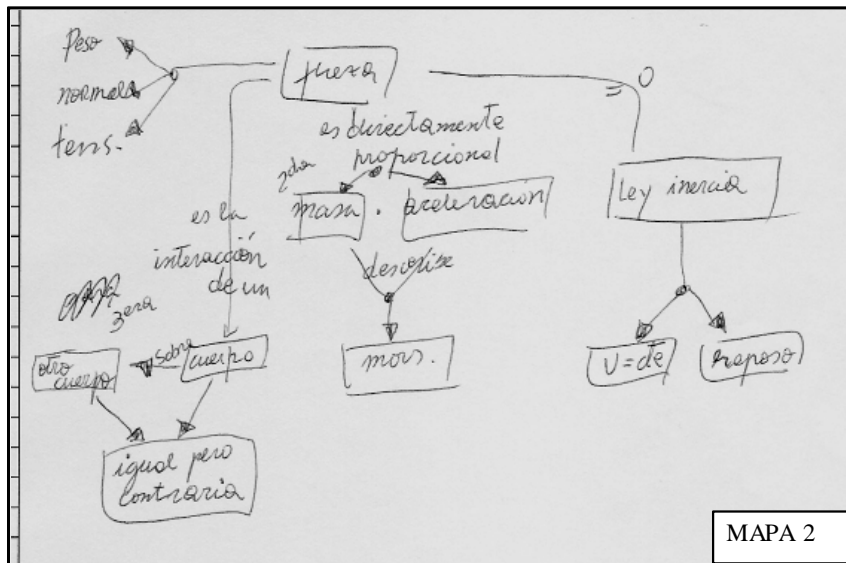


MAPA 4

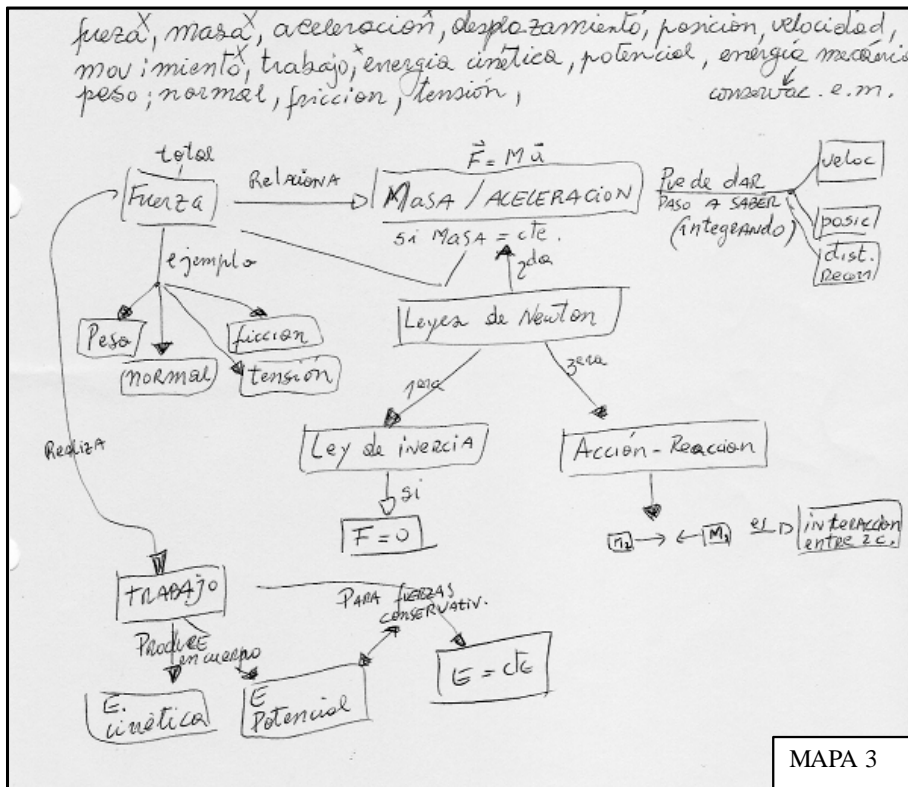
Mapas de CARMOCLAU.



MAPA 1



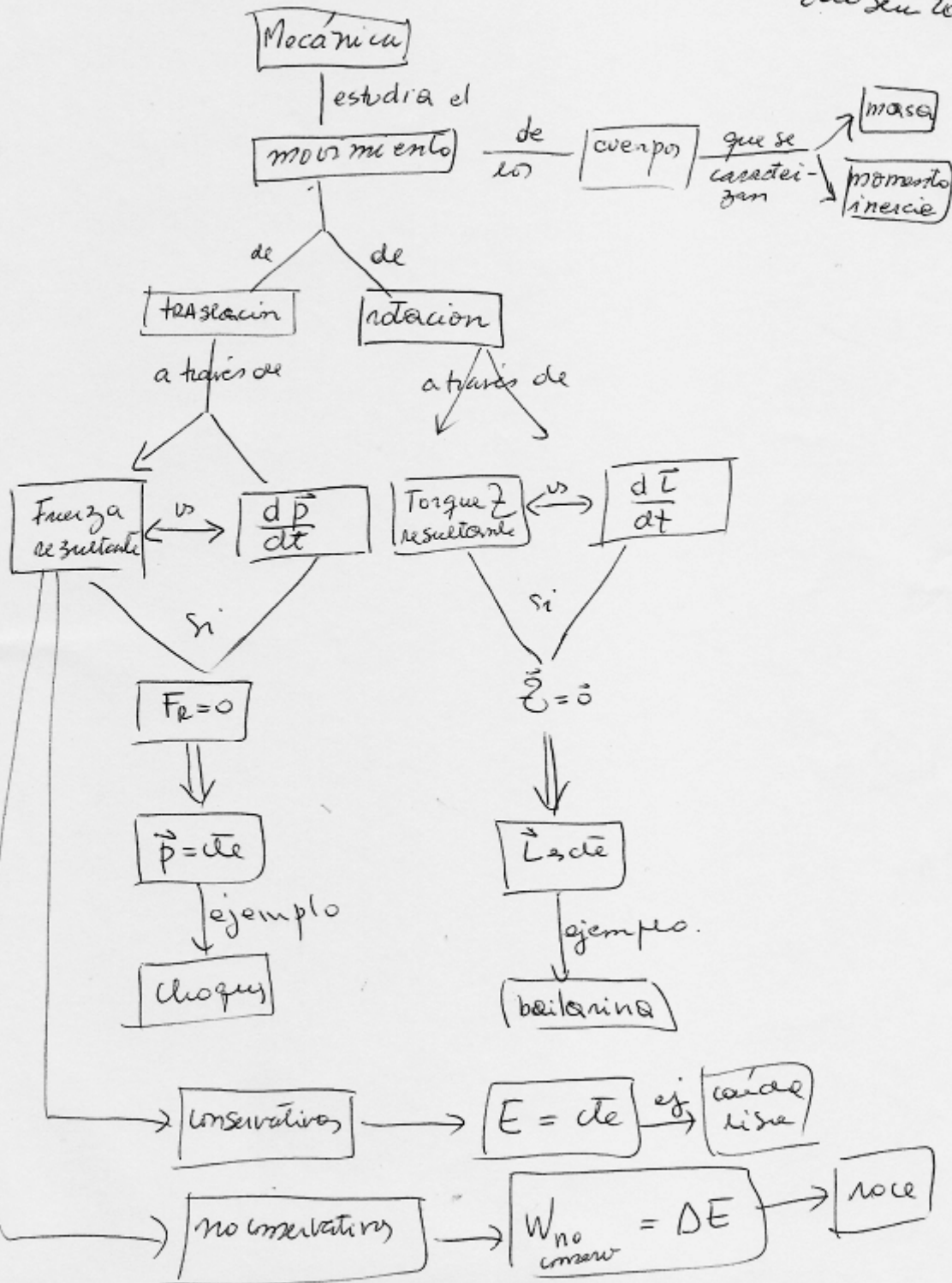
MAPA 2



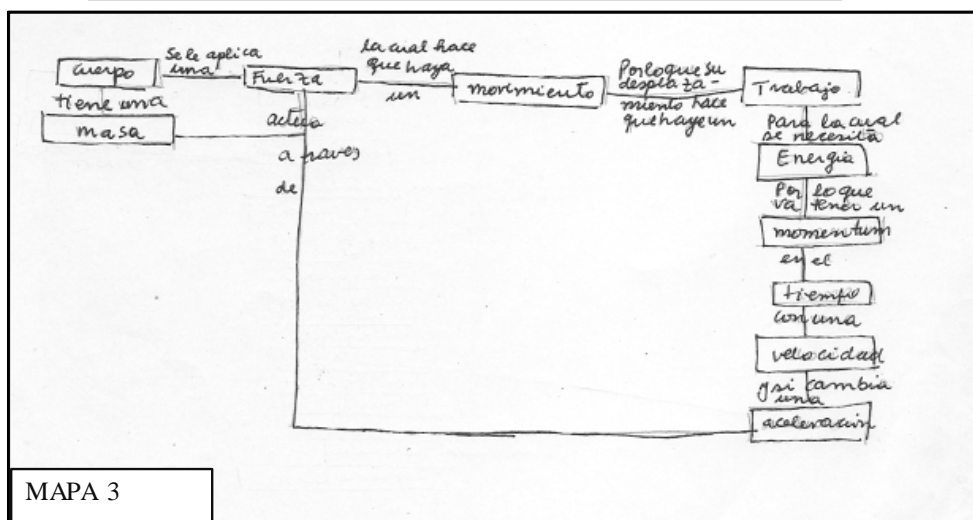
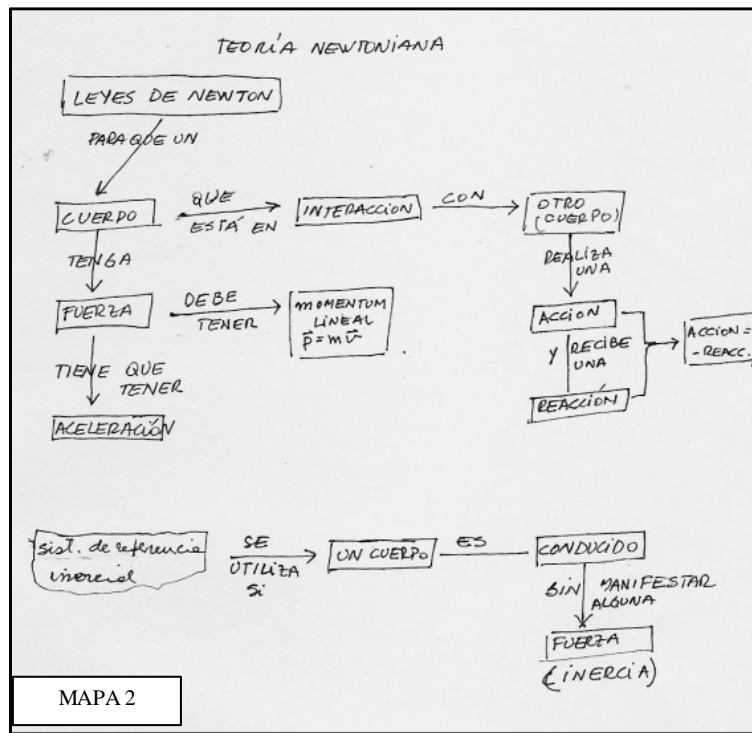
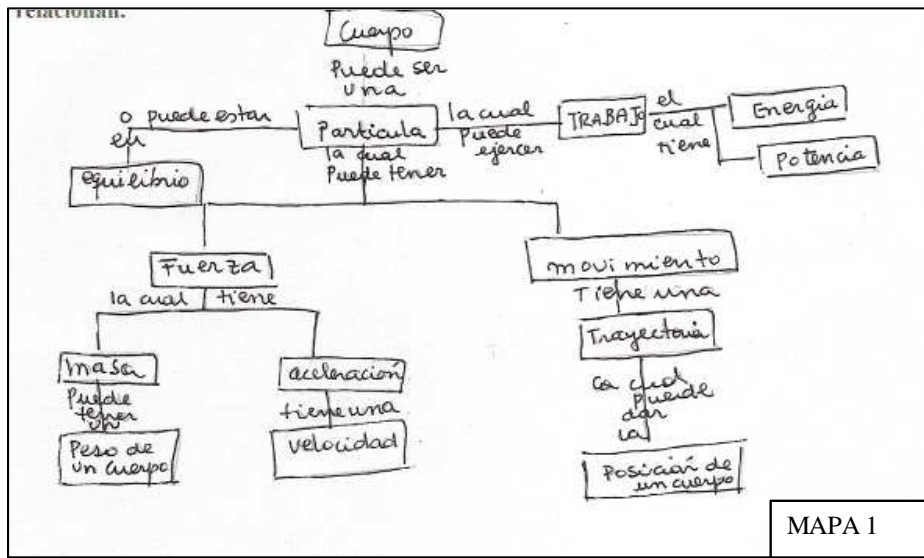
MAPA 3

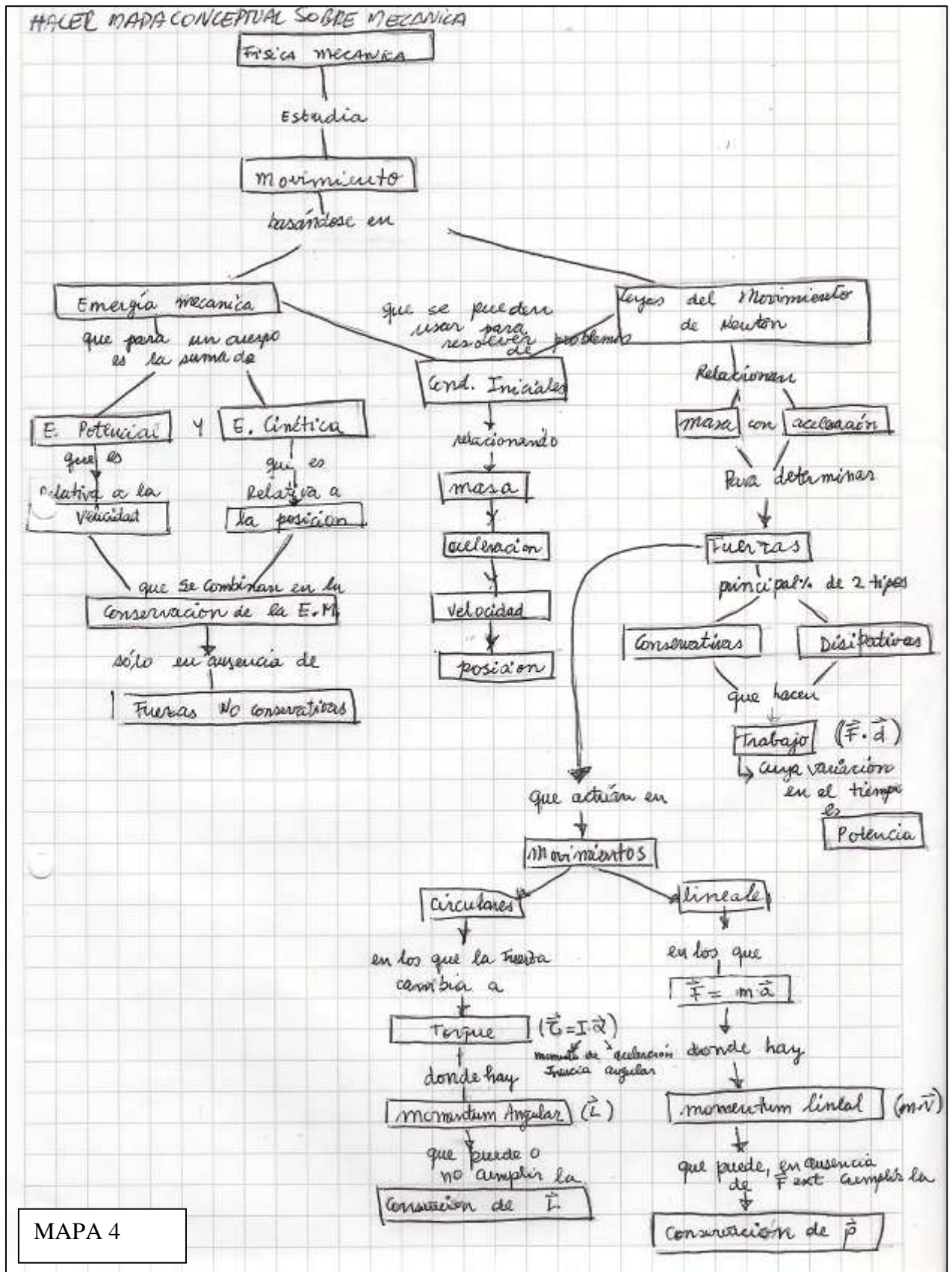
MAPA 4

Clarino Ude
2do Sem 2004



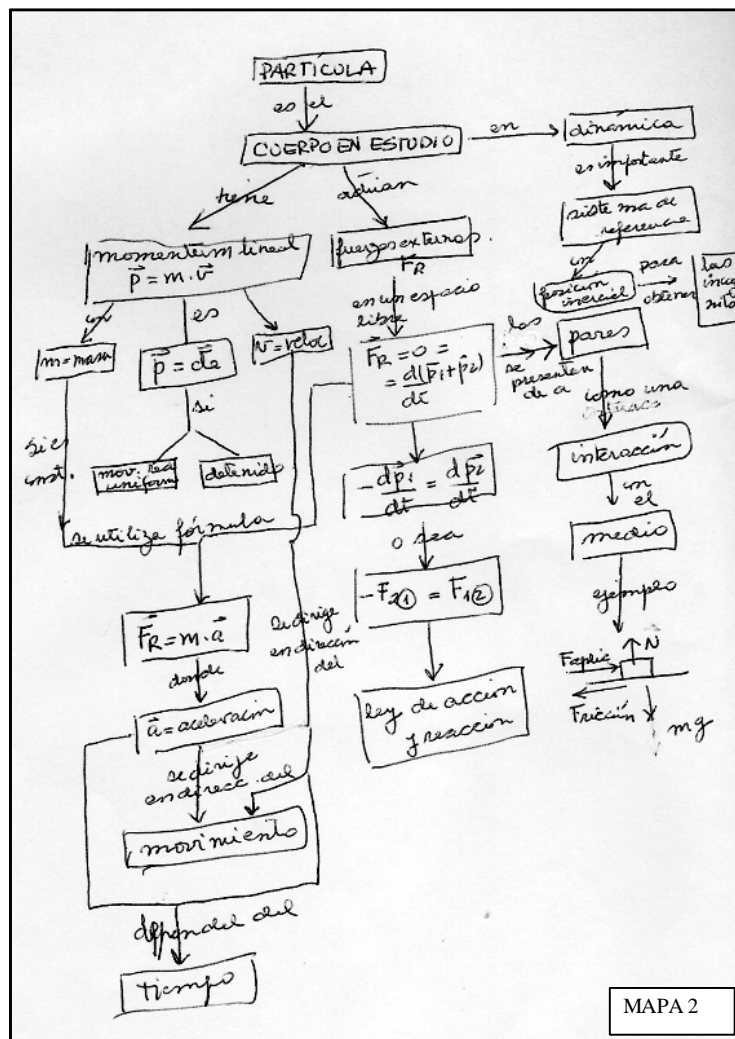
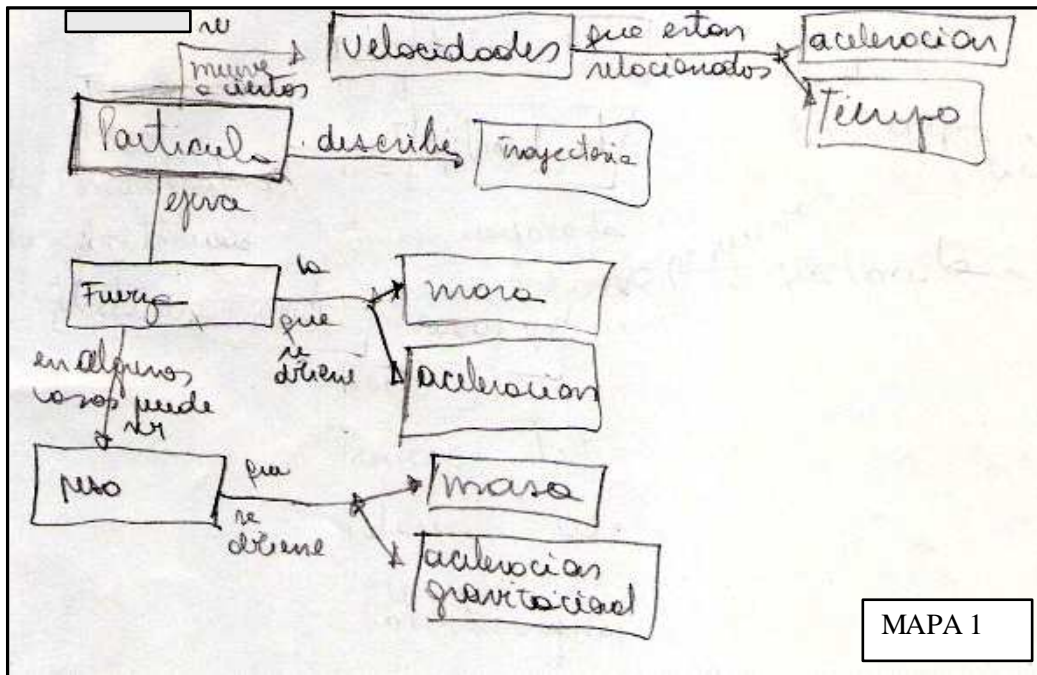
Mapas conceptuales de GONZACA.

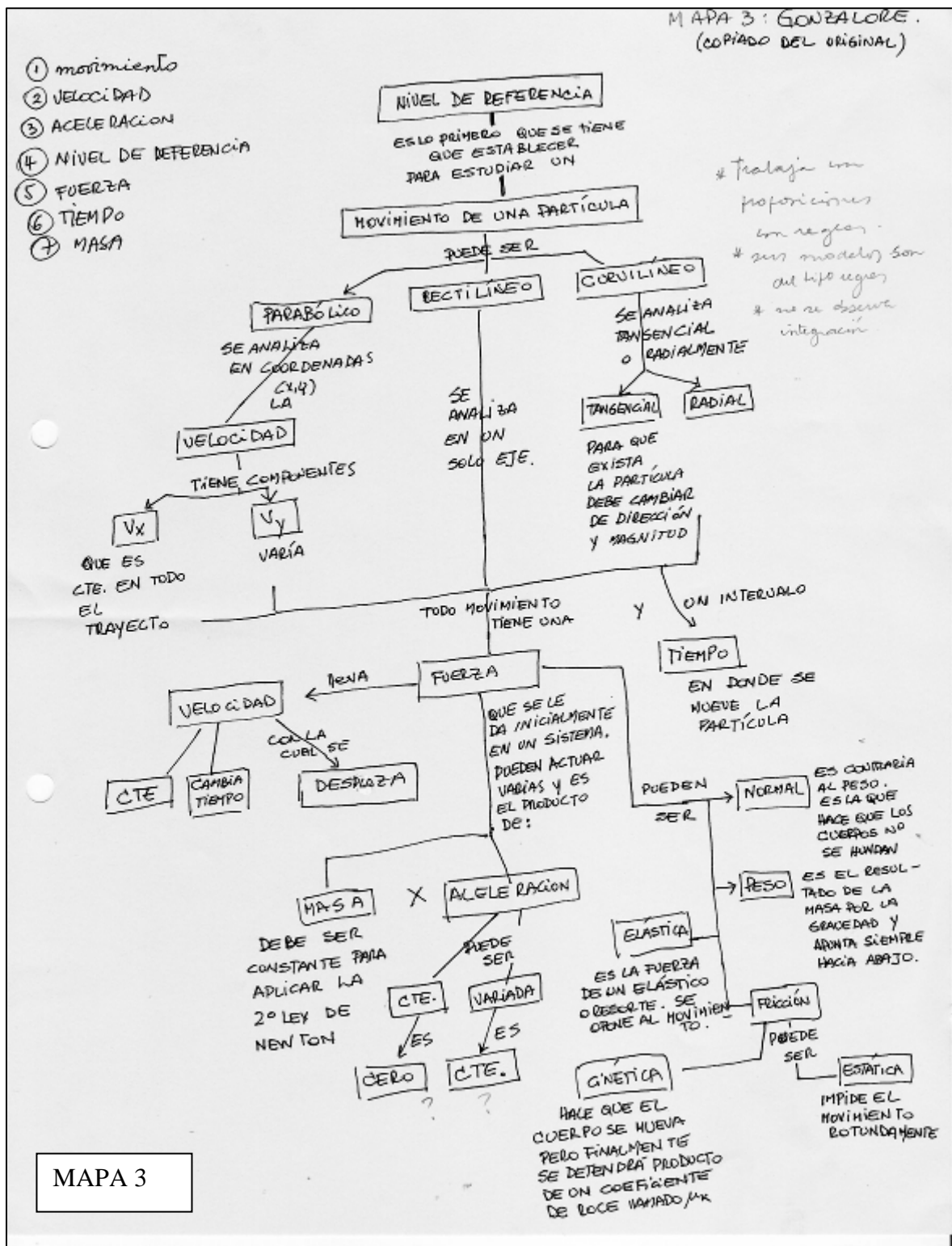




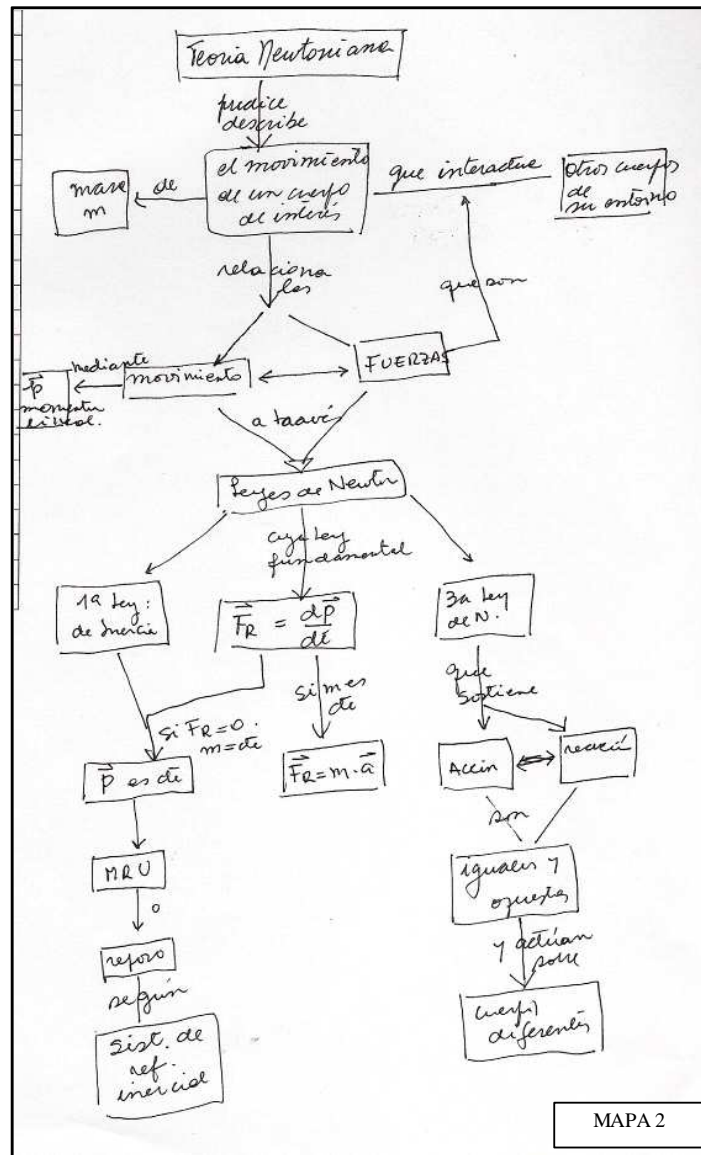
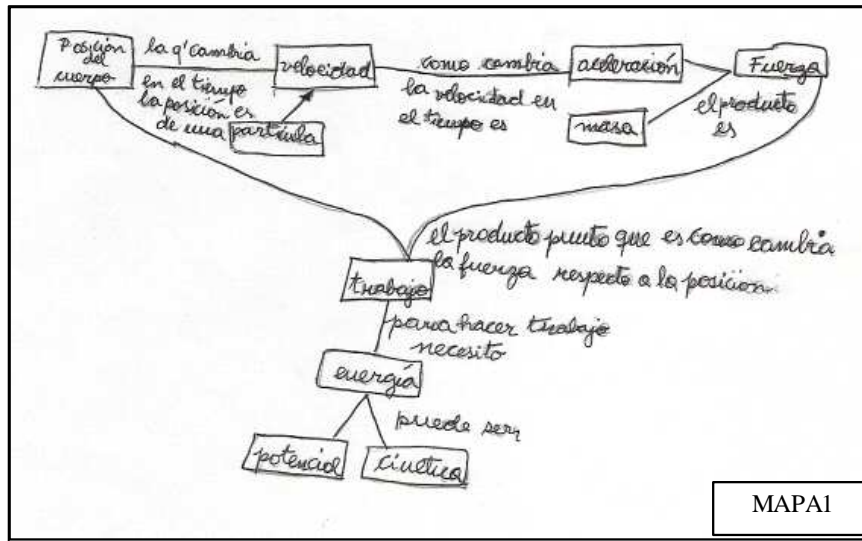
MAPA 4

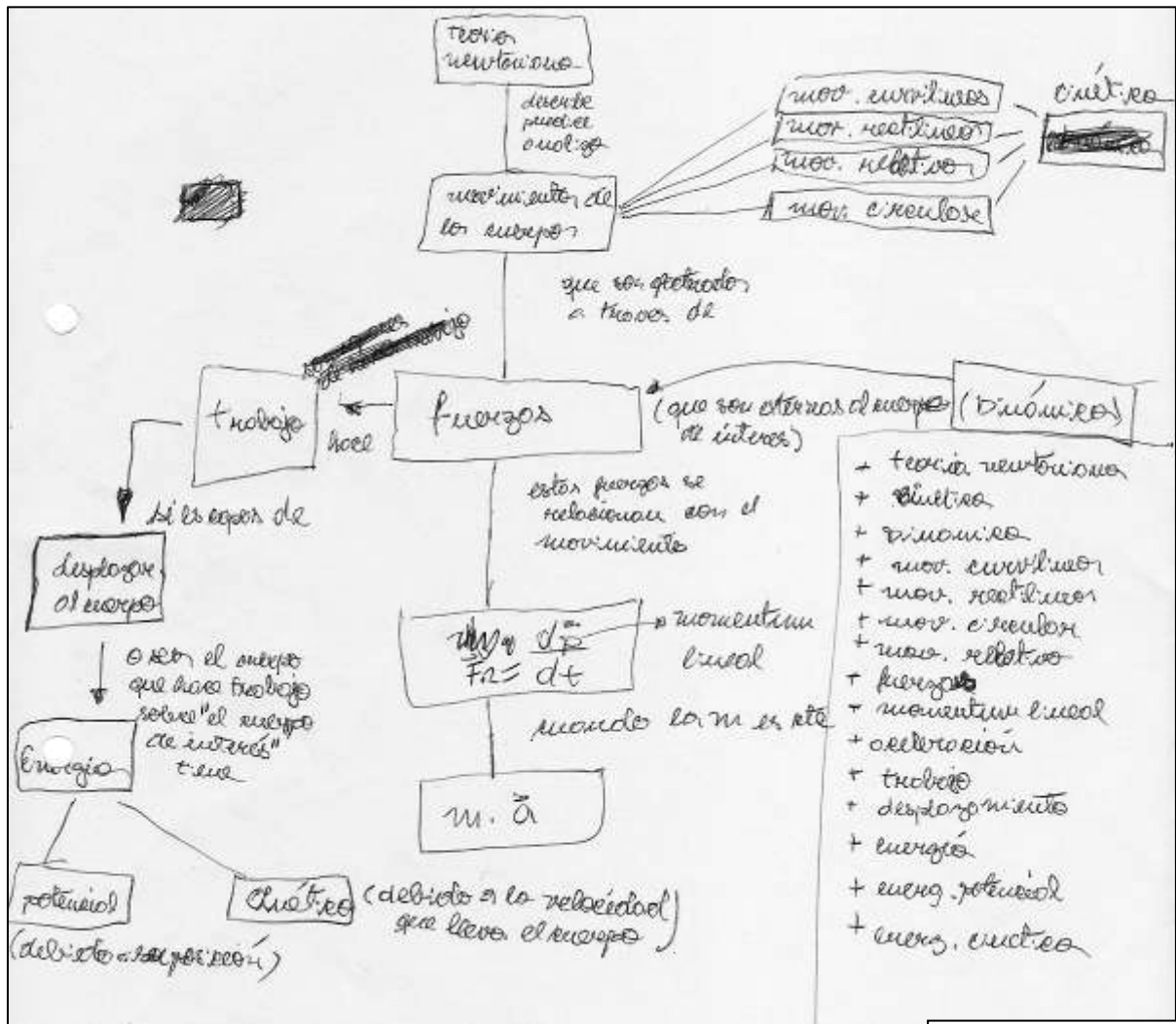
Mapas conceptuales de GONZALORE.



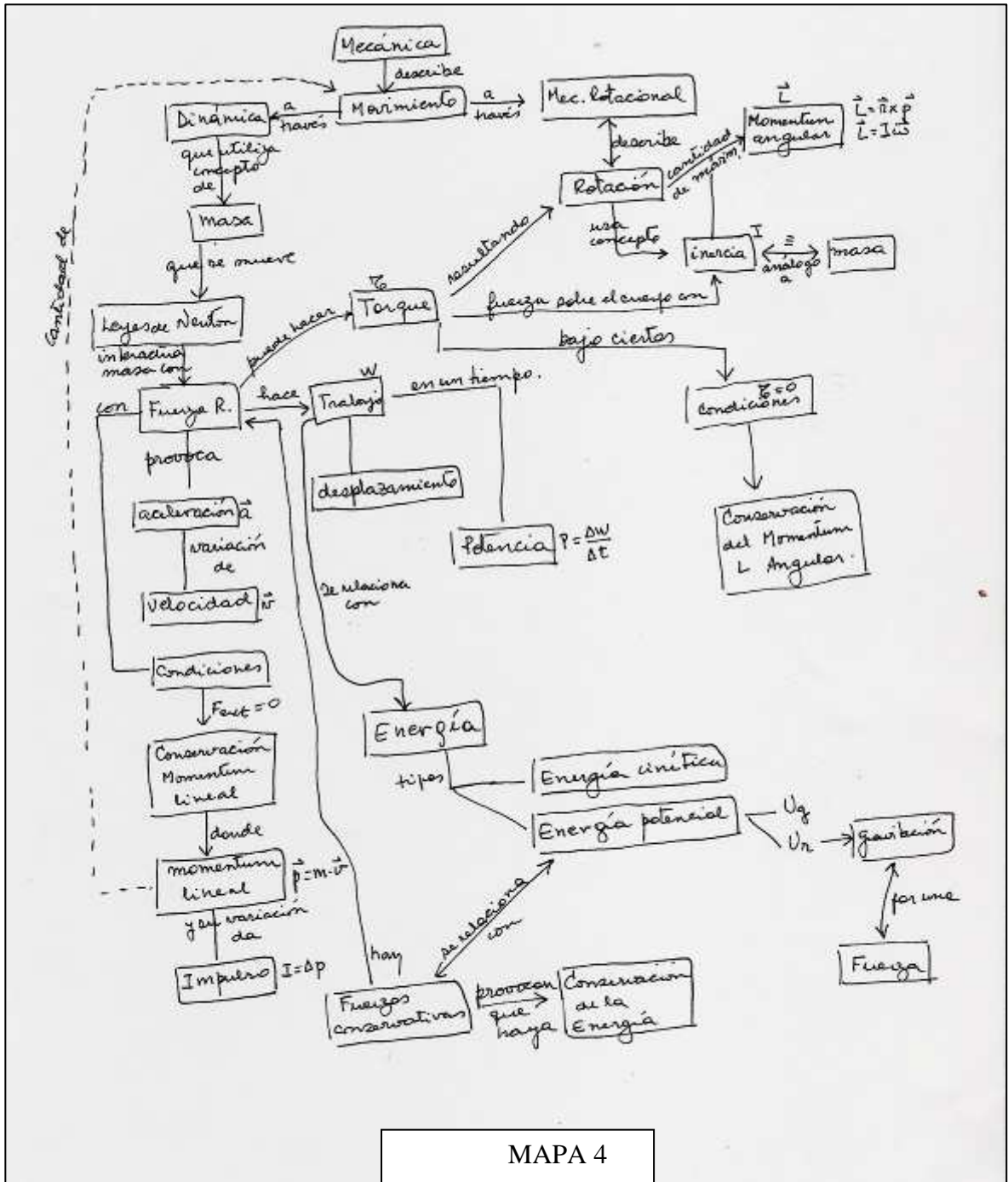


Mapas conceptuales de LORCAGUS.



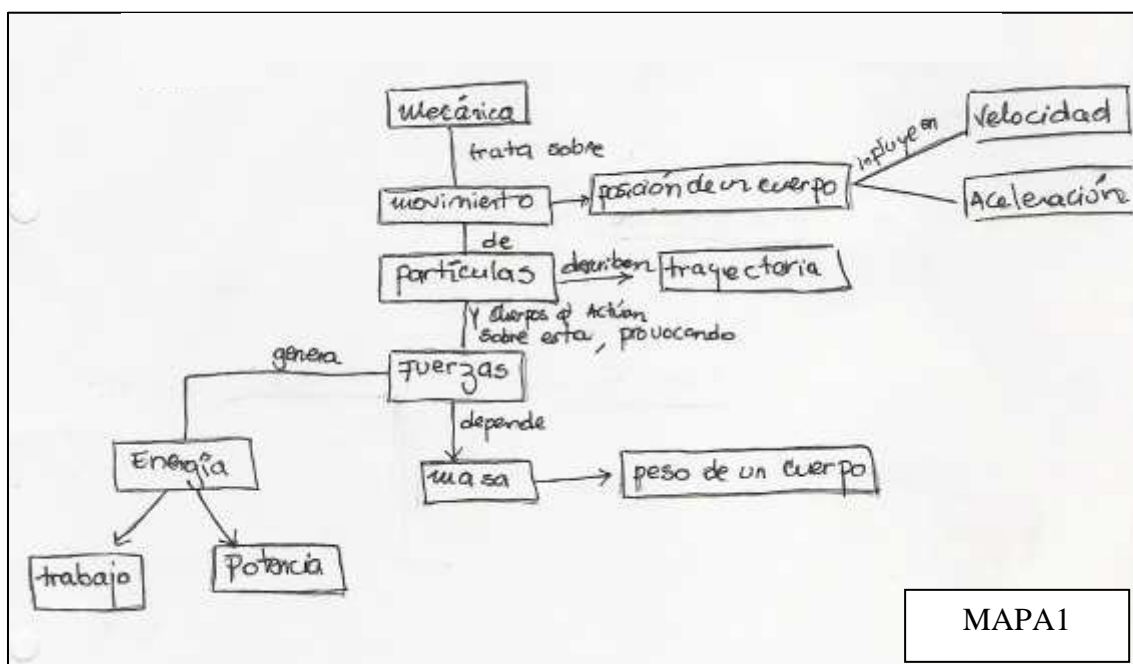


MAPA 3



MAPA 4

Mapas conceptuales de MATUMA.



Mapa conceptual 2

En este ítem no ha sido posible convertir a un mapa conceptual las verbalizaciones escritas relativas a la teoría newtoniana, ya que esta persona no ha podido redactar un párrafo escrito relacionando los conceptos sugeridos. Se ha limitado a escribir algunas definiciones, tales como a continuación se transcriben:

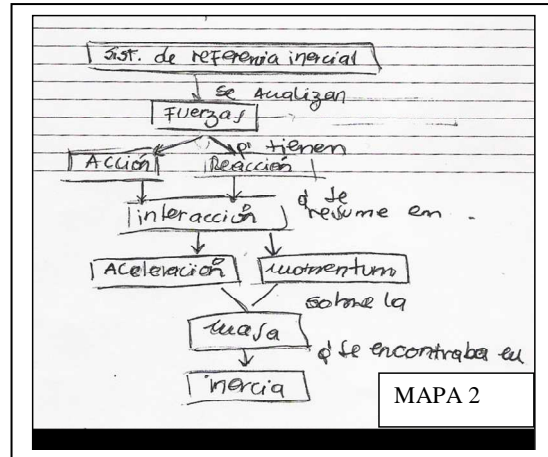
- 1) *Interacción: es cuando los cuerpos se encuentran en contacto, en ese momento se forma una interacción entre ellos y las fuerzas que actúan sobre estos mismos.*
- 2) *Reacción: es una respuesta a una fuerza con la misma magnitud, pero de distinto sentido.*
- 3) *Aceleración: es el cambio de velocidad a través del tiempo que experimenta un cuerpo debido a fuerzas que actúan sobre él.*
- 4) *Momentum: corresponde a la masa de un cuerpo multiplicada por el cambio de posición de ese cuerpo en el tiempo.*
- 5) *Sistema de referencia Inercial: corresponde a un sistema de "referencia" o de apoyo para poder analizar los vectores de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo. En el caso de movimiento rectilíneo se coloca un sistema de referencia (x,y); para el caso de movimiento circular se coloca un sistema de referencia (radial, tangencial, vertical). Este sistema es fijo para todo el cuerpo.*

6) masa: corresponde a la cantidad de materia que tiene un cuerpo.

7) Acción: es cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, a este caso se le llama "acción".

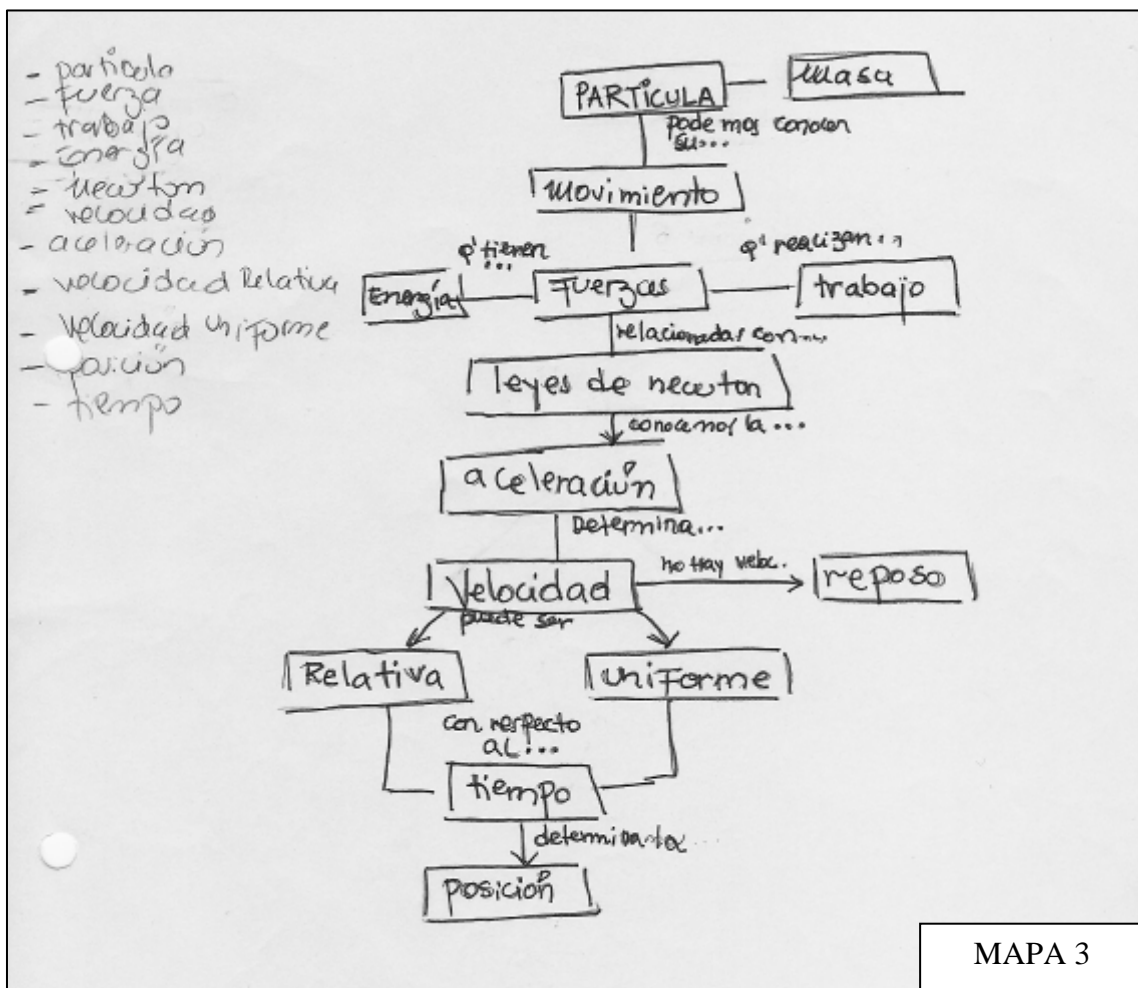
8) Fuerza: es cuando un cuerpo provoca una acción sobre un cuerpo y este segundo cuerpo tiene una reacción sobre el primer cuerpo.

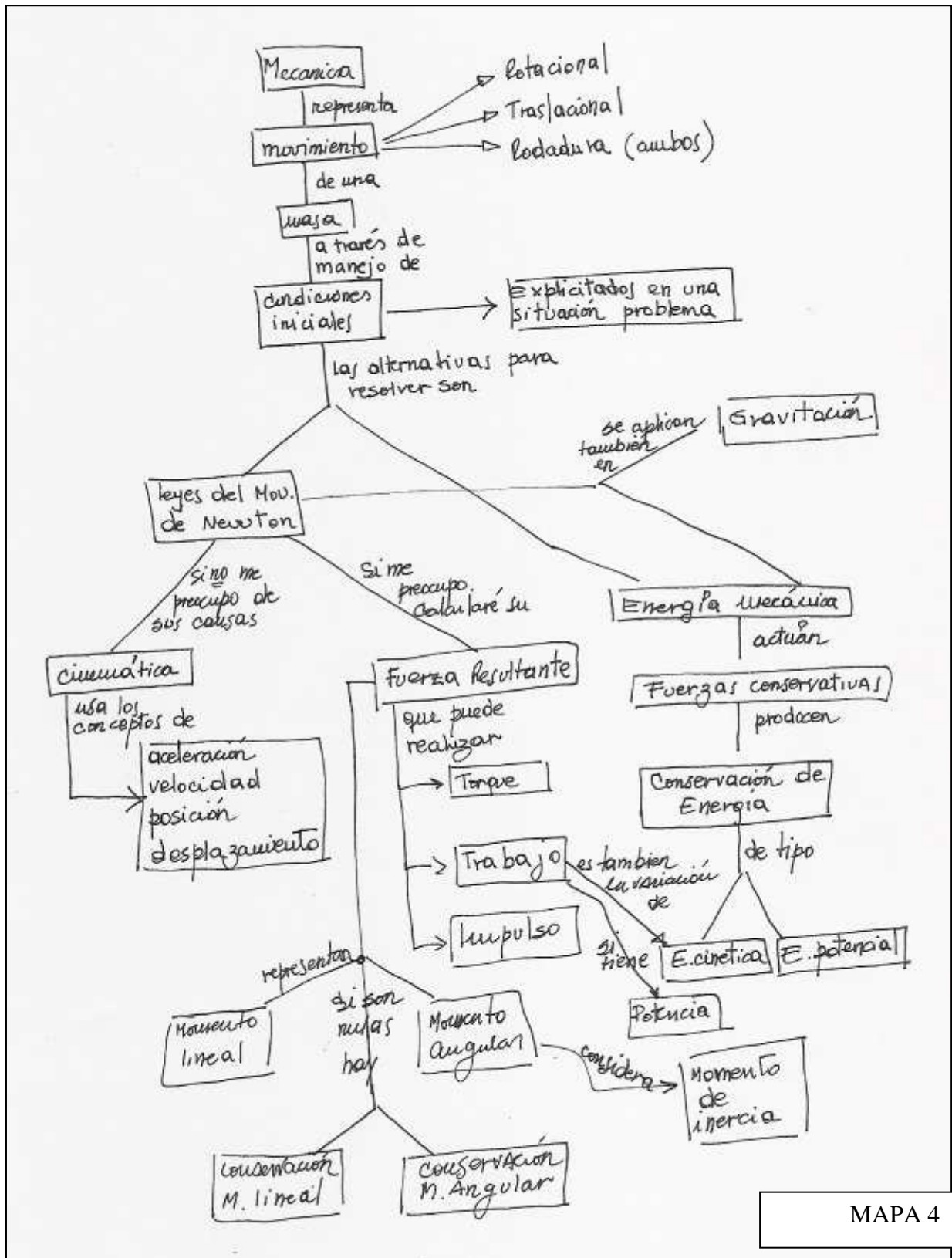
9) Inercia: corresponde a cuando un cuerpo se encuentra sin movimiento. No sufre ningún cambio de posición en el tiempo.



Al final de sus definiciones,

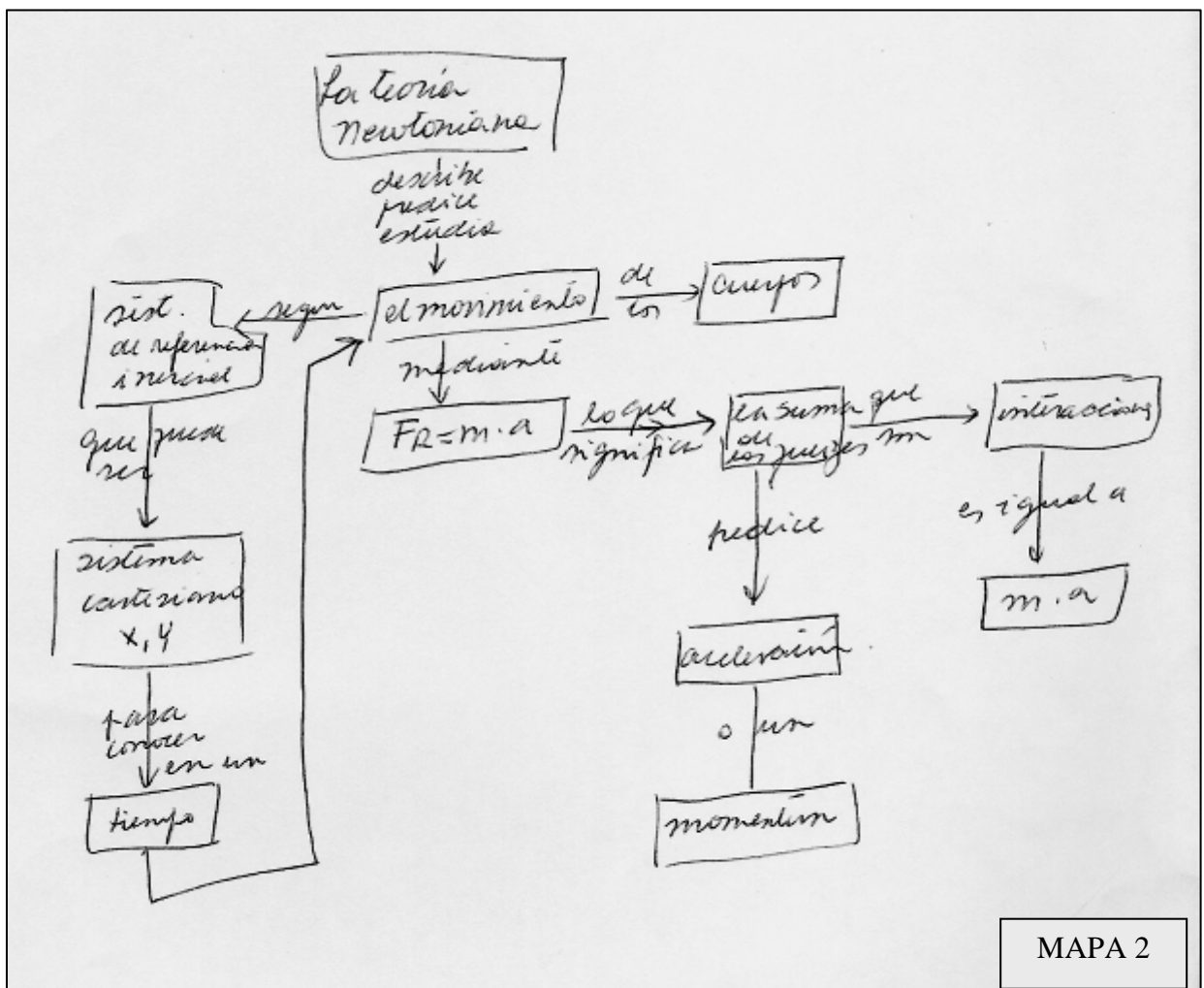
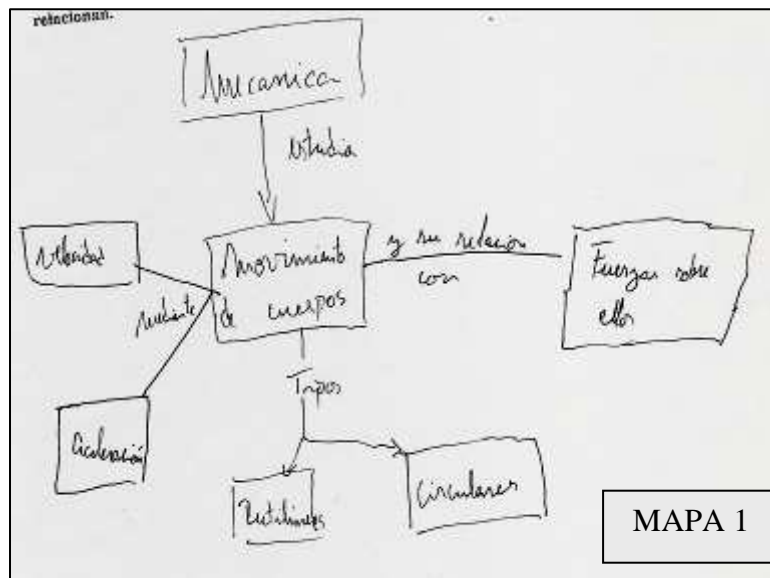
MATUMA agrega el "mapa" que está rotulado como MAPA 2.

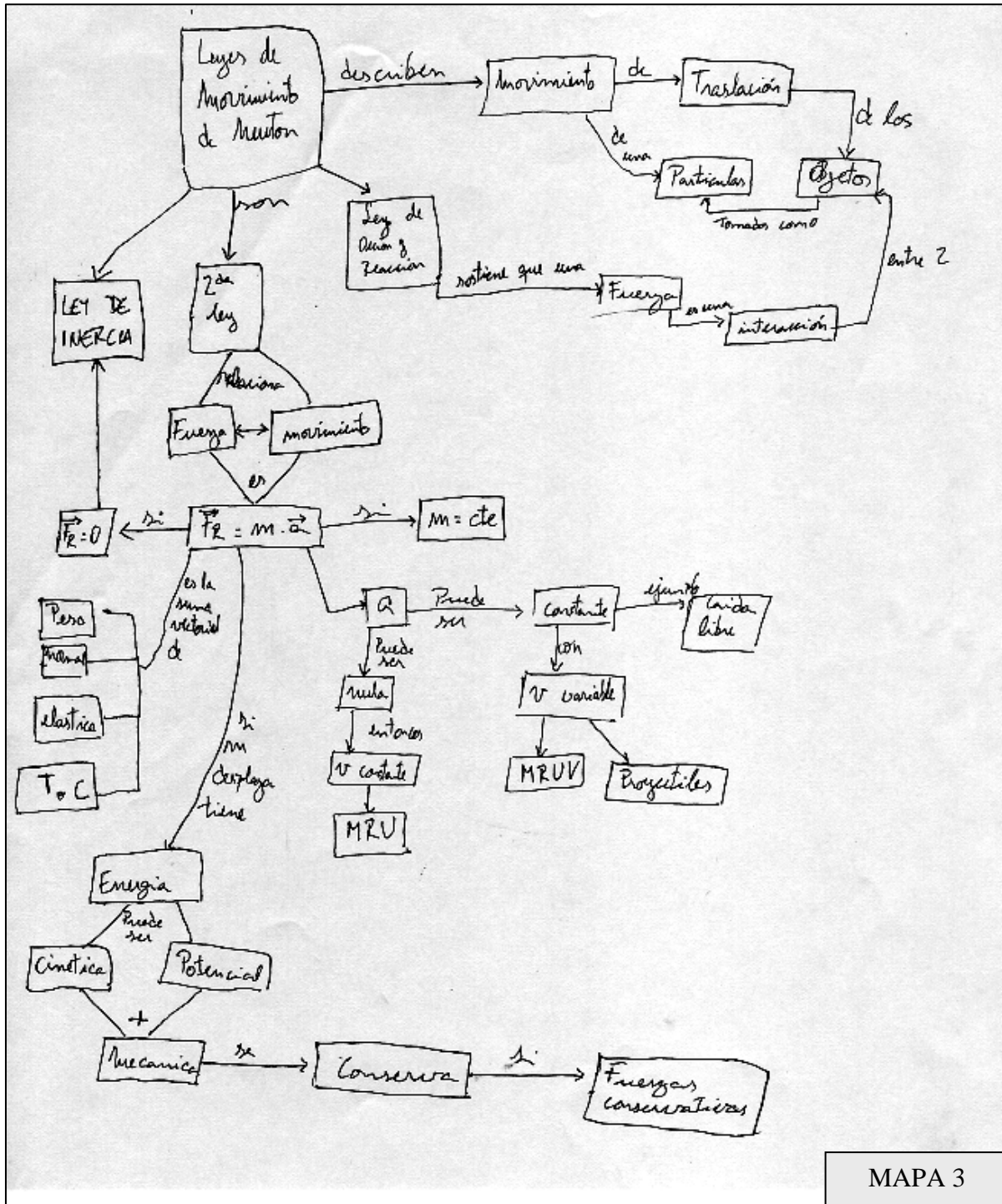




MAPA 4

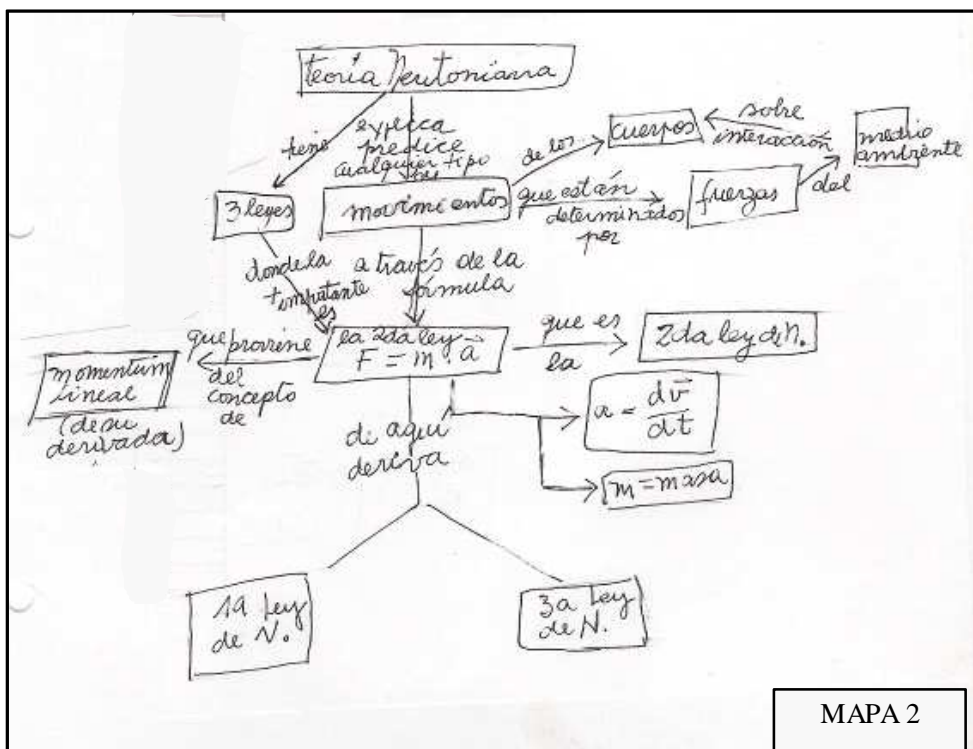
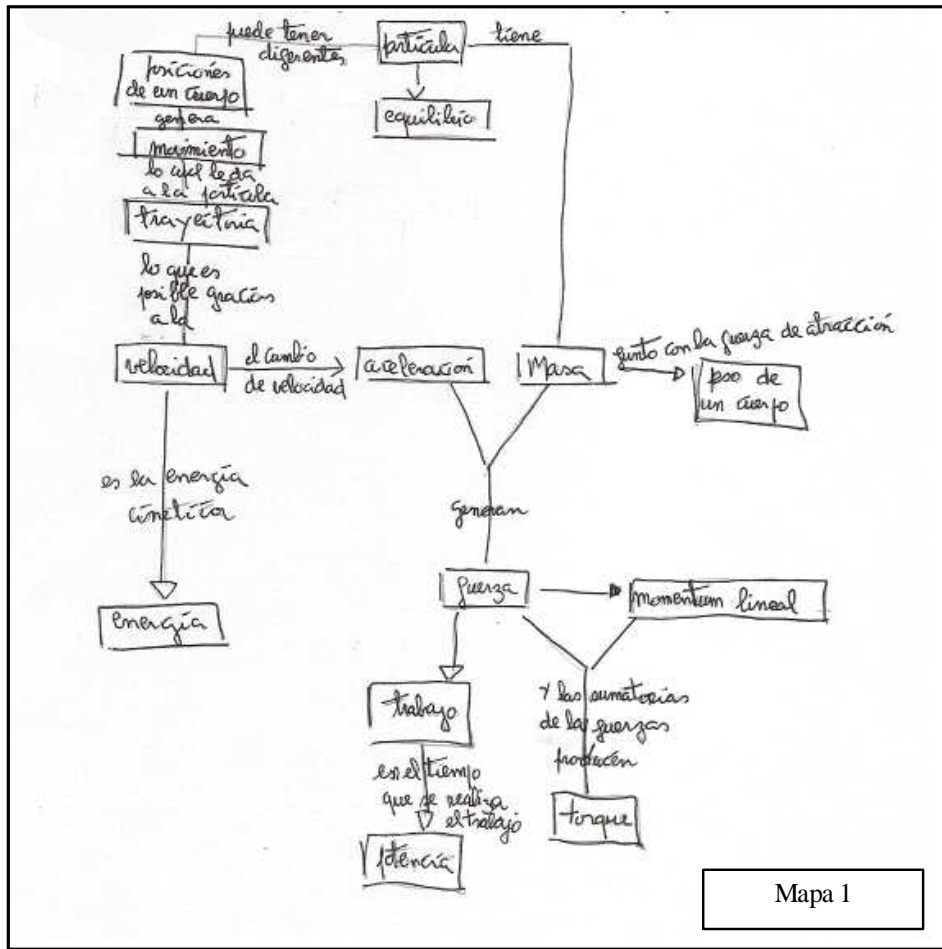
Mapas conceptuales de PARRARIEL.

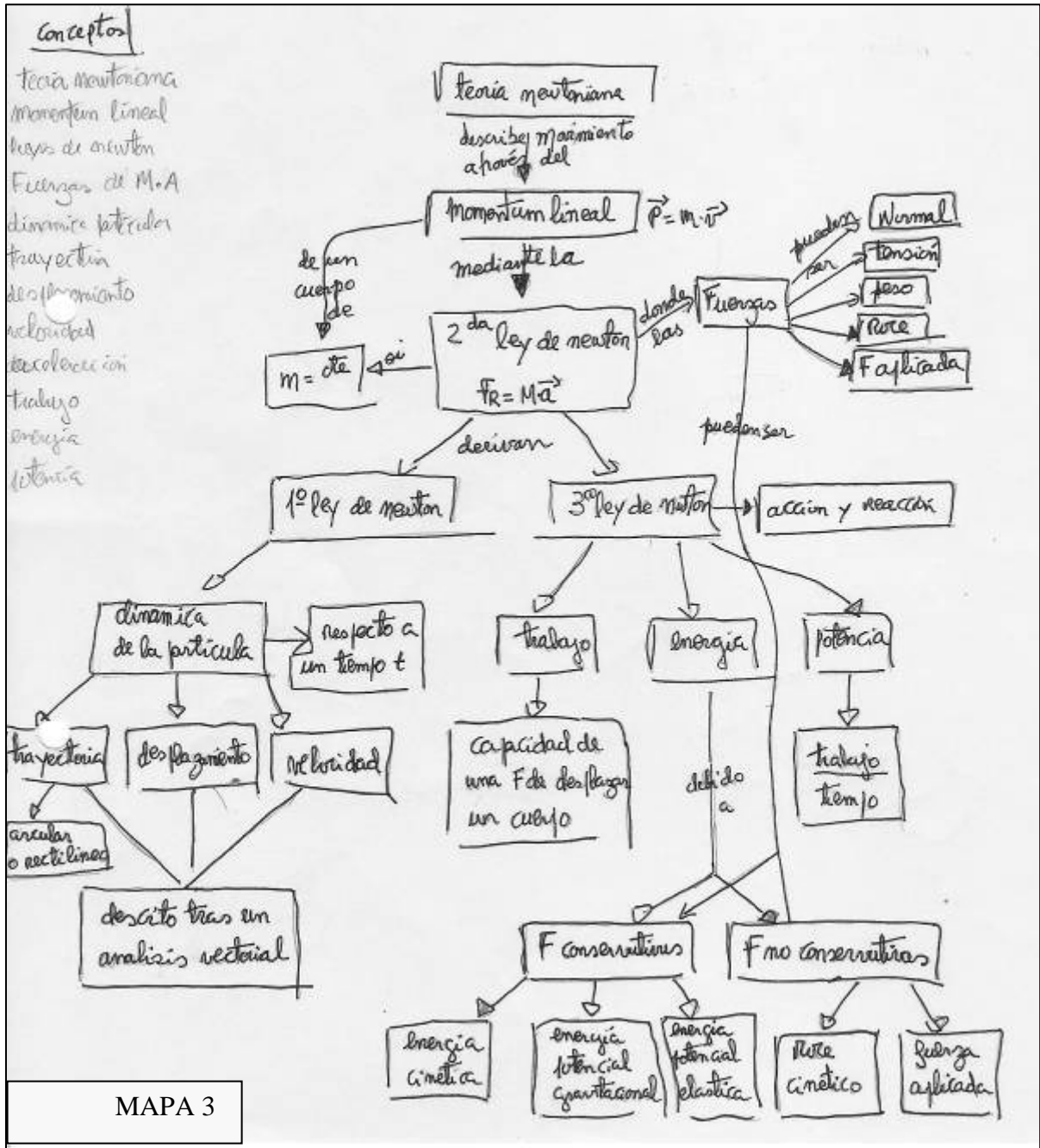


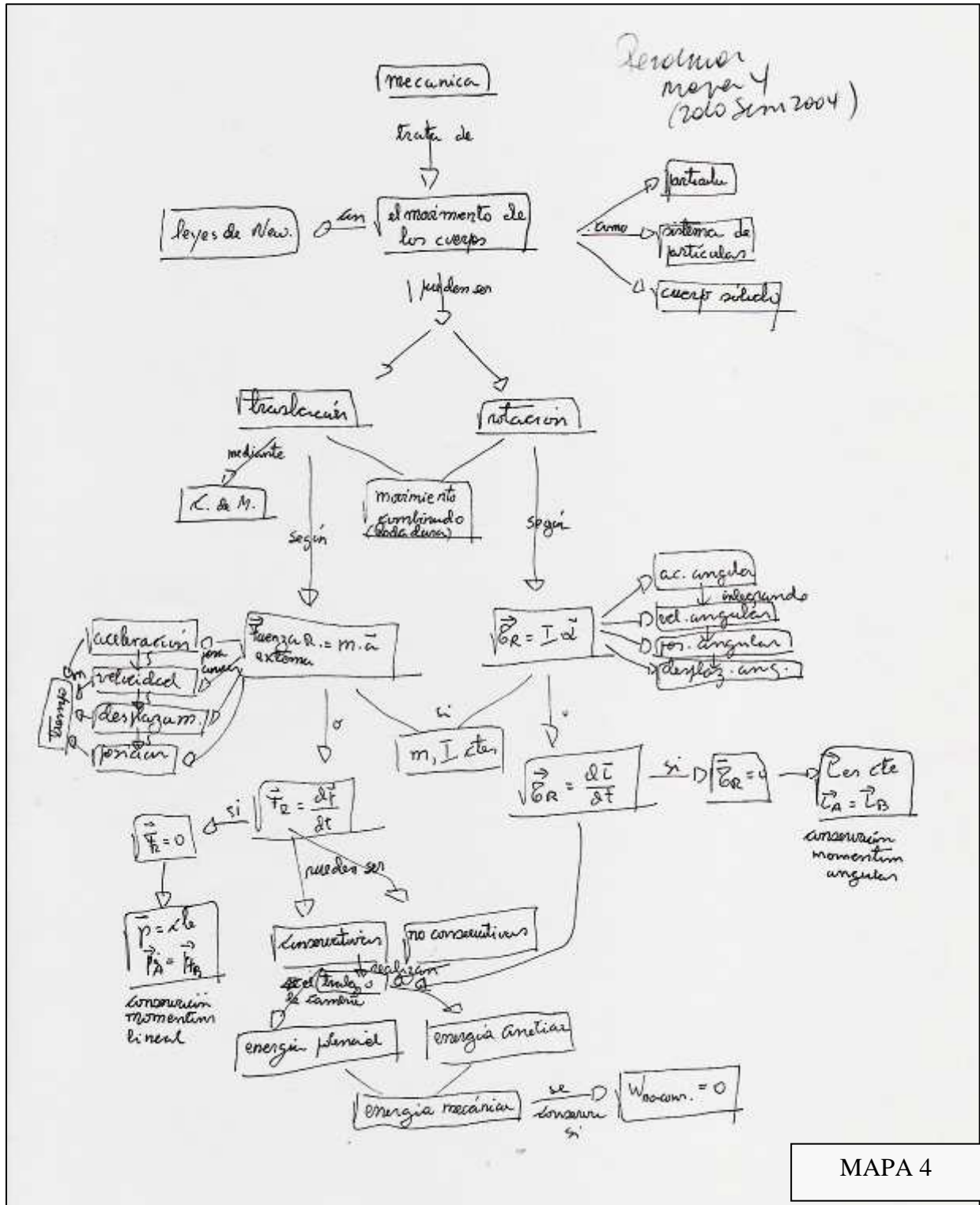


MAPA 3

Mapas conceptuales de PERALMAR.

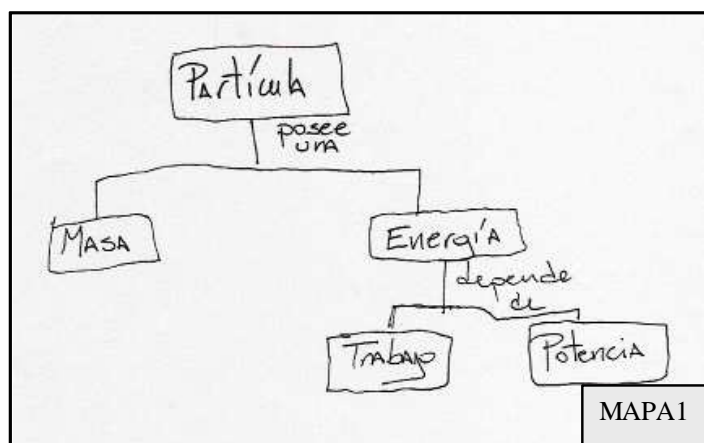




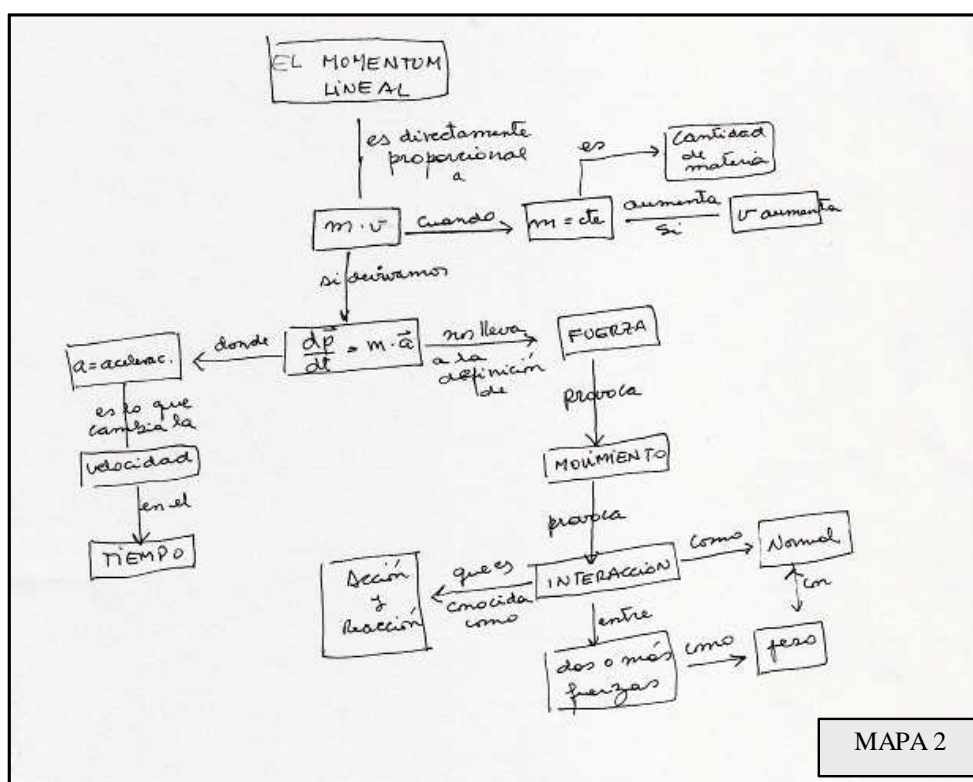


MAPA 4

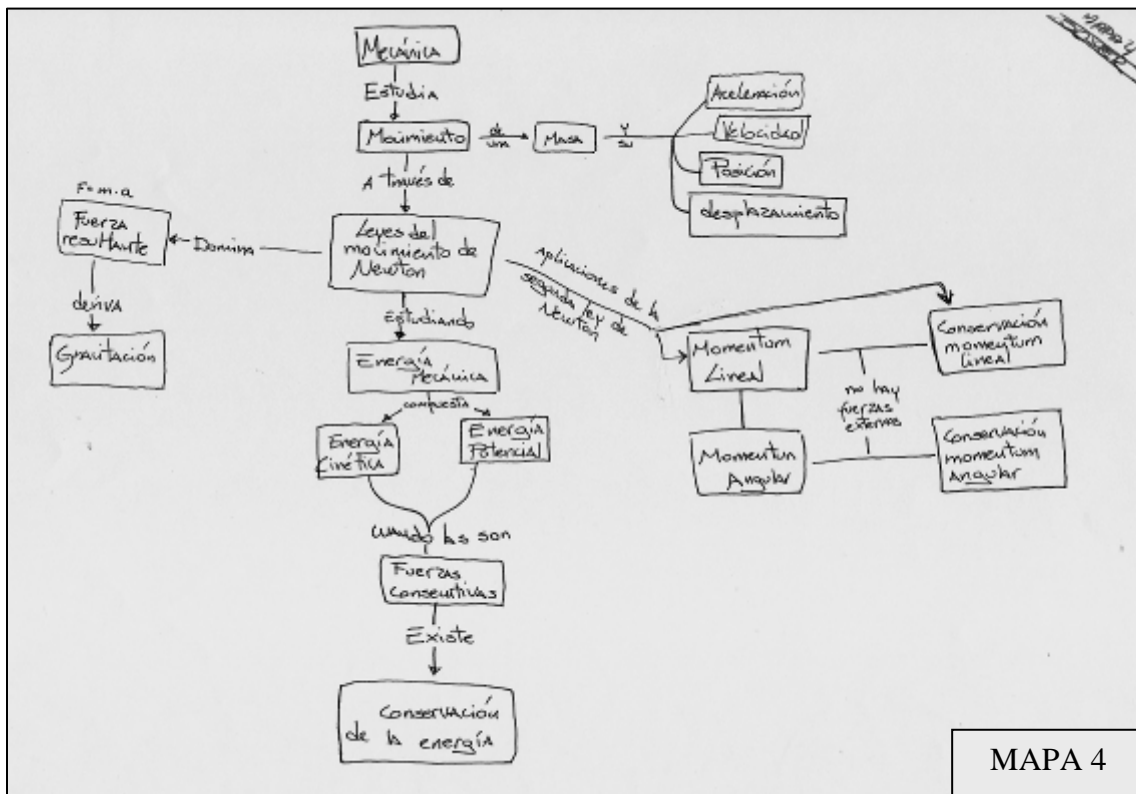
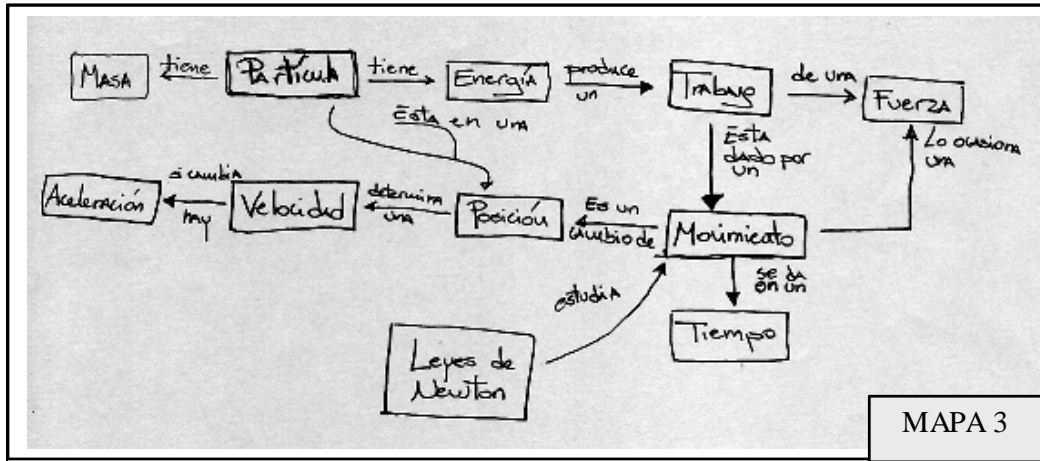
Mapas conceptuales de SOSER.



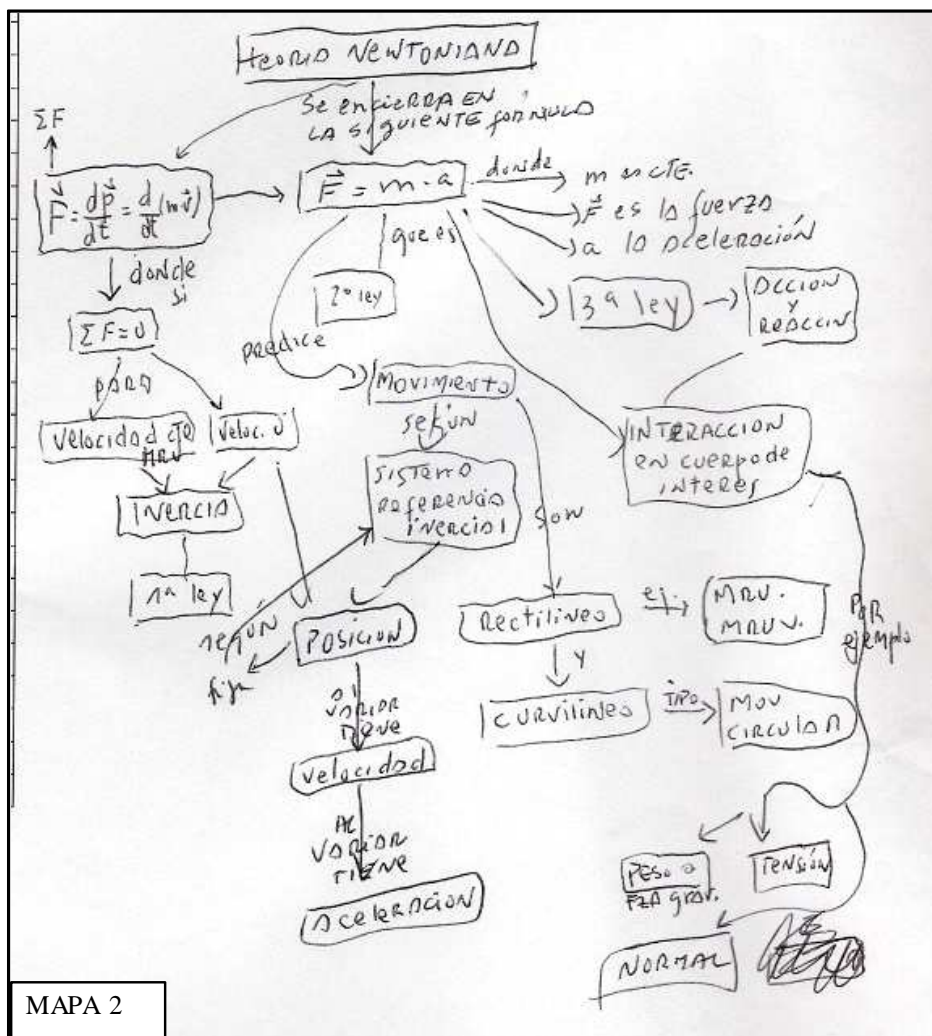
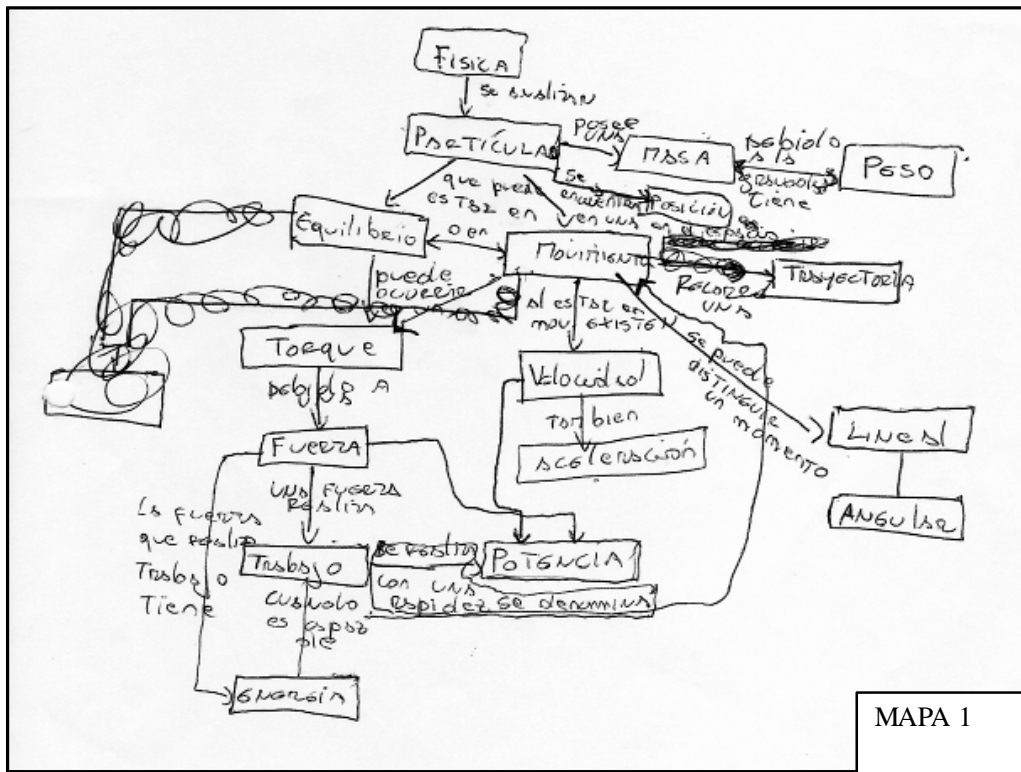
MAPA 1

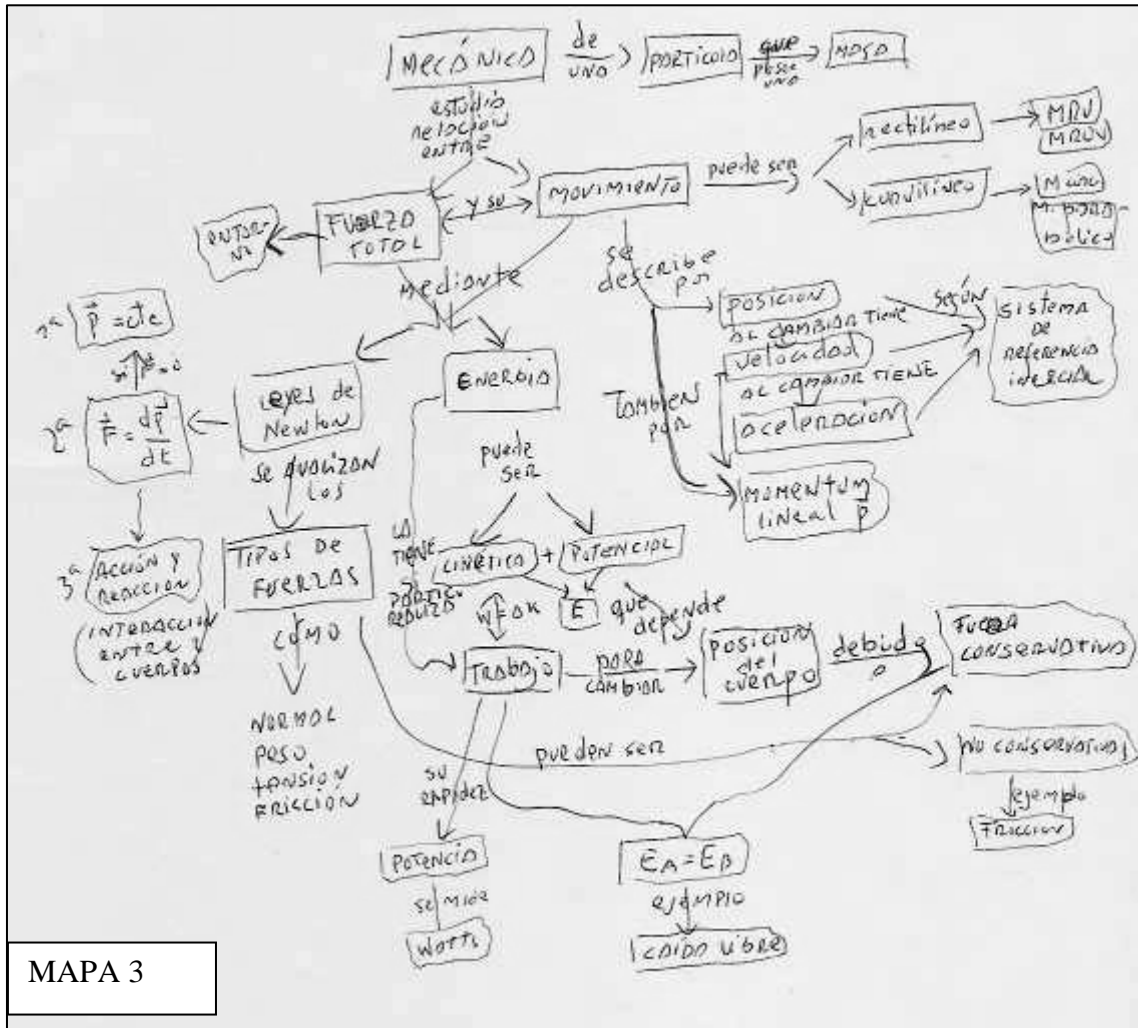


MAPA 2

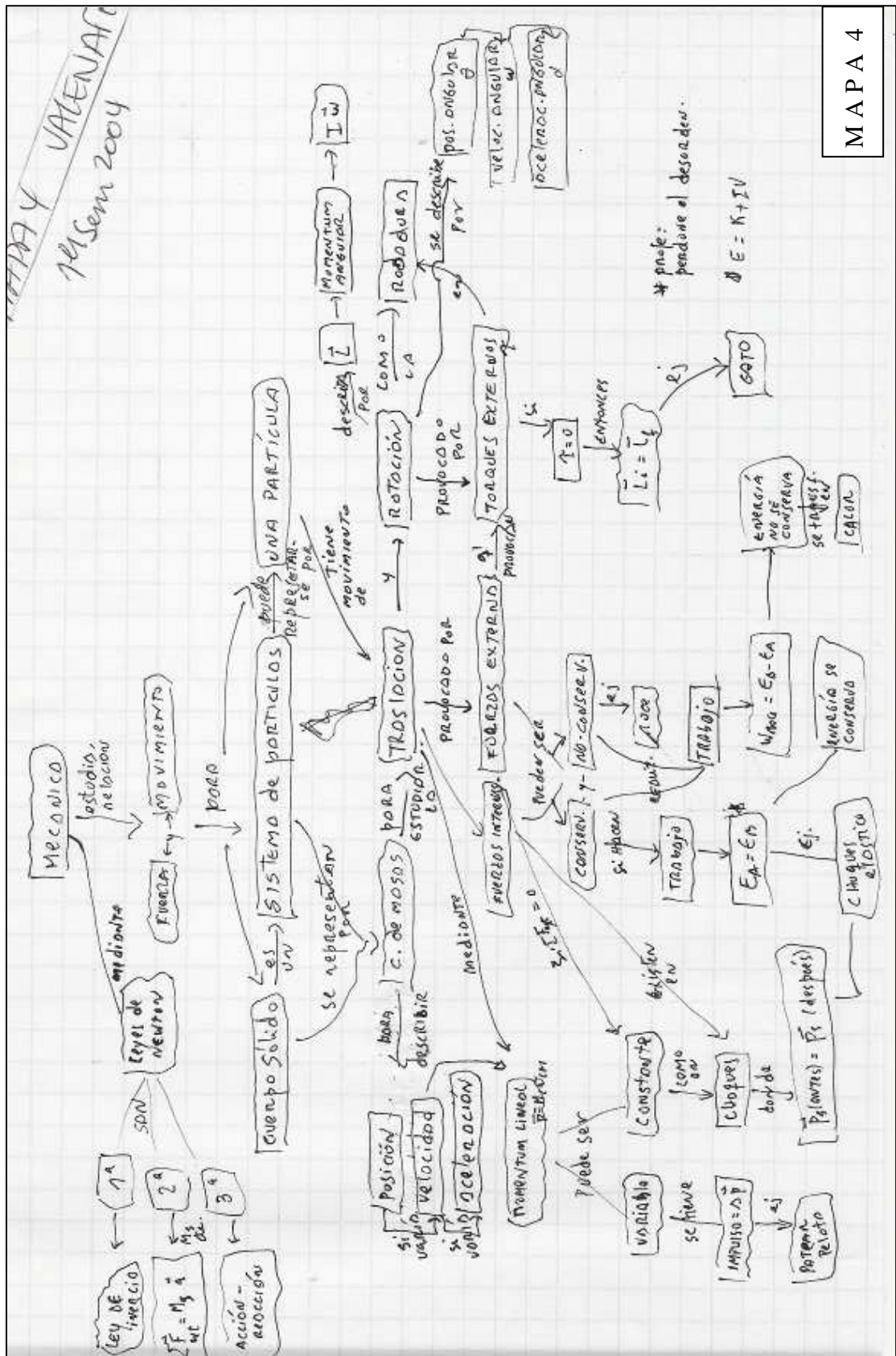


Mapas conceptuales de VALENAR.

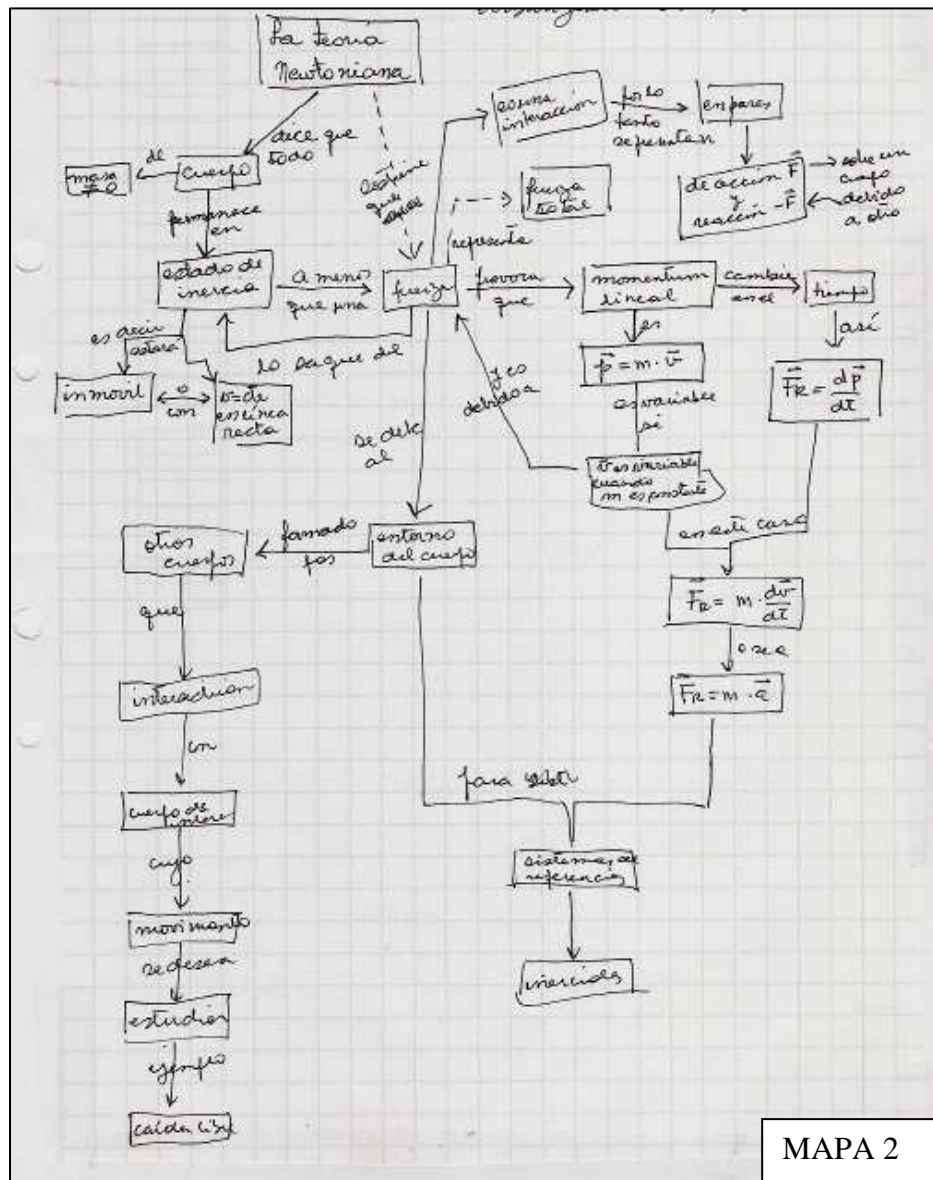
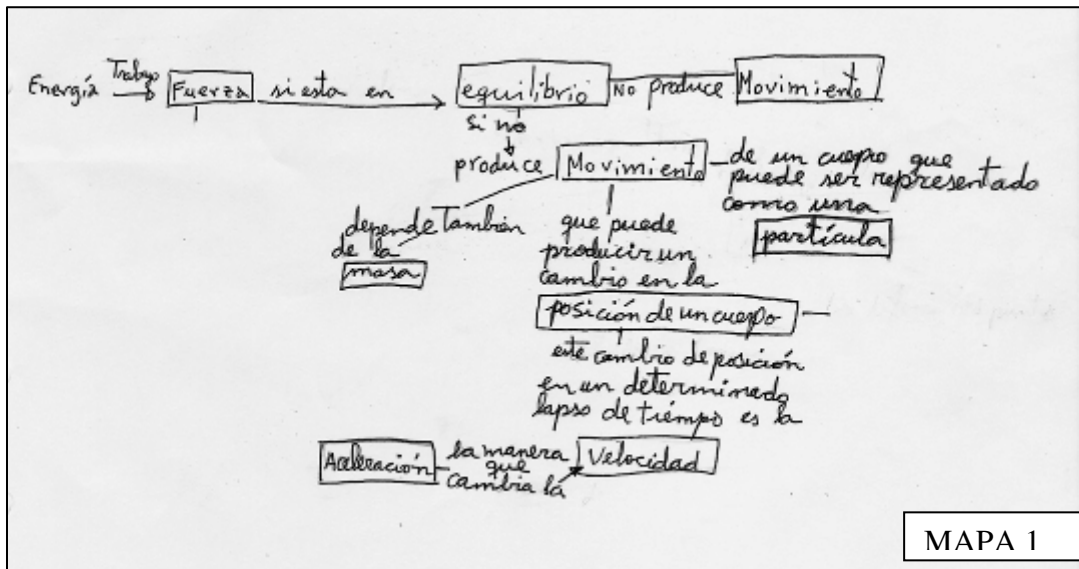


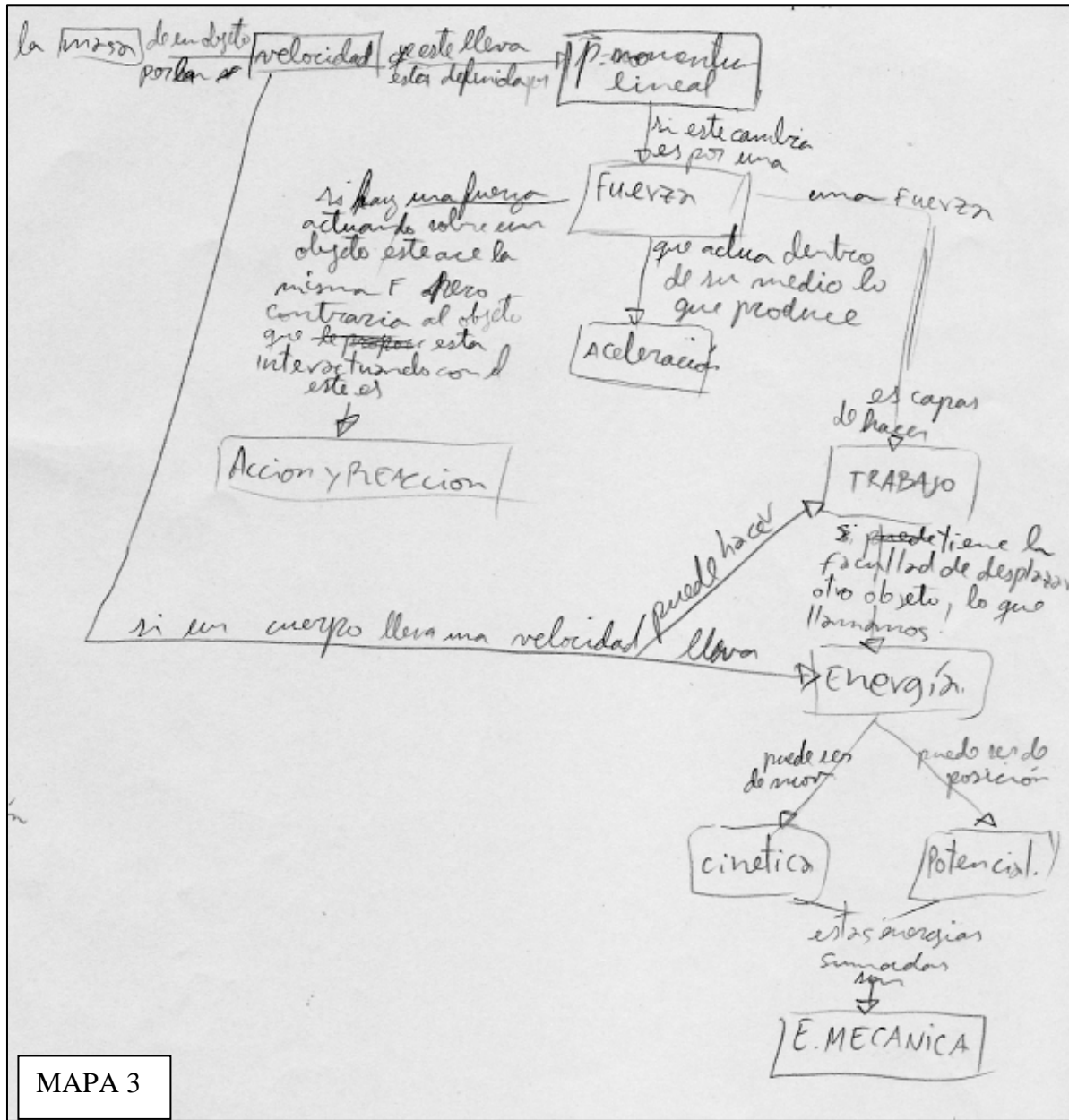


MAPA 3



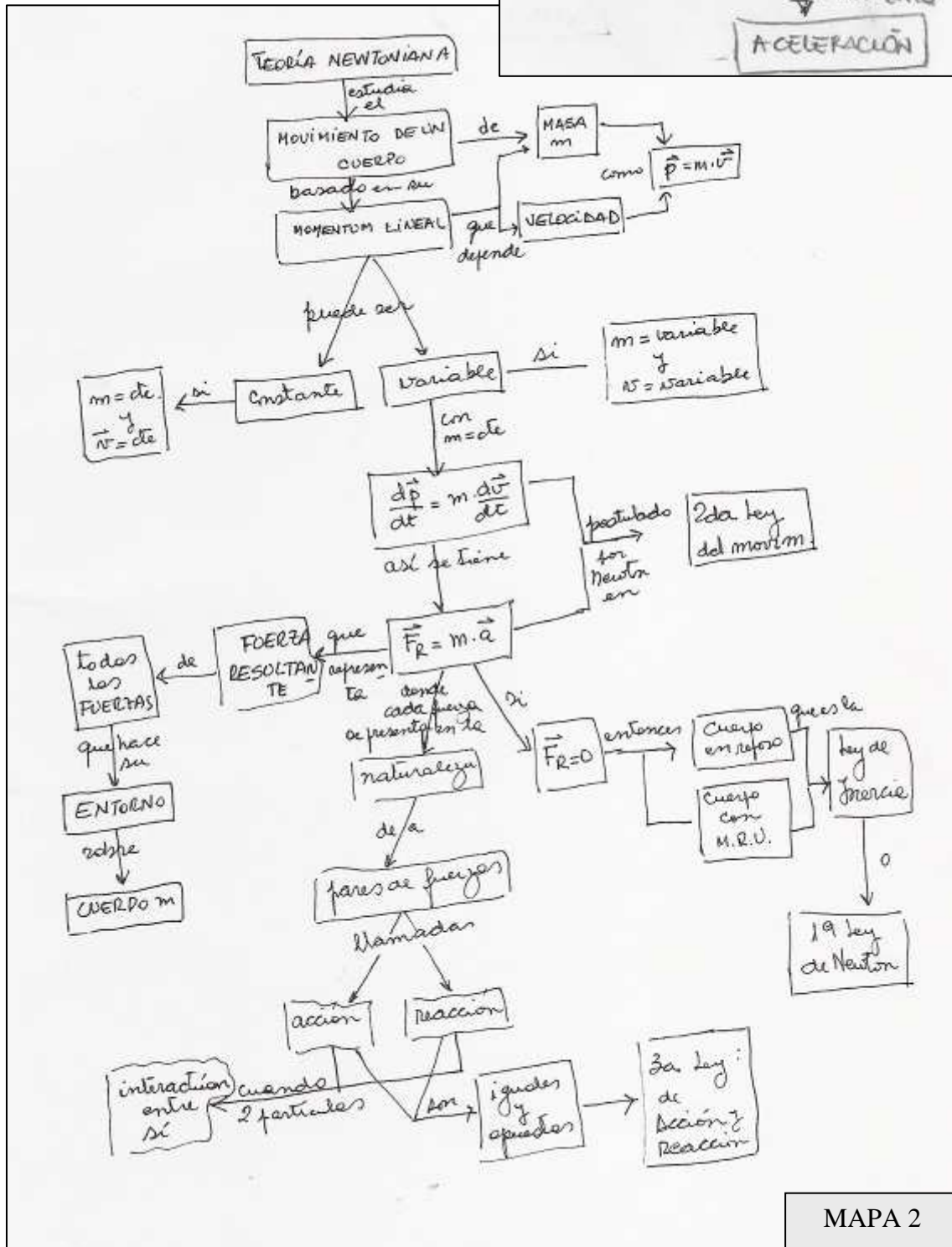
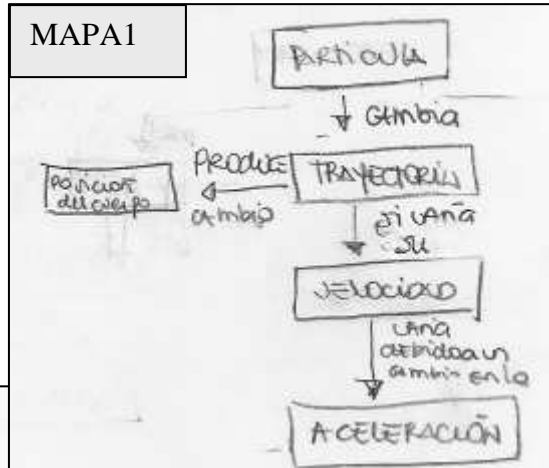
Mapas de VARJU.



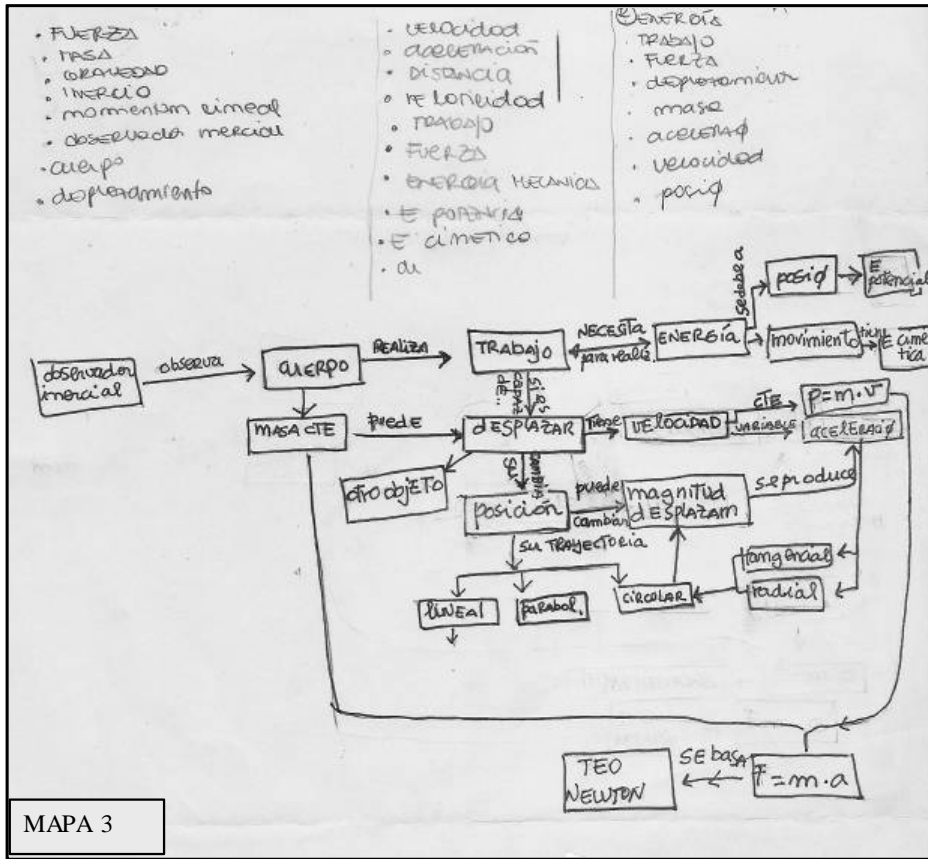


MAPA 3

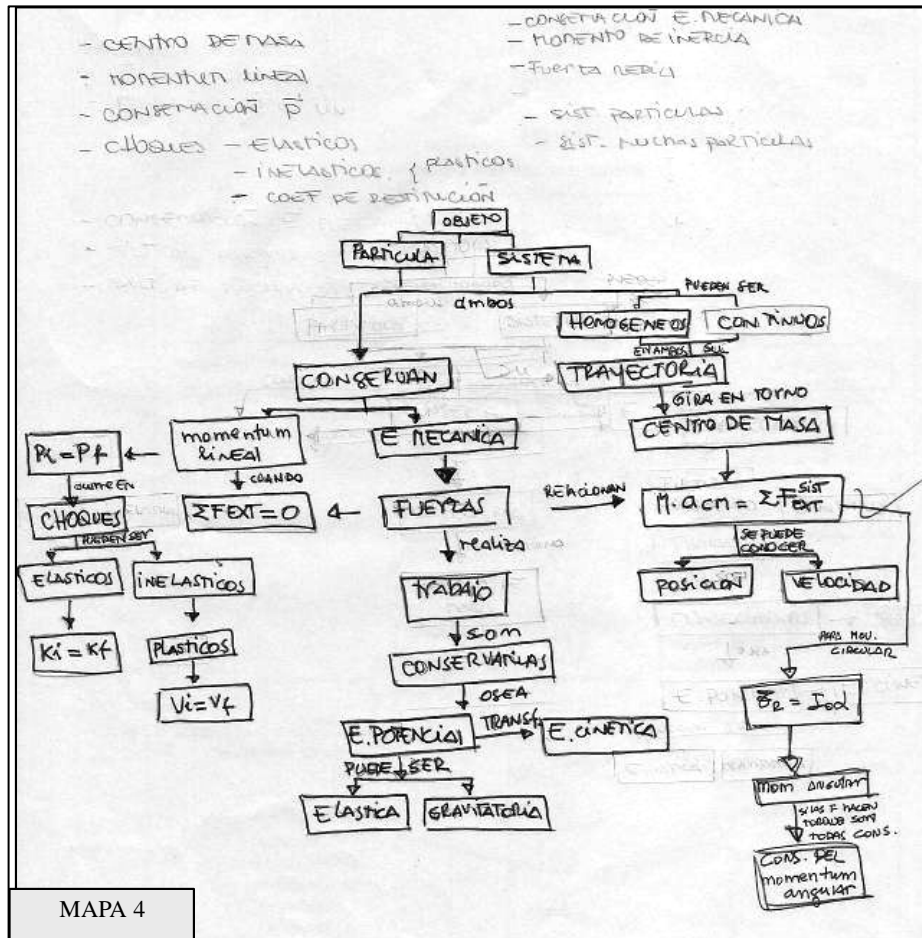
Mapas conceptuales de VELMARI



MAPA 2

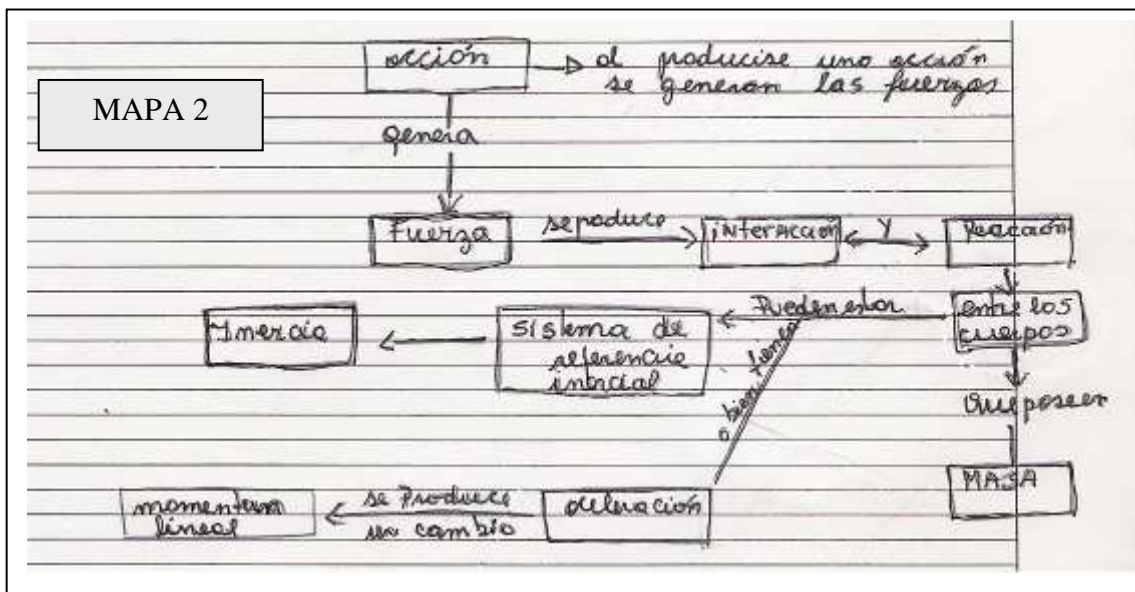
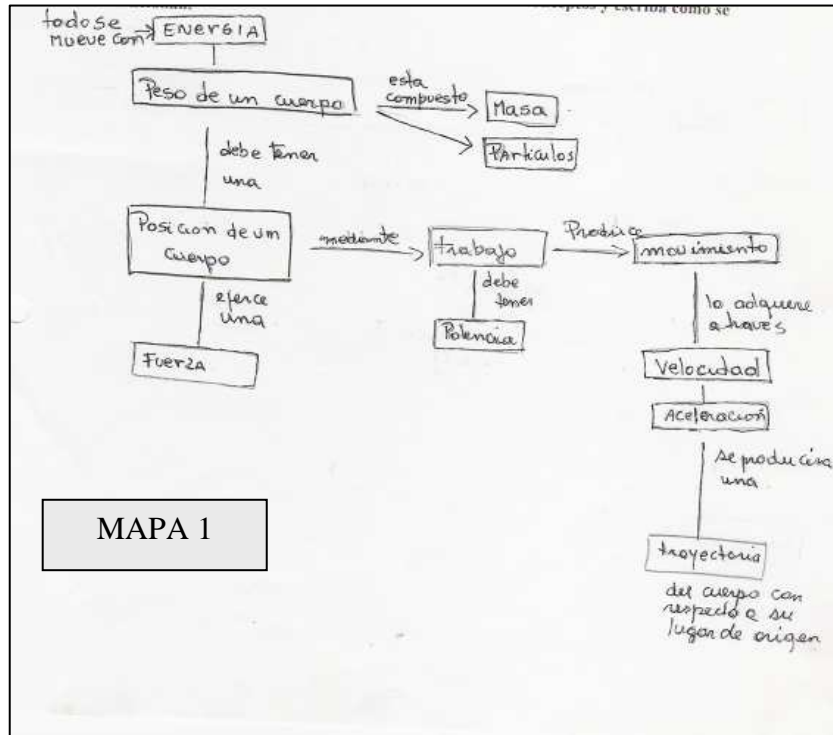


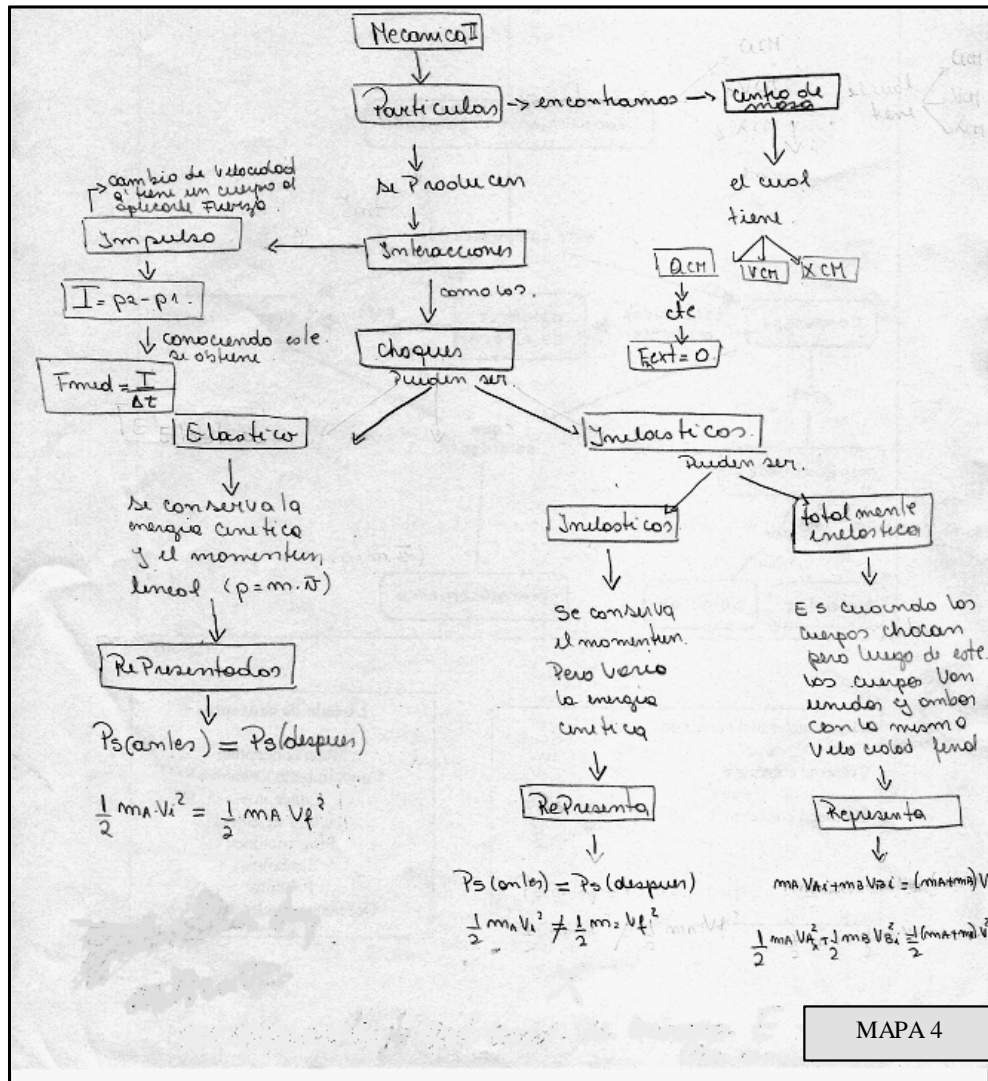
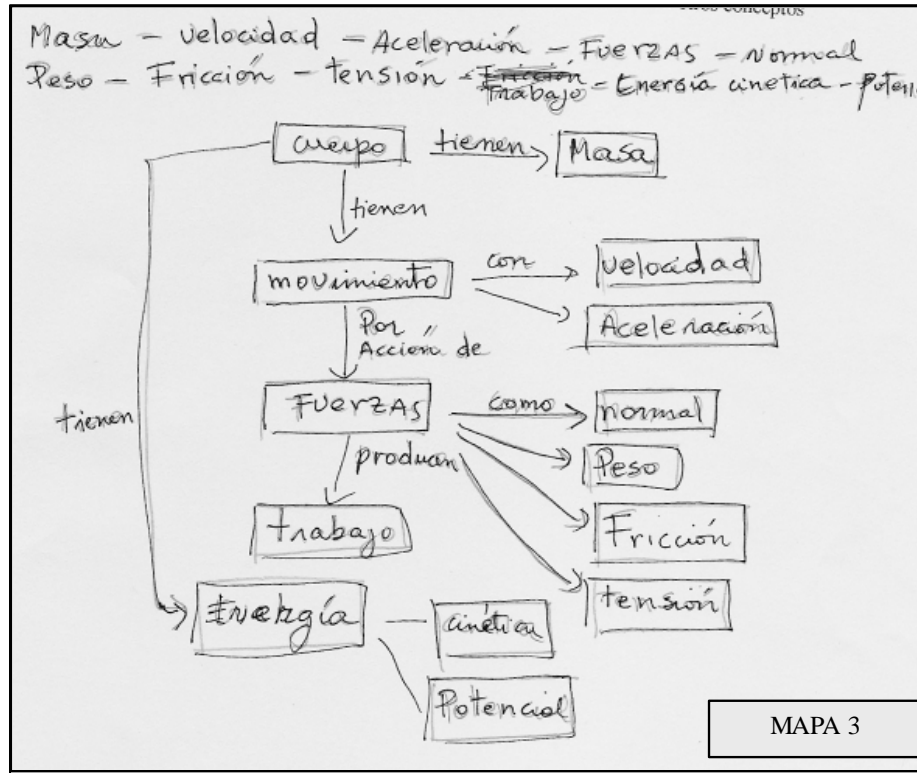
MAPA 3

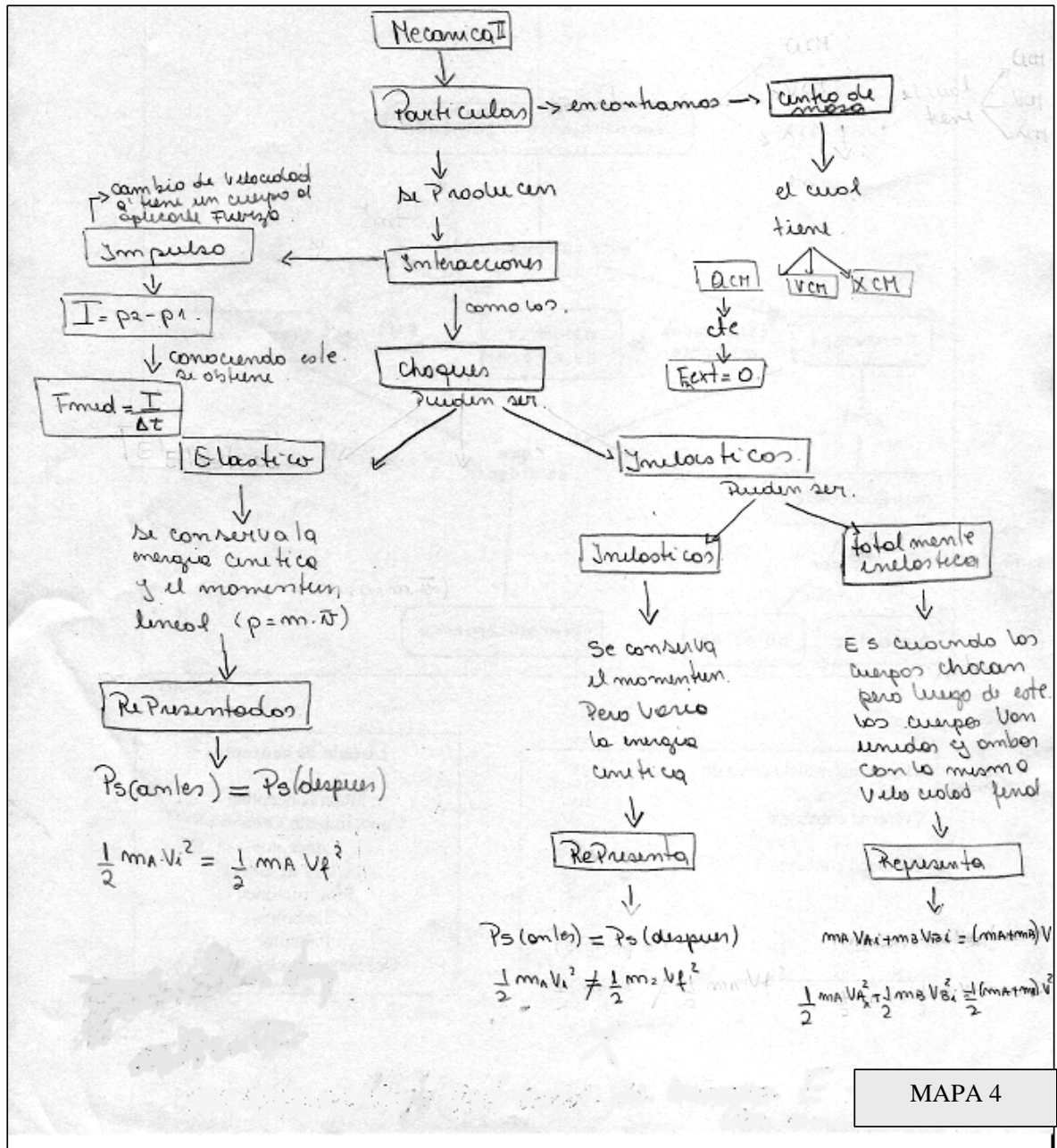


MAPA 4

Mapas conceptuales de ALCAPAU

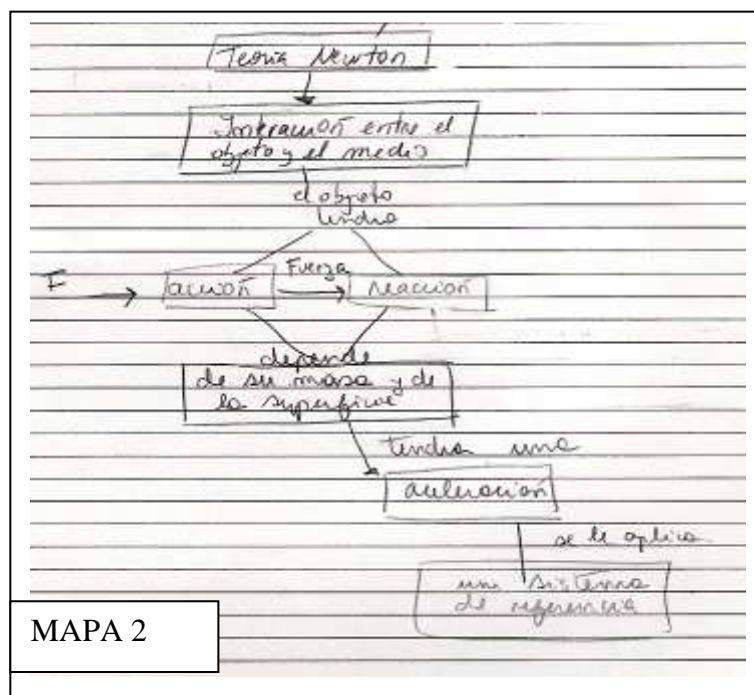
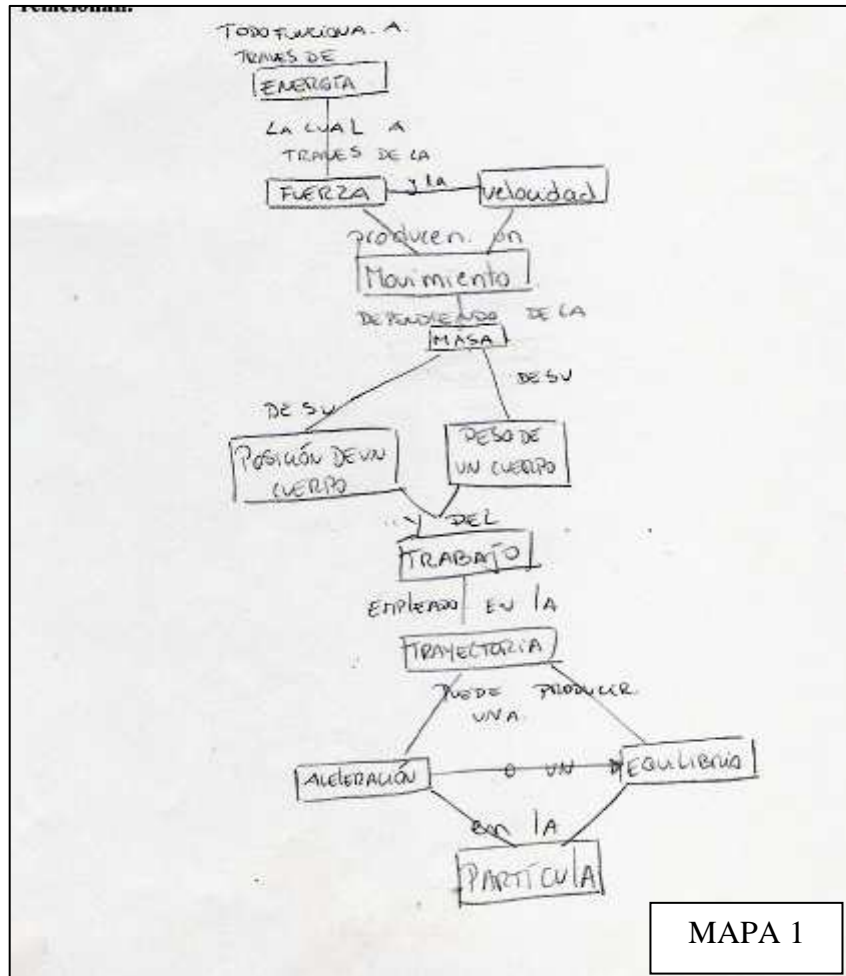


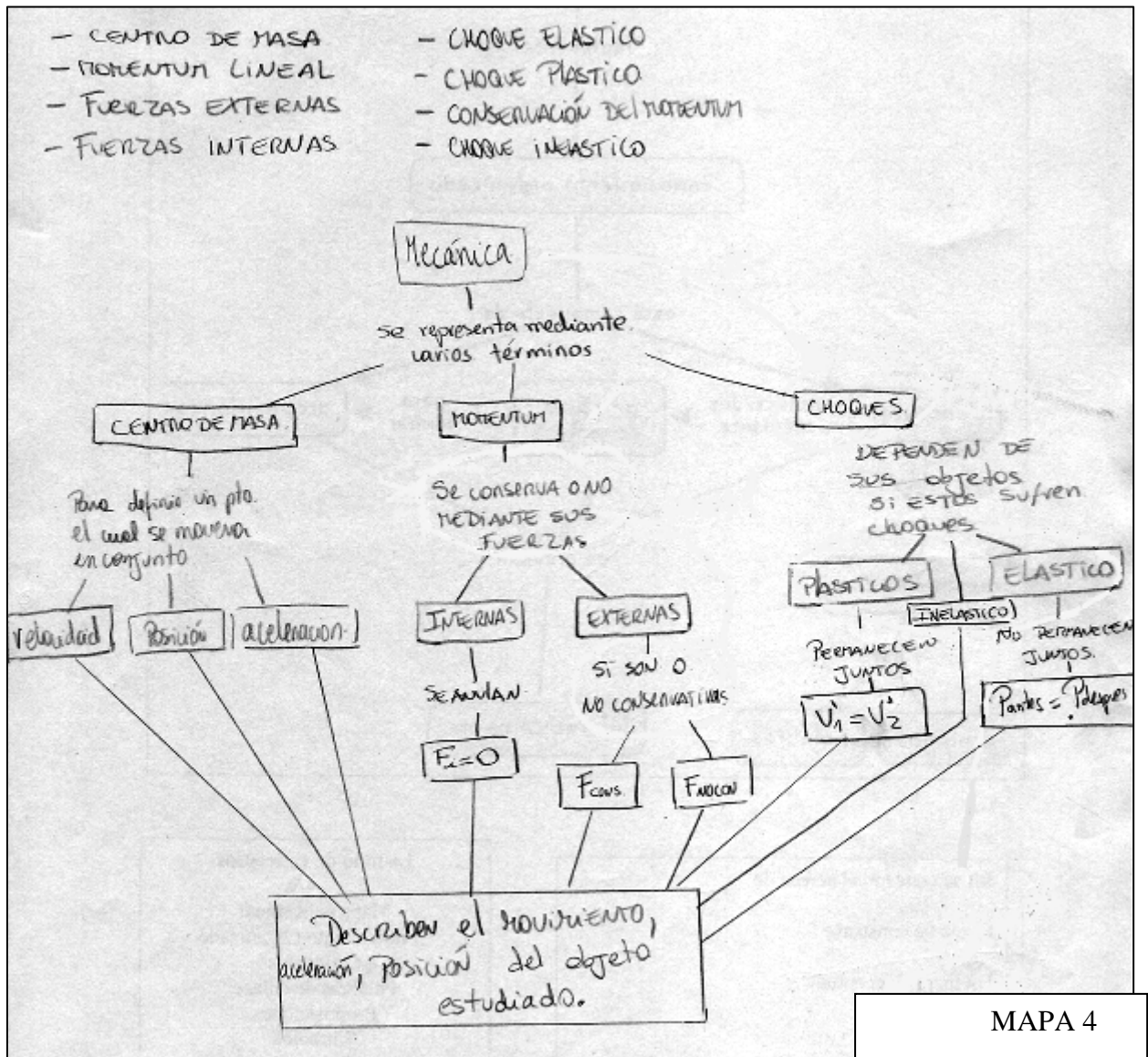




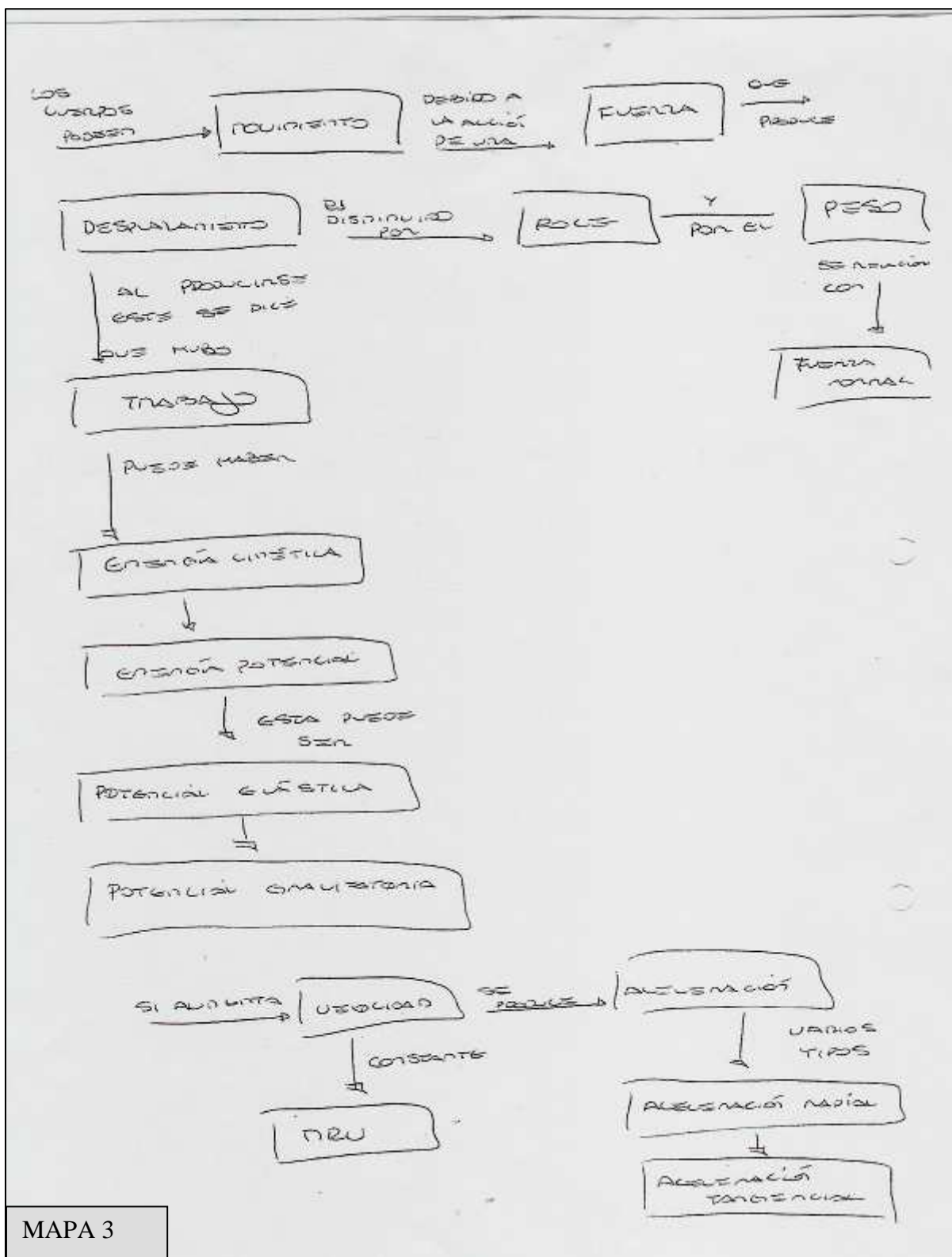
MAPA 4

Mapas Conceptuales de CARMOJO

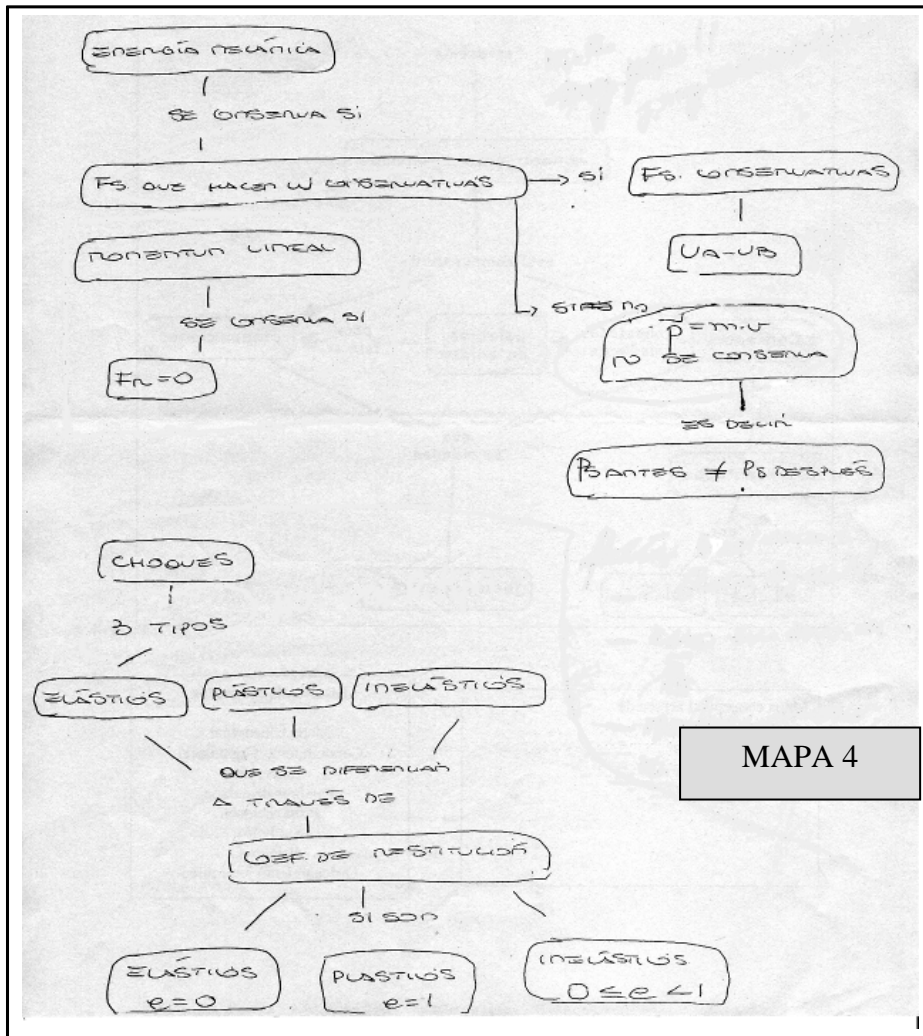




Mapas conceptuales de CHAMOMIUR.

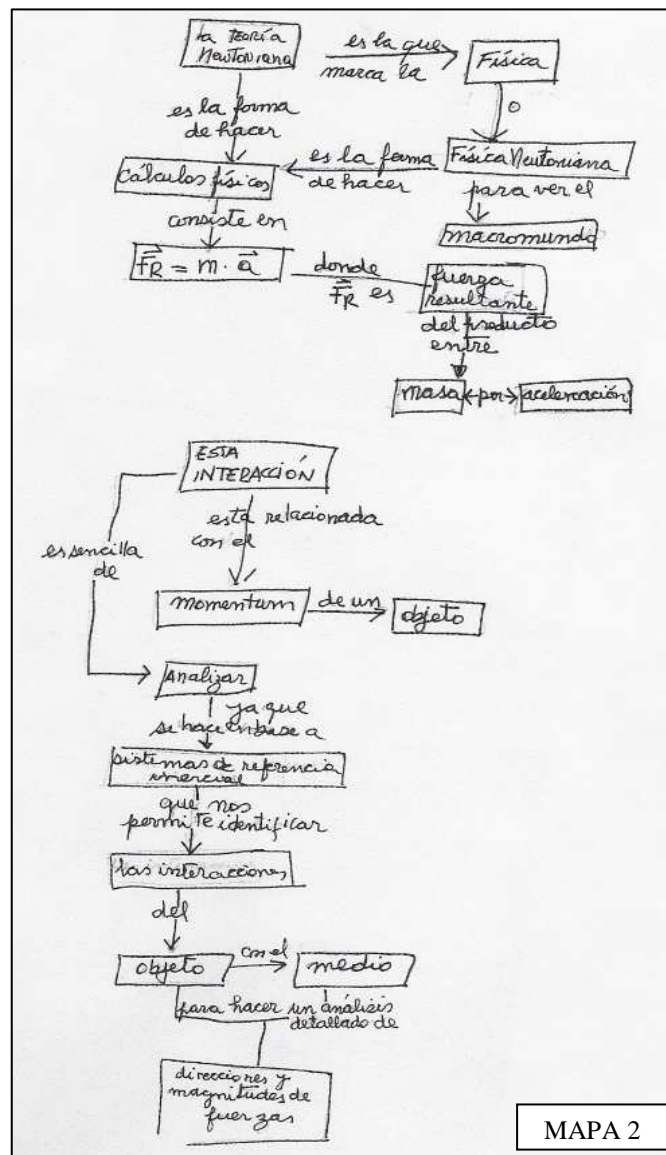
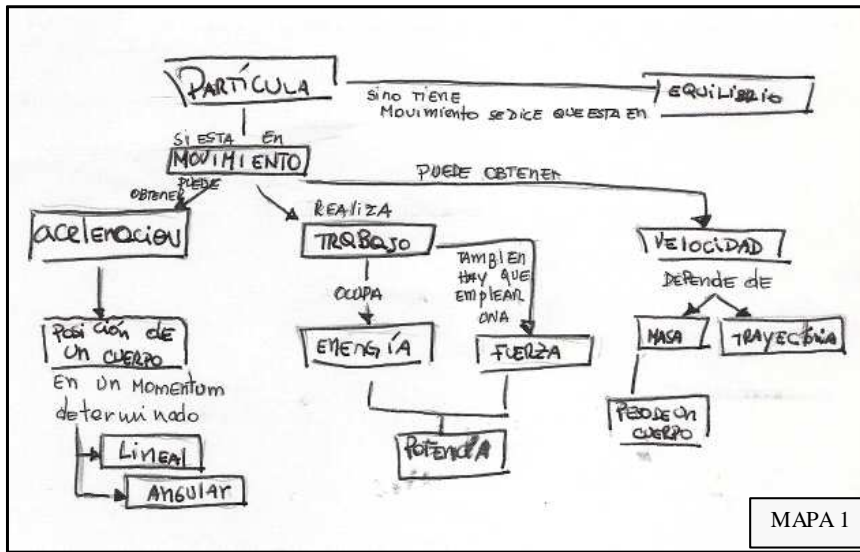


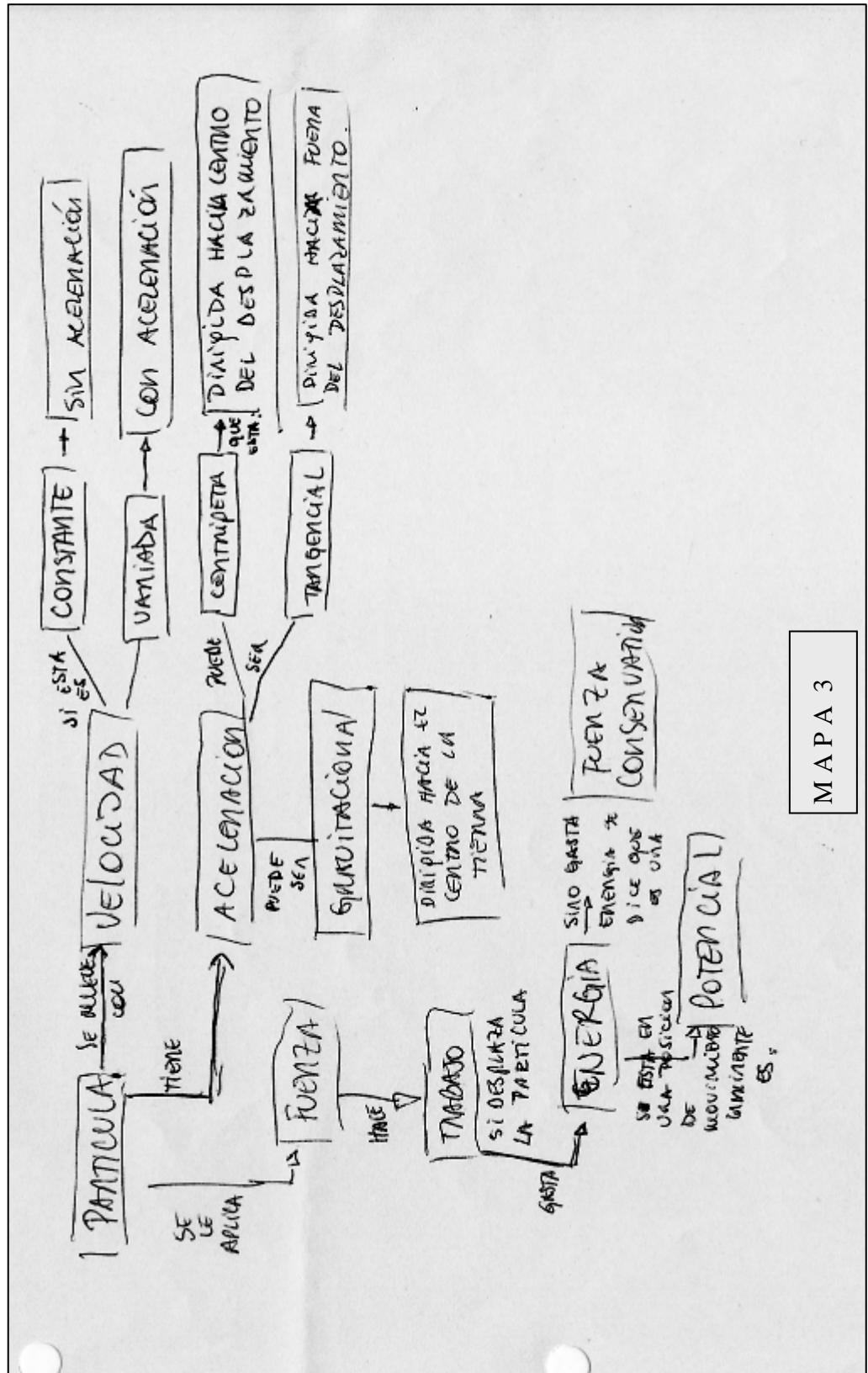
MAPA 3



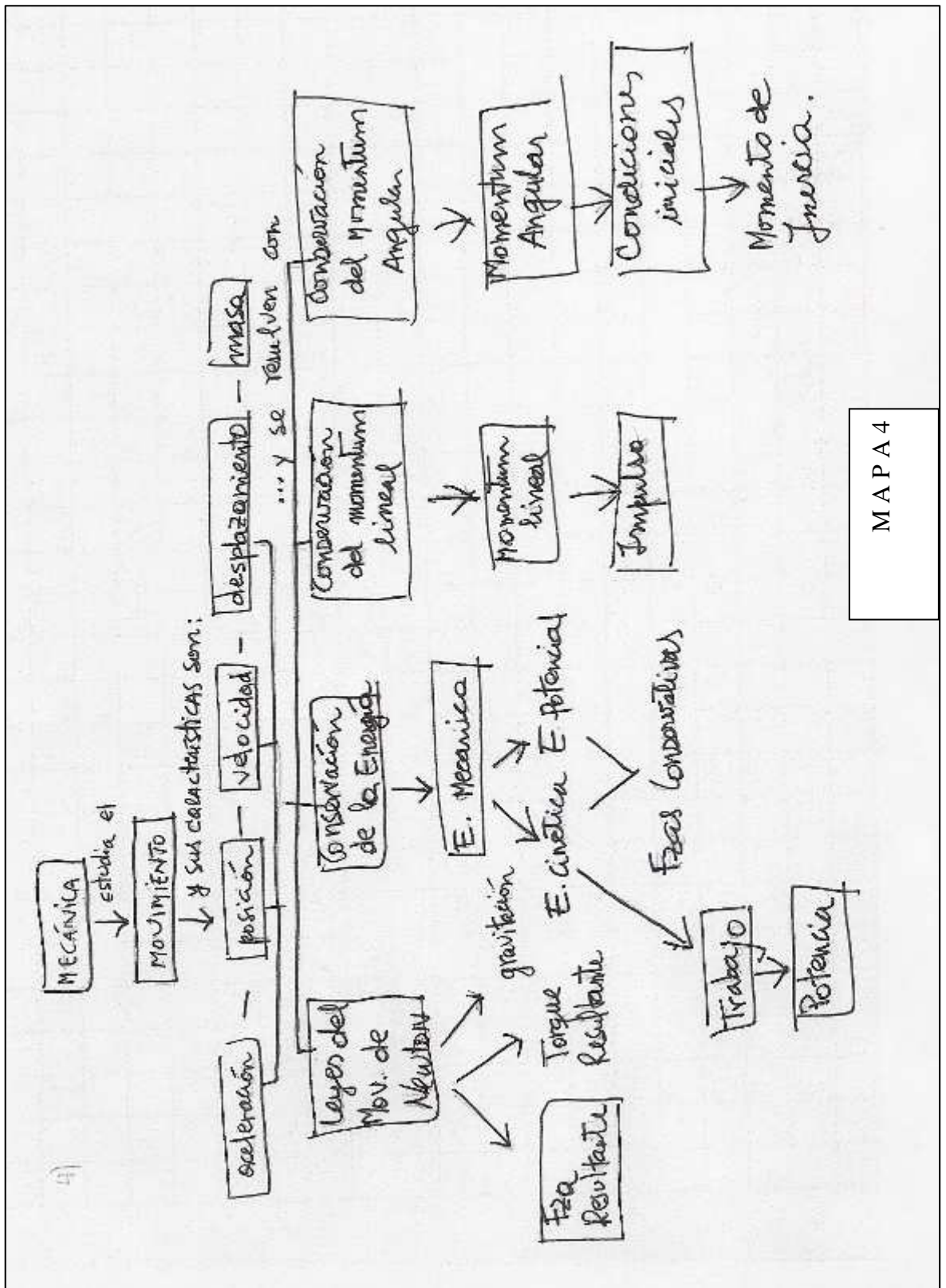
MAPA 4

Mapas conceptuales de NURRO





MAPA 3



MAPA 4

ANEXO E: Pauta de Evaluación de mapas conceptuales.

En esta pauta se describen los aspectos deseables de encontrar en los mapas construidos por los alumnos. Cada una de las características o ítems señalados a continuación se pondera con un punto.

El alumno que construye el mapa conceptual:

1. Identifica que la “Mecánica Newtoniana” permite describir el movimiento de un cuerpo masivo.
2. Reconoce que la descripción del movimiento de un cuerpo se realiza mediante las variables posición, velocidad, aceleración y trayectoria o mediante su momentum lineal. Se asigna un punto si el estudiante menciona por lo menos dos características.
3. Reconoce que el movimiento de un cuerpo puede ser rectilíneo o curvilíneo.
4. Proporciona ejemplos de movimientos.
5. Reconoce que una fuerza es una interacción entre dos cuerpos.
6. Identifica que las leyes del movimiento de Newton constituyen el núcleo central de la Mecánica y enumera las leyes explícitamente. Reconoce la 2ª ley del movimiento como $\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$, si la masa del cuerpo es constante o como $\vec{F}_R = \frac{d\vec{p}}{dt}$, en donde explica que \vec{p} representa el momentum lineal del cuerpo.
7. Proporciona ejemplos de fuerzas. Se asignará un punto a los estudiantes que mencionen como ejemplo por lo menos dos fuerzas.
8. Identifica que un cuerpo tiene energía cuando tiene la posibilidad de desplazar a otro cuerpo realizando un trabajo sobre él.
9. Identifica que un cuerpo puede tener energía cinética y energías de tipo potencial.
10. Relaciona la energía potencial de un cuerpo con una fuerza conservativa determinada.
11. Reconoce que un cuerpo conserva su energía mecánica si todas las fuerzas que realizan trabajo sobre él son conservativas.

12. Relaciona el trabajo total sobre un cuerpo con la variación de su energía cinética (teorema del trabajo y la energía cinética).
13. Reconoce que la traslación de un sistema de partículas o de un cuerpo sólido se describe a través de su centro de masas.
14. Reconoce que el momentum lineal de una partícula, sistema de partículas o de un cuerpo sólido se conserva cuando la fuerza resultante sobre una partícula es nula o la fuerza resultante externa sobre el sistema de partículas o en un cuerpo sólido es también nula.
15. Reconoce la 2ª ley del movimiento, para la rotación, como $\vec{\tau}_R = I \cdot \vec{\alpha}$, si el momento de inercia I del cuerpo, sistema de partículas o cuerpo sólido es constante o como $\vec{\tau}_R = \frac{d\vec{L}}{dt}$, en donde explica que \vec{L} representa el momentum lineal en cada caso.
16. Reconoce que el momentum angular de una partícula, sistema de partículas o de un cuerpo sólido se conserva cuando el torque resultante sobre una partícula es nulo o el torque resultante externo sobre el sistema de partículas o en un cuerpo sólido es también nulo.

Criterios adicionales utilizados:

1. La valoración de cada ítem de la pauta se considerará correcta solo si cada concepto se relaciona correctamente con otro y no es mencionado solamente.
2. Los mapas construidos por los estudiantes fueron realizados en una sola página de tipo oficio, salvo algunas excepciones en que los estudiantes solicitaron una hoja de mayor espacio para el mapa 4. Luego al aumentar la cantidad de conceptos estudiados, en el tiempo, se observa que los conceptos menos inclusivos, tales como ejemplos específicos, se van reduciendo, favoreciendo la generalización conceptual o el aprendizaje superordenado. Por esta razón los evaluadores (profesor y ayudante) han decidido mantener los puntajes obtenidos la primera vez que estos conceptos se mencionan, en la evaluación de los mapas posteriores. Por ejemplo si en el mapa 2, los estudiantes mencionan algunas fuerzas, obteniendo allí un punto, este punto se agrego en el ítem correspondiente de los mapas 3 y 4, aunque en estos no los haya vuelto a mencionar. Este criterio se utilizó en los ítems 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 13.

ARZOJONA

- 1 E: ¿tomas este ramo por primera vez?
- 2 A: no, por segunda vez
- 3 E: ¿por qué crees que reprobaste la primera vez?
- 4 A: eehhh,... no le pude dedicar tiempo... no empecé muy bien y por cosas de los
- 5 ramos... no le presté mucha atención... eran cuatro pruebas, entonces me fue bien
- 6 en la primera, en la segunda y en la tercera yo pensé que me había ido bien, y fue
- 7 justamente en la prueba en que yo encontré que las preguntas eran medio
- 8 ambiguas y me fui por el lado contrario, entonces me fue mal en todas y según
- 9 yo estaba todo bien, entonces yo con esa prueba pensaba que ya estaría fuera – el
- 10 ramo aprobado – y me podría dedicar a mis otros ramos y no me pasó eso.
- 11 Entonces me dediqué a lo otro y después no me pude recuperar
- 12 E: Y ¿qué consideras tú fue distinto en este ramo con respecto al año pasado?
- 13 A: la forma en que se dictó el ramo.
- 14 E: ¿qué en concreto?
- 15 A: fue más claro,... el experimento que se realizó con nosotros... con respecto a las
- 16 disertaciones y ver como pensaban los otros (científicos pre-galileanos sobre
- 17 fuerza y movimiento) nos ayudó bastante a darnos cuentas de nuestros propios
- 18 errores y empezar a aprender lo que realmente era correcto... a mí eso me ayudó
- 19 harto
- 20 E: pero en el fondo el progreso de los estudiantes tiene que ver con lo que cada uno
- 21 hace también...
- 22 A: si, claro, bueno cada uno le pone de su parte, pero yo estudié igual que el primer
- 23 semestre... igual yo me baso en leer la materia, y después hacer hartos ejercicios;
- 24 mientras más ejercicios yo hago mas seguro me siento para la prueba.
- 25 E: y cuando haces los ejercicios, ¿cómo los eliges?
- 26 A: los hago todos
- 27 E: solo los impares – con respuestas -
- 28 A: no, los hago todos. Primero hago los impares del Serway y del Alonso-Finn,...
- 29 primero hago los impares para saber si uno esta haciéndolos bien o mal
- 30 E: ¿tu idea es hacer tantos ejercicios con la esperanza de que te salga algo parecido
- 31 en la prueba?
- 32 A: no, es que yo encuentro que cada ejercicio tiene algo distinto que otro, entonces
- 33 mientras más ejercicios haga más casos logro ver... entonces así me siento más
- 34 preparado para los ejercicios que vengan (en la prueba).

ARZOJONA

35 E: ¿como para ejercitar tu cabeza...?

36 A: claro, aprendo...

37 E: ¿qué estas aprendiendo cuando eliges los ejercicios?

38 A: siento que... mmm... me demuestro a mí mismo lo que aprendí está bien, esta

39 bien aprendido

40 E: ¿te da una solidez?...

41 A: que lo que aprendí está bien, que me tengo que quedar con eso

42 E: ¿y así vas más tranquilo a las pruebas? ¿Vas (tu) a las pruebas tranquilo?

43 A: si, si siempre estoy tranquilo, pero cuando no me logro preparar muy bien, voy a

44 la prueba igual, pero sé que no me va a ir muy bien... entonces ahí voy...

45 E: ¿y cómo haces para saber si el resultado de un ejercicio está bien,... si no tienes

46 la respuesta del libro?

47 A: no queda mas que... ver si el resultado es... eehhh... que sea lógico.

48 E: ¿cómo es eso?

49 A: ... mmm... que no dé un resultado ridículo... no sé como decirlo... ¿me

50 entiende?

51 E: creo que sí.

52 E: vamos a revisar las pruebas para ver tus errores

53 A: esta prueba – se refiere a la primera en la cual obtiene una deficiente calificación

54 - la materia de esta prueba... no me la aprendí...

55 E:¿movimiento curvilíneo?

56 A: claro, no, movimiento curvilíneo lo entiendo,... pero había una fórmula sobre una

57 sección circular y no tenía... y justamente se ocupaba esa fórmula para resolver

58 este ejercicio...

59 E: O sea que, en el momento de la prueba, ¿tu

60 sabías resolverlo!

61 A: si, pero al no recordar cómo se relaciona un

62 ángulo –se refiere al de 30°- con el recorrido

63 circular (del auto B), me quedé... -se encoge

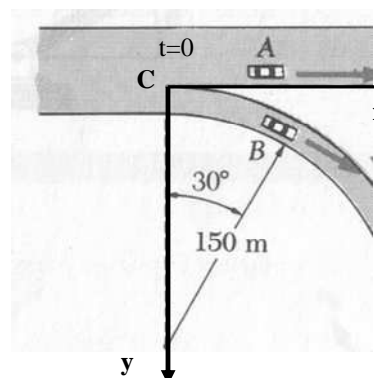
64 de hombros-

65 E: si hubieras tenido el recorrido (de B), dime

66 ¿cómo habías razonado?

67 A: eehhh,... B tiene aceleración centrípeta..., sólo centrípeta, ya que (B) sigue con

68 velocidad constante de 20 m/seg y... el vector apunta al centro –dibuja el vector



ARZOJONA

- 69 aceleración centrípeta correctamente – y de ahí calculo sus componentes...
- 70 haciendo que $a_c = \frac{v^2}{R}$.
- 71 E: ¿por qué B no tendría aceleración tangencial?
- 72 A: es que la velocidad no aumenta... ni disminuye.
- 73 E: ¿y para qué querrías el recorrido de B?
- 74 A: es para conocer t –me muestra en la hoja el recorrido de B -, tendría s –se refiere
- 75 al arco subtendido por el ángulo de 30°- ...tendría v... entonces $v = \frac{s}{t}$... y de ahí
- 76 tendría t... despejando...
- 77 E: ¿eso es lo que habías pensado durante la prueba?
- 78 A: si, pero me quedé trancado (detenido, parado)... por el tema del ángulo... y
- 79 preferí hacer otro ejercicio.
-
- 80 E: ¿cuánto tiempo dedicas para preparar una prueba?
- 81 A: estas pruebas... de física... como yo no quería que me fuera mal,... una semana
- 82 más o menos... empezaba a estudiar. Tenía un grupo de estudio con Peralmar y
- 83 Gonzalore empezamos a estudiar de a poquito, a veces nos quedábamos todo el
- 84 fin de semana y ahí él (ejercicio) que no sabía lo hacía otro y así... a veces había
- 85 un ejercicio que decían lo sé hacer, pero no me explico porque se hace así,
- 86 entonces el que sabía, explicaba.
- 87 E: ¿trabajaban con solucionarios?
- 88 A: ehhh,... teníamos el solucionario del Alonso-Finn, solamente
- 89 E: y lo miraban con frecuencia
- 90 A: si, igual le echábamos, a veces, una mirada
- 91 E: pero a veces cuesta entenderlo o interpretar lo que ha querido decir el autor
- 92 A: exactamente, ya que como Ud. decía no existe una sola forma de resolver,...
- 93 entonces cuando yo explicaba a una persona, tenía que tener claro que era mi
- 94 punto de vista, como yo lo enfrentaba.
- 95 E: Cuando tú resuelves un problema, supongo que lo lees primero,
- 96 A: claro...
- 97 E: a pesar que me he dado cuenta que a veces... (los estudiantes) no leen bien los
- 98 problemas, los enunciados, tanto así que cuando un alumno me pregunta algo,
- 99 siempre está, lo que se pregunta en el enunciado.

ARZOJONA

100 A: debe ser por el nerviosismo y porque uno sabe que esa prueba va a ser evaluada,
101 entonces uno no se quiere equivocar y ante la más mínima duda uno necesita la
102 aprobación de la profesora, para saber que lo que uno está interpretando está
103 bien.

104 E: ¿para reafirmar?

105 A: exactamente.

106 E: ¿y tu también necesitas esta reafirmación al resolver ejercicios?, ¿y si no está la
107 profesora?

108 A: bueno,... lo discuto con los compañeros... trato de comprobar el resultado de
109 alguna forma...

110 E: cuándo tu estas en la casa, tranquilo, me puedes comentar ¿qué procedimiento
111 usas para enfrentar un problema? o ¿para estudiar?

112 A: eehhh,... para estudiar, no me pongo a hacer ejercicios al tiro – de inmediato –
113 primero me leo la materia, la de las clases y después leo los libros, de preferencia
114 el Serway, ya que me acostumbré al formato del Serway. Eehhh,... si me quedaba
115 bien clara la materia con lo que Ud. hizo en clases y con lo que (yo) tenía en el
116 cuaderno y los ejercicios me salían al tiro... le echaba una ojeada al libro
117 solamente...

118 E: ¿para complementar?

119 A: claro, pero cuando no me quedaban muy claro cosas que no sabía de donde
120 salían... ése es mi problema, que necesito saber de donde salen todas las cosas,
121 por que si no,... me cuesta memorizar, entonces si entiendo las cosas, puedo
122 sacar lo que sea. Entonces si la cosa no me queda clara con la clase, ahí recurría
123 a leerme toda la materia del libro... para ver de dónde salían todas las fórmulas, a
124 que se llegaba...

125 E: porque fórmulas por fórmulas no te sirven...

126 A: no me sirven,... de hecho igual las memorizo, pero cuando sé de donde vienen. A
127 veces se me olvidan, pero como sé de donde vienen, entonces las puedo...
128 rescatar. Eehhh,... luego que sé que la materia la tengo clara y sé que estoy bien,
129 empiezo recién a hacer ejercicios...

130 E: Cuándo eliges un ejercicio y lo lees bien, ¿qué haces después?. ¿Se te ocurre la
131 solución como un chispazo o cómo?

132 A: En verdad no escribo nada hasta tener una idea de cómo empezar a hacerlo

133 E: ¿hasta tener claridad del enunciado?

ARZOJONA

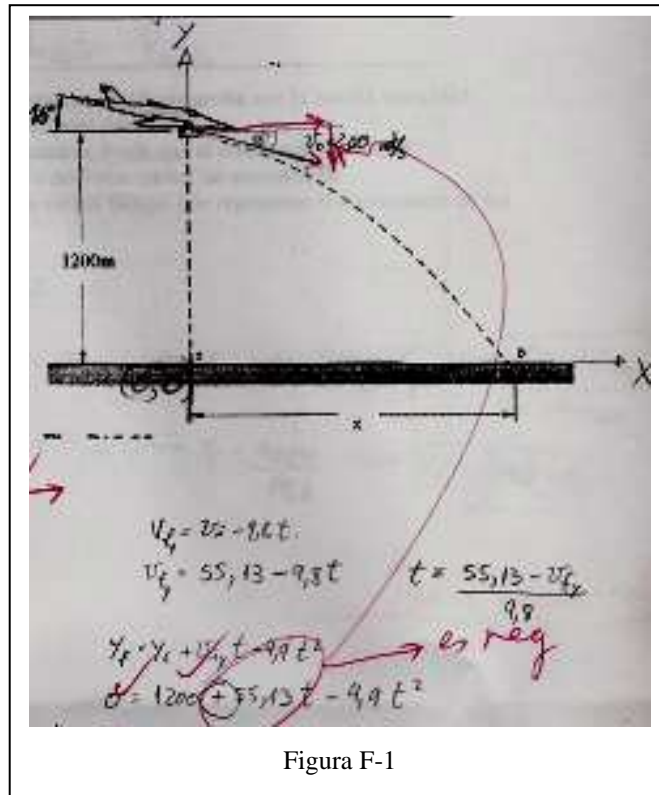
- 134 A: claro, leo el ejercicio, lo comprendo y veo lo que me piden, hago un dibujo o
 135 esquema... para tener más claro el ejercicio y después que lo tengo claro y veo lo
 136 que me están pidiendo y qué es lo que me dan como datos ... ahí dije si puedo
 137 sacar directamente el ejercicio, pero sino, hago unas fórmulas para ver que puedo
 138 sacar, que es lo que tengo que hacer para sacar lo que me piden y luego veo si lo
 139 que necesito lo tengo o lo tengo que deducir y ahí me pongo a...
- 140 E: y se te ocurren al tiro – de inmediato – la solución o no?
- 141 A: a veces, a veces como que, yo le llamo, veo la luz... ja, ja,... y de repente, mis
 142 compañeros me dicen ¿y como lo hiciste? no sé ví la luz, les digo, ja-ja... lo
 143 ví, lo resuelvo un poquito y como que caché (me dí cuenta) al tiro (de inmediato)
 144 por donde tenía que ir.
- 145 E: ¿Qué pasa por tu cabeza en el instante que tus ves la luz?
- 146 A: mmm
- 147 E: es que imaginas la situación?, ¿el movimiento?
- 148 A: si sabe, yo creo que es eso, es como que uno combina lo que uno puede deducir y
 149 ... cuando... lo que uno hace cuando... deduce... combinado con lo que uno
 150 aprende... entonces yo decía... yo creería que esto, por ejemplo, - dibuja un plano
 151 inclinado con una rueda que desciende por él - una ruedita va rodar, va a rodar y
 152 aumentando la velocidad... y cuando llega abajo tiene una velocidad, pero, la
 153 materia dice,... o Newton dice... entonces ahí uno ya ... empieza a culminar la
 154 materia ... pero como que no tengo un método claro, como que me adapto a cada
 155 ejercicio
-
- 156 E: Dime cuanto es $18+5$
- 157 A: $18+5$ serían veintitrés
- 158 E: me podrías explicar cómo lo hiciste
- 159 A: mmm
- 160 E: porque de memoria no lo debes saber
- 161 A: no mmm
- 162 E: de nuevo a ver si eres más consciente ahora, ¿cuanto es $36+7$?
- 163 A: ehhh, así saco las cosas.
- 164 E: a ver, cuéntame.
- 165 A: aahhh que raro, no me había hecho nunca esa pregunta, que raro... a ver el
 166 $36+7$,... como que no lo puedo sumar directamente el $36+7$, me cuesta, entonces
 167 como que el 6 lo dejé de lado y pesqué el 7 e hice $37+6$ porque es más fácil

ARZOJONA

- 168 pensar en eso... entonces hago $37 + 3 + 3$ o sea $40 + 3$ y tengo 43 al tiro (de
 169 inmediato). Como que se me hace más fácil trabajar con números pares que
 170 impares.
- 171 E: $27+14$
- 172 A: $27+14... 41$
- 173 E: como lo hiciste
- 174 A: $27+10+4=37+4,... 41$
- 175 E: tu no eres consciente de lo que haces?
- 176 A: no, ahora si... recién lo veo
- 177 E: en el caso de las notas, por ejemplo, qué promedio te da 6,2 y 4,8
- 178 A: mmm... ... tomando esos dos solamente?
- 179 E: si
- 180 A: mmm... mmm... aahhh, la división ahí me (complica)
- 181 E: ya no importa.
- 182 A: tengo que hacerlo con un lápiz.
-
- 183 E: ahora, cuando resuelves problemas en física, ¿eres consciente de lo que haces?,
 184 porque aquí (en las sumas) no tenías conciencia de lo que hacías y habías dicho
 185 que al enfrentarte a un problema de repente se te ocurre,... ¿eso es inconsciente?
 186 O tu te planificas
- 187 A: mmm... ... generalmente hay una planificación, al comienzo hay una
 188 planificación, pero después que uno ya... logra cierta práctica, en cierta manera
 189 como que uno cubre todos los casos, como que ya uno es inconsciente de lo que
 190 hace, debe ser lo mismo que con el (acto de) sumar... yo no me acuerdo, pero
 191 debe ser que alguna vez lo planifique así, pero ya... como se utiliza tanto... uno
 192 reacciona no más, entonces lo mismo debe ser para esto – se refiere a la
 193 resolución de problemas - . Cuando uno está recién aprendiendo, uno necesita
 194 planificar.
- 195 E: qué se te viene a la cabeza con la palabra física
- 196 A: eehhh,... fuerza,... movimiento y... máquinas
- 197 E: ¿cómo tú podrías explicar a tu hermano chico o a tus padres de qué trata el curso
 198 de Mecánica?
- 199 A: eehhh... ¿qué se lo explique a ellos?
- 200 : si, ¿cómo lo harías?, ¿de qué se trata este curso?

- 201 A: - piensa en silencio - según lo que aprendí yo se estudia a los cuerpos en
 202 movimientos, de predecirlos, analizarlos...a predecir su movimiento...
 203 conociendo el entorno en que... en que están o en que se mueven..., es lo que
 204 aprendí,... a estudiar los diferentes movimientos de un cuerpo.
- 205 E: ¿Y cuál es el respaldo teórico en que se basa este estudio?
- 206 A: bueno,... la segunda ley de Newton o las leyes de Newton. Eso, más que nada la
 207 segunda ley.
- 208 E: estudiamos en el curso tres unidades que son cinemática, dinámica con la
 209 aplicación de las leyes de Newton y trabajo, energía y potencia; ¿Tú ves alguna
 210 relación entre estos temas? o ¿las ves como temas independientes?
- 211 A: aahhh...(piensa)... mmm... definitivamente son temas que están relacionados
 212 entre si, pero el orden en que Ud. pasó la materia, fue el óptimo, porque Ud.
 213 precisamente mostró la integración entre los temas. En el curso anterior... no fue
 214 así...
- 215 E: cuando tu ves expresada la segunda ley de Newton de la forma $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$, ¿tu
 216 podrías indicarme en que o donde se encuentran representadas las tres unidades?
- 217 A: - silencio -
- 218 E: ¿entiendes lo que te pregunto?, ¿dónde, en este respaldo teórico que tu dices están
 219 representados el movimiento de un cuerpo o la dinámica?
- 220 A: - carraspea – se supone que se hiciese una experiencia de colisiones bueno
 221 cuando vimos choques aplicamos conservación del momentum lineal...
- 222 E: ya y que más
- 223 A: no sabría,... no sabría...
-
- 224 E: cuando tienes alguna duda, ¿consultas o discutes con alguien?
- 225 A: Si, no puedo quedarme con algo que no... entienda.
- 226 E: veamos tus pruebas. ¿Qué te pasó en esta pregunta?- señalo la pregunta 2 de la
 227 primera prueba en que se equivoca en la dirección de la componente v_y de la
 228 velocidad inicial de la bomba (ver figura F-1).
- 229 A: Sabe, aquí tengo muy claro en qué me equivoqué... como diría cualquier alumno
 230 aquí me equivoque en una estupidez... fue en colocar el signo del vector...
 231 obviamente aquí según mis ejes de coordenadas eso era hacia abajo, era
 232 negativo.
- 233 E: ¿y porque te ocurrió eso?

234 A: tiene que ver con los nervios. Es que cuando uno estudia tanto y está presionado



235 por la hora... una hora y media, no es satisfactorio que se termine el tiempo (que
236 se dispone), y no alcanzar a demostrar todo lo que uno sabe y esa tensión... todo
237 tiene que ser rápido, rápido...

238 E: siento que hay como una lucha contra el mecanicismo o no?... tengo la idea que
239 tu, como has dicho, no puedes entender(algo) si no sabes de donde proviene, ¿es
240 así? Siento que al disponer de poco tiempo en la prueba te transformas en un
241 “resolvidor” mecánico a pesar que sabes que lo que escribes debes entenderlo.
242 No crees que este error lo has cometido de atarantado, te sentiste presionado a
243 disparar eso y no pensaste acerca de los que estabas escribiendo

244 A: si, pero si eso lo tenía claro,...

245 E: ¿y cuándo te diste cuenta de tu error

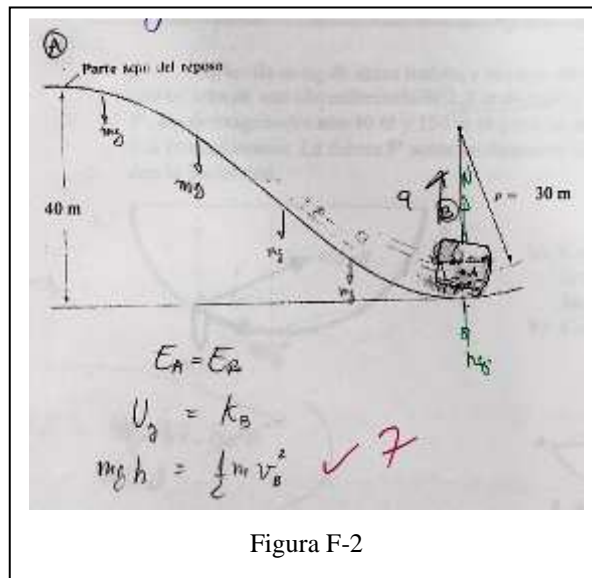
246 A: cuando me entregó la prueba, si antes yo mismo le había explicado (los
247 problemas de la prueba) a mis compañeros

248 E: para la segunda prueba, ¿estabas más tranquilo?, ¿habías hecho problemas
249 parecidos a éstos? – señalo la segunda prueba -

250 A: como este no – señala el problema 2 de la 2ª prueba, el del ascensor - , pero como
251 este otro si, salían en todos lados...

ARZOJONA

- 252 E: es que es un ejercicio típico (clásico o que aparece en todos los textos), pero a
 253 pesar que no habías hecho ejercicios como este – vuelvo a señalar el del
 254 ascensor, tienes bien la solución.
- 255 A: si, es que tenía los conceptos claros, yo sabía que la fuerza normal sobre el niño
 256 es lo que marca la balanza, porque Ud. lo había mencionado al hablar de la
 257 fuerza que uno hace sobre una pared (que es igual a la fuerza que pared hace
 258 sobre su mano)... acción y reacción.
- 259 E: este – el problema 3 – estaba impecable.
- 260 A: En éste – me muestra el 2^{do} problema de la 3^a prueba (figura F-2) – quiero saber
 261 ¿en qué me equivoqué?
- 262 E: aahhh... es el mismo error de Gonzalore
- 263 A: ya
- 264 E: aquí se pregunta la fuerza que hace el carro sobre el tobogán (o sobre la pista).
- 265 A: la fuerza del carro hacia el tobogán –repite -
- 266 E: fíjate, primero tu calculas (por conservación de la energía mecánica) la velocidad
 267 del carro...
- 268 A: en ese punto – señala el
 269 punto más bajo del tobogán -
- 270 E: dime ¿qué fuerzas estarían
 271 actuando sobre la
 272 niña+tobogán?
- 273 A: bueno hacia abajo su masa –
 274 y escribe el peso en la prueba
 275 –, hacia arriba una normal
 276 que evita que el conjunto
 277 siga bajando
 278 evidentemente...
- 279 E: quien hace esa normal
- 280 A: el piso sobre el carrito junto a la niña.
- 281 E: y esas fuerzas suman cero?
- 282 A: en ese punto como las fuerzas son verticales suman cero – en figura F-3 escribe
 283 algo diferente-
- 284 E: eeee... eso no dice la 2^a ley de Newton... te estoy haciendo caer – quiero decir te
 285 estoy poniendo una trampa -. Porque de acuerdo con la 1^a ley (de Newton)



ARZOJONA

286 cuando la fuerza resultante es cero se tienen dos opciones, o el cuerpo esta en
287 reposo o se mueve con movimiento rectilíneo uniforme.

288 A: - escucha – claro – solo atina a decir -.

289 E: entonces lo que pasa ahí es que las
290 fuerzas tienen dirección radial, en
291 dirección al radio de curvatura (del
292 tobogán), luego hay que sumar las
293 fuerzas (sobre carro+niña) en dirección
294 radial que es igual a la masa por la
295 aceleración centrípeta, que apunta hacia
296 arriba

Figura F-3

297 A: si,... eso fue lo que hice aquí

298 E: si, pero la 2ª ley de Newton dice que es
299 la fuerza total (sobre la niña +carro). A ver, escribe las fuerzas, date cuenta que
300 aquí no se pregunta la fuerza total sino que la fuerza normal –escribe
301 correctamente como se ve en figura F-4),

302 A: si, ya me doy cuenta. Debí escribir... la aceleración es hacia arriba por lo tanto la
303 normal será positiva menos su peso sería igual
304 a la masa por la aceleración centrípeta

305 E: esa fuerza normal la hace...

306 A: la pista sobre el carro

307 E: pero la pregunta es la fuerza que hace el carro

308 sobre la pista

309 A: la normal... .. aahhh, el carro sobre el tobogán,... es que el carro hace una fuerza
310 sobre la pista y la pista tiene que hacer la misma fuerza sobre el carro, por lo
311 tanto es equivalente,... es la normal... acción y reacción otra vez.

312 E: En este problema – señalo el problema 3 de la 3ª prueba, en figura F-5 – no
313 distinguiste que la fuerza F, – que es tangente al arco metálico, en todo momento
314 – es una fuerza variable.

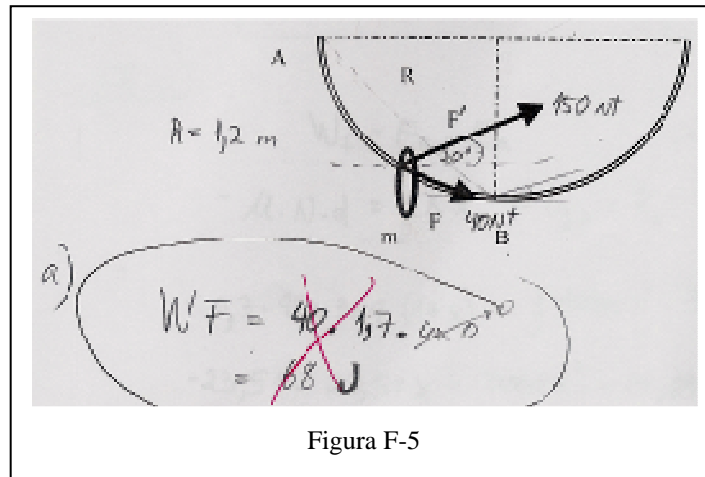
315 A: ¿se refiere a que es variable porque cambia su dirección?

316 E: si

317 A: en verdad no me di cuenta, sólo me fijé en que la magnitud de la fuerza era
318 constante.

Figura F-4

319 E: el próximo semestre no seguiremos juntos. Espero que el cambio de profesor no
 320 afecte tu forma de estudio.



321 A: no, la verdad es que el profesor es importante en relación al trato y comunicación
 322 que tenga con los alumnos. Más que nada lo importante creo que es... lo
 323 importante de ir a clases y de tener un profesor conocido... es que uno va y
 324 entiende todo lo que dice...

325 E: ¿y la confianza?

326 A: claro

327 E: pero la confianza la logras con el tiempo

328 A: es mucho mejor ir a clases que... aprender oralmente... que ir a un libro y
 329 entenderlo, porque eso es más complicado.

330 E: Cuando tu estas en una clase, ¿siempre aceptas lo que dice el profesor?

331 A: por el hecho de que esta hablando el profesor uno esta predisposto a aceptar
 332 inmediatamente

333 E: pero si hay algo de lo que tu no estas de acuerdo o no entiendes te quedas
 334 tranquilo o reaccionas al tiro - al momento -.

335 A: a mi me gusta preguntar, no al tiro – de inmediato – en la clases, porque de
 336 repente uno es objeto de burlas (de sus compañeros o de su profesor), pero
 337 después atino a acercarme al profesor a preguntarle por qué esto o esto otro, para
 338 ver si estoy bien yo o si estoy mal (entendiendo) y si estoy mal, porqué... a mi
 339 me gusta que me expliquen como debería enfrentar el problema para darme
 340 cuenta que estoy mal. A veces me dicen, ¡noooo, estai mal! – que esta
 341 equivocado – porque en realidad es esto(otro), entonces yo digo por qué,... ¡yo
 342 no lo veo que sea así! ...

ARZOJONA

343 E: ¿quedas intranquilo?

344 A: quedo intranquilo, entonces me gustaría, - simula a un profesor – no, lo que tu

345 tenis que hacer es... tu deberías pensar de esta manera, porque esto es así...

346 entonces ahí cambia todo mi esquema y boto todo lo que yo pensaba que era

347 bueno y me quedo con lo que (el profesor me indica que) es correcto.

348 E: tu necesitas un formulario cuando estás estudiando?, ¿te sirve de algo un

349 formulario?

350 A: para... – piensa un momento – Bueno igual es necesario para las personas que

351 tienen mala memoria.

352 E: si, pero para ti, en particular.

353 A: no, no lo necesito, de hecho no ocupo formulario, porque si se estudia y se hacen

354 ejercicios y... bueno, en la materia se ocupan las mismas fórmulas, entonces uno

355 ya sabe eso y las desglosa para un lado o para otro. Pero tener un formulario... a

356 veces ayuda, porque a veces si uno se olvida tiene la seguridad de que puede

357 recurrir a eso.

358 E: ¿y no perder el tiempo en tratar de recordar o deducir una expresión?

359 A: claro, o sea igual si es permitido tener un formulario en clases (o pruebas) es

360 mejor llevarlo que no llevarlo, porque en un determinado caso puede recurrir a él

361 y ni no lo tiene pierde tiempo y uno optimiza en las pruebas.

362 E: bien, pues eso sería todo, agradezco tu disposición

BADAVI

- 1 E: Dime Si tu haces este ramo por primera o segunda vez.
- 2 A: Por segunda vez. La primera vez lo hice con otra carrera y éramos como ochenta
3 alumnos en la sala, entonces era difícil poner atención a la clase porque... me
4 costaba concentrarme...
- 5 E: ¿no podías hacer preguntas en la clase?, ¿te quedabas con dudas?
- 6 A: no podía... una porque a veces quedaba muy atrás en la sala... también porque a
7 veces no me atrevía a preguntar por temor... mis compañeros se podían burlar...
8 es que en el colegio que estudié vimos muy poca física...
- 9 E: ¿por qué?
- 10 A: Es que el profesor que teníamos era un profesor de Biología.
- 11 E: ¿No había en tu colegio un profesor de Física?
- 12 A: no, entonces a veces el profesor faltaba y pasábamos muy poca materia...casi
13 nada. Los vectores nunca los vimos. Casi siempre se trataba de aplicación de
14 formulas en que se tenían casi todos los datos.
- 15 E: Pero tu reprobaste terminando el ramo o lo abandonaste a mitad de semestre.
- 16 A: No. Yo di todas las pruebas. Pero las encontraba muy difícil... no entendía las
17 preguntas... es que eran de tipo test. Y como eran 20 preguntas como problemas,
18 me desesperaba... me ponía nervioso y al final casi respondía sin pensar...y me
19 iba mal. Reprobé con muy mala nota.
- 20 E: Entonces ¿como es que elegiste una carrera de Ingeniería?, ¿no sabías que tenías
21 que estudiar Física?
- 22 A: Es que estaba muy desorientado. Yo vine acá por lo de ambiental. Siempre me
23 gustó lo del medio ambiente y eso de la preservación de los recursos naturales.
24 Ni siquiera pensé en el plan de estudios.
- 25 E: Y ahora que llevas más de un año en esta carrera, ¿Qué piensas?.
- 26 A: No igual me gusta, y la física me gusta también, el problema eran los problemas
27 – ríe-
- 28 E: ¿cómo es eso?
- 29 A: Lo que pasa es que estudiaba y la mayoría de las veces entendía la materia...
30 pero no sabía como resolver los problemas... no podía.
- 31 E: y ahora ¿cómo enfrentaste el ramo?, ¿que fue distinto este semestre con relación
32 al semestre anterior?
- 33 A: Todo.
- 34 E: ¿cómo es eso?

BADAVI

35 A: a ver... primero este curso tenía menos alumnos y yo llegaba temprano a las
36 clases para quedar sentado en la primera fila... para poder hacer preguntas de lo
37 que no entendía. Decidí no tomar apuntes sólo poner atención en clases.

38 E: ¿y cómo estudiabas entonces?

39 A: bueno, fotocopí el libro y estudiaba la materia de él tratando de recordar lo que
40 se decía en clases. Eso me costó un poco porque Ud. no sigue el libro de la
41 misma forma. Después me conseguía la materia con una compañera que tenía
42 ordenado sus cuadernos y les sacaba fotocopia o anotaba solo los temas que se
43 veían en clases.

44 E: ¿con cuanto tiempo preparabas tus pruebas?

45 A: No, yo estudiaba todas las semanas. No quería reprobar otra vez. Los talleres me
46 sirvieron mucho para obligarme a venir preparado. De hecho yo resolvía
47 problemas antes del taller.

48 E: Pero si no sabías como enfrentarlos.

49 A: Si, pero con el taller fui aprendiendo. Tanto Ud. como el ayudante me fueron
50 indicando como hacerlo hasta que fui adquiriendo una práctica.

51 E: ¿Hacías muchos ejercicios?

52 A: hacía ejercicios, pero no tantos ya que tenía muchos ramos... pero si me
53 preocupaba de venir preparado al taller, de leer la materia, de tratar de resolver
54 los ejercicios de las guías antes...

55 E: ¿cómo elegías los problemas que resolvías?

56 A: empezaba por los primeros de cada capítulo, pero hacía solo los que tenían
57 respuesta. A veces cuando no llegaba a la respuesta le preguntaba a Ud. en su
58 oficina... ¿recuerda?

59 E: si, un poco, es que venían muchos.

60 A: A veces me daba cosas venir... pensé que se podría enojar...

61 E: cómo se te ocurre, y ¿lograbas despejar tus dudas?

62 A: si. Yo tenía un cuaderno de problemas, anotaba los enunciados y trataba de
63 resolverlos. Cuando no sabía que hacer, seguía con otro y marcaba con rojo lo
64 que le iba a preguntar. Entonces cuando iba a la atención de alumnos, le hacía
65 varias preguntas. A veces...

66 E: ¿y no le preguntabas a tus compañeros?

67 A: algunas veces si... pero otras veces... no me convencían.

68 E: ¿y la profesora si?

BADAVI

69 A: la profesora me daba más seguridad... y otras no tanto, porque a veces me decía
70 que iba muy atrasado en el estudio. Me decía que las preguntas que hacía eran
71 muy elementales... ahí me desesperaba... pero seguía no mas. Pero una vez salí
72 bien contento y que Ud. me dijo algo como que se alegraba que consultara las
73 dudas y que era preocupado... algo así...

74 E: ¿con quien estudiabas?

75 A: Yo la verdad, estudiaba solo. Bueno en el taller trabajé con mis compañeros, pero
76 yo... les explicaba lo que yo sabía... y ahí... eso me servía para repasar yo
77 también lo que había estudiado. Ellos me escuchaban y me preguntaban... a ellos
78 les costaba mucho, creo que más que a mi. De hecho un compañero de taller
79 después se retiró.

80 E: Entonces cuando estudiabas solo, ¿cómo lo hacías?, ¿sigues algún
81 procedimiento?

82 A: sí. Primero me leía la materia, en voz alta...- ríe – como que hablaba solo.
83 Después hacía los ejercicios resueltos sin mirar la solución... y después veía
84 como salía resuelto. Al comienzo no podía hacerlo, pero con el tiempo me fue
85 resultando. Después me iba a los problemas del final del capítulo y empezaba
86 desde el principio.

87 E: ¿desde los primeros?

88 A: sí, pero los con respuesta. Los copiaba... es raro pero al irlos copiando me
89 imaginaba mejor... lo que decía. Después anotaba los datos y hacía un dibujo
90 con los datos como me había explicado Ud. en el taller.

91 E: sí, me di cuenta que eras muy ordenado

92 A: - ríe- aprendí a usar los lápices de colores para dibujar las fuerzas

93 E: ya, leíste el problema, lo anotaste, escribiste los datos e hiciste un dibujo y luego
94 ¿qué?

95 A: me fijaba en lo que tenía que responder. Sabía que tenía que ocupar la segunda
96 ley de Newton casi siempre... buenos, las leyes... y en el caso de ... al final del
97 curso el teorema del trabajo y la energía cinética.

98 E: ¿y la conservación de la energía?

99 A: bueno si las fuerzas que hacen trabajo sobre el cuerpo eran conservativas.

100 E: eso lo entendiste bien.

101 A: creo que si

102 E: ¿usabas formularios?

103 A: al comienzo si... pero después no era necesario, porque me convencí que las
104 formulas eran pocas y al hacer ejercicios las aprendí, además que la segunda ley
105 de Newton... y el teorema del trabajo y la energía... es lo que más se ocupa. Los
106 mapas conceptuales me costaron hartó al comienzo, pero después me ayudaron a
107 repasar la materia.

108 E: Finalmente, ¿lograbas entender los enunciados e imaginar las situaciones
109 expuestas en los problemas?

110 A: si, pero demoraba en eso... por eso que en las pruebas no tenía...me faltaba
111 tiempo... no alcanzaba a resolver con calma, el tiempo se me hacía muy corto.

112 E: Si en la **1ª prueba** no contestaste el problema 1.

113 A: - él ve su prueba – este problema lo dejé para el final – se refiere al **problema 1** -,
114 pero después no me alcanzó el tiempo... después lo hice en la casa. A mi se me
115 hace más fácil este tipo de pruebas. Las de test me cuestan más.

116 E: ¿y por qué será?

117 A: yo creo que es por lo que le había dicho antes... me demoro, soy lento para
118 comprender los enunciados, pero después los entiendo, pero me demoro...

119 E: el problema del proyectil estuvo perfecto – es el **problema 2** -. ¿Habías resuelto
120 algo parecido?

121 A: Si, pero este tenía diferente la velocidad inicial... que iba en picada (el avión).

122 Ahí se equivocaron la mayoría de mis compañeros... yo entendí bien lo de las
123 componentes (de la velocidad inicial)... no me costó tanto... pero me demoré.

124 Claro que me demoré más en éste – me muestra el **problema 3** -

125 E: pero está muy ordenado. Creo que te castigué mucho por un error insignificante –
126 olvido colocar el cuadrado de un término, pero después sí lo hizo – Creo que
127 aquí deberías tener mejor puntaje.

128 A: me equivoque de puro distraído, ya que después escribí bien las ecuaciones.

129 E: ¿no te costó resolver esto?

130 A: no, porque había practicado con este tipo de problemas. Pero igual necesité
131 dibujar los momentos inicial y el momento $t=4$, cuando se lanzaba el segundo
132 cuerpo.

133 E: ¿qué importancias ves a esta unidad, de cinemática, ahora que ya terminaste el
134 curso?

BADAVI

- 135 A: Bueno entiendo que acá lo mas importante son las leyes de Newton, entonces...
136 había que aprender primero lo relacionado con la descripción de movimientos.
137 Saber que es una velocidad, la posición de un cuerpo,... eso...
- 138 E: ¿por qué dices tu que lo más importante son las leyes de Newton?
- 139 A: Bueno, por lo que yo entendí, son las leyes que explican el movimiento de todo
140 cuerpo... su traslación... profe y ¿qué pasa cuando un cuerpo rota?
- 141 E: ese tema lo estudiarás en el segundo curso. Ahhh ahora veo- vuelvo a la 1ª
142 prueba- que no pudiste dibujar el grafico pedido...
- 143 A: mmmm
- 144 E: Entonces ¿de qué trata la Mecánica?.
- 145 A: de analizar los movimientos de los cuerpos.
- 146 E: ¿y que se necesita saber a priori para describir el movimiento de un cuerpo?
- 147 A: a ver,... se necesitan conocer las fuerzas que actúan sobre el cuerpo para que con
148 la aplicación de la 2ª ley de Newton se pueda conocer la aceleración y de ahí la
149 velocidad y... etc.
- 150 E: veamos tu **2ª prueba**.
- 151 A: en esa no me fue tan bien...
- 152 E: ¿por qué?
- 153 A: porque no alcancé a hacer muchos ejercicios de movimiento curvilíneo y el
154 **problema 4** era de movimiento curvilíneo.
- 155 E: Si, tienes bien aplicada la 2ª ley de Newton, pero no supiste que en la máxima
156 altura, el motoneta tendría una velocidad mínima cuando la normal sobre él
157 tienda a cero.
- 158 A: si, ese problema estaba resuelto en el libro,... pero es que no alcancé...
- 159 E: ¿tenías muchas pruebas?
- 160 A: esa semana... si tenía muchas pruebas y aunque yo me preparaba con tiempo...
161 ahí,... me pilló el tiempo...
- 162 E: Cuéntame que te pasó en el problema 3 – ver figura F-6-.
- 163 A: Ahí me equivoque en una tontera no más. ¿Ve?, si sólo fue un signo.
- 164 E: si, que representa la dirección de la aceleración.
- 165 A: Pero si eso lo tenía claro, vea el dibujo... yo sabía que la dirección de la
166 aceleración del bloque que cuelga era hacia abajo... pero después... por el
167 tiempo yo creo... no lo puse.

BADAVI

168 E: tal vez tengas razón, porque la primera parte correspondiente al análisis de
 169 fuerzas sobre los bloques superpuestos esta correcto. En la **3ª prueba**, te
 170 manejaste bien con el teorema del trabajo y la energía cinética – **problemas 1 y**
 171 **2** -. Te has expresado en forma ordenada y segura.

172 A: Es que ese tema lo tenía claro.

173 E: ¿porque sabes que lo tenías claro?

174 A: porque me bastaba leer los problemas, para saber cómo se hacían. Además el

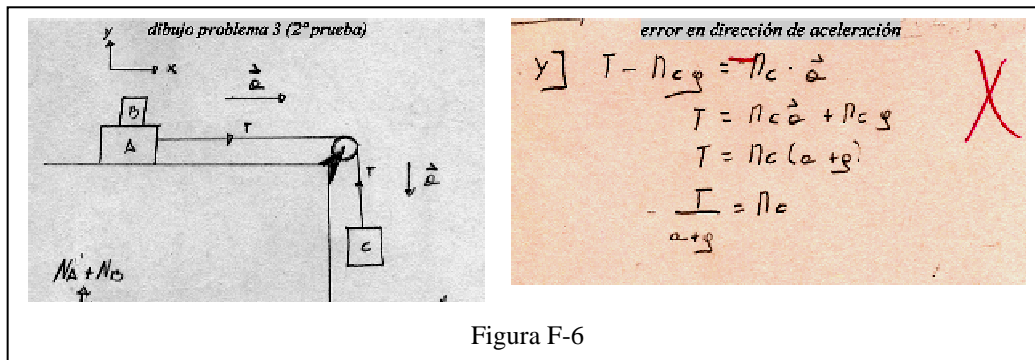


Figura F-6

175 teorema es general. Con este teorema yo podía resolver todos los problemas...
 176 me imaginaba las cosas... me acordaba cuando Ud. pateaba el borrador en el
 177 suelo o cuando dejaba caer el lápiz... el trabajo total sobre el cuerpo le cambia su
 178 energía cinética...- ríe, porque ha simulado mi voz -.

179 E: ¿pero que te pasó con el problema del anillo – **problema 3** -

180 A: tomé todas las fuerzas como constantes.

181 E: ¿y no son constantes?

182 A: no, porque F cambia de dirección... después, al salir de la prueba me di cuenta

183 E: ¿y qué harías ahora?

184 A: integrar... ya que la fuerza es variable

185 E: ¿lo podrías hacer ahora?

186 A: no profe, no me pida más... yo lo único que quiero ahora es descansar... estoy

187 súper contento por haber aprobado todo, pero ya no quiero pensar... disculpe.

188 E: no te preocupes, anda a descansar y te felicito por tus aprobaciones...

CARMOCLAU

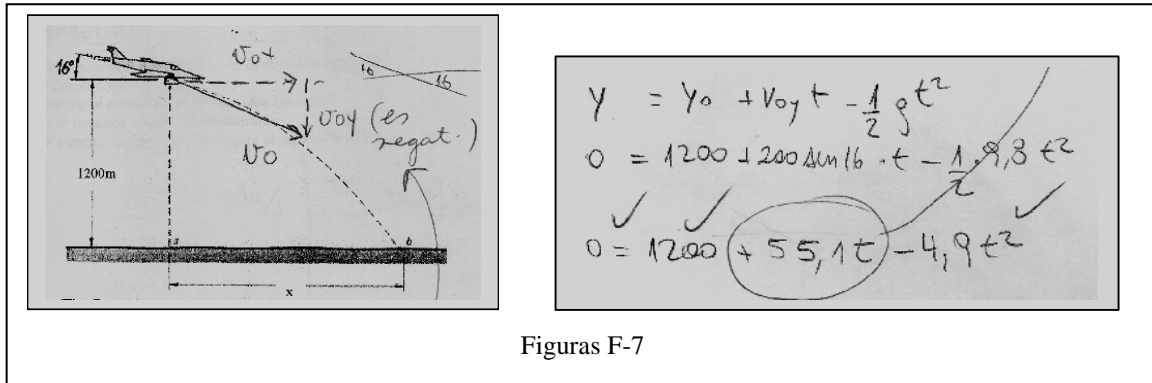
- 1 E: haces el curso por 1ª o 2ª vez?
- 2 A: por 2ª, pero el semestre pasado lo tomé, pero no estudié.
- 3 E: ¿por qué?
- 4 A: porque la química analítica lo tenía algo complicado y debí preocuparte de este
- 5 primero. Era mucha memoria...
- 6 E: ¿te gusta la Física?
- 7 A: Si me gusta, ya que es aplicable. Mi hermano estudia Física, así es que estudio
- 8 con él y así es más entretenido, porque la Química. , ahora vengo saliendo (de
- 9 una clase) de Bioquímica y estoy...poffff.....la Química y la Biología son más
- 10 complicadas,....son mucha memoria.
- 11 E: Sí?, y...
- 12 A: no me la puedo imaginar y no sé que hacer pa(ra) tener más memoria, porque mi
- 13 memoria,eeeeeeh...
- 14 E: ¿piensas que se necesita mucha memorización?
- 15 A: sí
-
- 16 E: ¿y como vas en este ramo?
- 17 A: no tan mal
- 18 E: Consideras tú que las evaluaciones obtenidas reflejan tu esfuerzo?
- 19 A: yo creo que sí. En la 1ª (prueba oficial) quedé algo disconforme..
- 20 E: por qué?
- 21 A: es que había estudiado mucho. La base del colegio es mala....en el colegio
- 22 enseñaban que la fuerza es igual a... que se yo o formulas básicas de
- 23 distancia/tiempo, la velocidad y todo eso, entonces nooooo....era super
- 24 básico...era como pa'que (para que) tuviéramos física nomás, entonces tuvimos
- 25 súper poco de vectores y todo eso.... y yo no me acordaba mucho tampoco y así
- 26 lo que tuve que hacer es estudiar pa'la (para la) 1ª (prueba) ya que la física sin
- 27 vectores no se puede, entonces...
- 28 E: pero no estuvo tan mala tu nota en la 1ª prueba....
- 29 A: no, pero yo esperaba más...y fue que cuando salí (de la prueba), esto (me muestra
- 30 la pregunta 2 de la 1ª prueba), esto (la componente y de la velocidad inicial del
- 31 bombardero) era negativo... –ver figura F-7- (en) nada mas (me equivoque)
- 32 aaj.... (hace gesto de malestar)
- 33 E: y, ¿porqué no te diste cuenta que era negativo, en circunstancias que tu dibujo
- 34 esta bien?

CARMOCLAU

35 A:es que yo creo fue parte de los nervios, ya que yo sabía que era negativo

36 E: ahhh, pero tampoco dibujaste el sistema de referencia

37 A: mmmmm, yo sabía que era negativo.



Figuras F-7

38 E: ¿te resultan más sencillos los problemas cuando tienen dibujos?

39 A: cuando vienen (los dibujos)...es mucho más sencillo.

40 E: En verdad en casi todas mis pruebas incluyo dibujos, pero hay una pregunta (en la

41 1ª prueba, la pregunta 3) sin dibujos y tú tienes correcta la respuesta, ¿cómo lo

42 hizo? –ver anexo H-

43 A: (solo) imaginarme nomás....me acuerdo que en esta pregunta de caída libre me

44 costó mucho entender la cuestión (situación). Ahí imaginaba que lanzaba uno y

45 después el otro y llegaba a la conclusión que la única forma que se encontraran

46 era cuando uno subía y el otro bajaba. (Aquí gesticula moviendo sus manos

47 simulando la situación)

48 E: pero tu dibujo no refleja lo de tu imaginación

49 A: si, pero a mí me sirven

50 E: ¿necesariamente tienes que dibujar?

51 A: si....casi siempre. Muchas veces son dibujos chiquititos, pero a mí me dejan (el

52 problema) más claro. Cuando salí de esta prueba comente este ejemplo con

53 Valenar y él lo había resuelto de forma distinta, entonces ya (yo) igual estaba

54 mas o menos complicado, pero después le comenté esto a un compañero que

55 ahora está en Física II y me dijo que (mi problema) debería estar bueno porque

56 lo hice de nuevo de la misma forma en que lo había hecho en la prueba y llegué

57 al mismo resultado, entonces...me dijo (el compañero) que deberían estar buenos

58 los dos (de él y de Valenar),... así que igual quedé contento

59 E: entonces necesitabas que alguien te dijera que estaba bien?

CARMOCLAU

- 60 A: no... más que nada necesitaba comentar el problema con alguien,... si
61 ...necesitaba el que alguien.....me escuchara en (realidad)
62 E: En este problema tampoco dibujaste el sistema de referencia...
63 A: siiii, lo dibuje el gráfico....y ahí puse positivo pa(ra) arriba
64 E: si, pero el gráfico lo hiciste después de encontrar la solución (analítica)
65 A: mmmmmmm, si pero yo sabía que él (eje) positivo.....era pa(ra) arriba.....o por lo
66 menos lo pensé así.
67 E: Viste que te acordaste de las pruebas?
68 A: Es que aquí me equivoqué en una lesera (tontera).
-
- 69 E: Cuándo estudias, cómo eliges los problemas a resolver, cómo estudias, cuanto
70 tiempo antes (de la prueba)?
71 A: El tiempo antes depende de las pruebas que tenga en otros ramos...
72 E: Un día antes?
73 A: no. no.....
74 E: el mínimo tiempo?
75 A: para esta prueba (la 1ª) fueron tres días.
76 E: y antes no habías visto nada?
77 A: no.
78 E: ¿y repasar (los contenidos en) los cuadernos?
79 A: lo que hice tres día antes,el día 1 fue leer la materia..
80 E: ¿del cuaderno?
81 A: No... la del libro. del Serway
82 E: ya. ya..
83 A: la del Serway que considero sale bien explicado....eeeh, paso nº 1 leo la materia y
84 repaso los ejercicios resueltos que salen ahí entendiendo eso..
85 E: ¿luego los propuestos?
86 A: sí, los propuestos impares... porque tienen respuesta. Me complica llegar a un
87 resultado y (al) saber que esta malo me quedo con la inseguridad,....aunque me
88 han dicho que igual debería hacerlo ya que es la misma inseguridad que (podrá
89 tener) en una prueba...
90 E: pero igual te produce satisfacción ver que la respuesta es correcta?.
91 A: si... (los problemas de) el Alonso-Finn los encuentro más difíciles.
92 E: ¿Por qué?

CARMOCLAU

- 93 A: No sé,.....de hecho el Serway o encuentro más fácil que el Resnick....ya que no
 94 sé....acá (Resnick) salen otras unidades y...explicado en forma distinta, y los
 95 ejemplos están tomados de otra manera... o sea es todo distinto.
-
- 96 E: Dime 5 palabras que asocies con Física. Dime lo primero que te venga a la mente
 97 A: fuerza, aceleración, desplazamiento, velocidad y tiempo...son las palabras de las
 98 fórmulas.
- 99 E: a "grosso modo" si tu tuvieras que explicar a alguien en que consiste el curso de
 100 mecánica ¿qué le dirías?
- 101 A: ay... de que se trata ahora,... mmmm... yo estaba ayudando a una prima
 102 que va a pasar a 3° medio y le cuestan las matemáticas, entonces yo le estaba
 103 explicando las matemáticas de 2° y 3° que son más o menos fácil,... entonces, ella
 104 está en el mismo colegio en que yo estaba(antes) y (me he dado cuenta que el
 105 colegio) ha mejorado bastante, ahora tienen en 3° mecánica y en 4°
 106 termodinámica, y conversando con ella, (me doy cuenta que ella ya) tiene
 107 noción(es) de lo que es una fuerza, desplazamiento, trabajo,... pero así como para
 108 explicarle a alguien, me costaría,... que la física mecánica estudia fenómenos...
 109 estudia fenómenos naturales... de fuerza, trabajo....
- 110 E: pero de qué tipo, dame ejemplos.
- 111 A: ... pero en que consiste el curso de física, no se... le describiría la materia,... no
 112 se,... pero explicar,...no se...
- 113 E: ¿dime tu qué tipo de problemas resolvimos en las clases de taller? Y cual fue el
 114 respaldo teórico tomado en estos problemas?
- 115 A: la teoría de Newton.
- 116 E: ¿De que hablan, grosso modo, las leyes de Newton?
- 117 A: ¿pa(rá) qué me sirven las leyes de Newton? Para describir,... analizar,...
 118 predecir,... movimientos
- 119 E: pero parece que repites de memoria
- 120 A: ja, ja, pero si yo no tengo memoria, pero son cosas que se pueden aplicar,... y
 121 explicar
- 122 E: ¿que se necesita saber previamente para analizar un movimiento?
- 123 A: datos,... que se yo,... para (conocer) un desplazamiento, necesito un tiempo..
- 124 E: pero si a Ud. se le pide analizar el movimiento de una determinada pieza de un
 125 motor, ¿qué necesita saber para describir como se mueve?

CARMOCLAU

126 A: ¿cómo se mueve? ...emmm

127 E: ¿qué información requieres para describir como se mueve?

128 A: la potencia puede ser,... eeeh o datos característicos del motor.

129 E: ¿qué necesitas saber para predecir que tú correrás bien en una carrera?

130 A: necesito conocer las condiciones del terreno, como afectaría(n) estas
131 condiciones...afectarían al rendimiento,.. porque si la pendiente del terreno esta
132 inclinada hacia arriba o hacia abajo el esfuerzo que tendría que hacer seria
133 diferente

134 E: ¿consideras que las tres unidades estudiadas se relacionan en algo o son
135 independientes?

136 A: las tres unidades se relacionan, pero las que toman más relación son la 2^a - de
137 aplicación de las leyes de Newton - y la 3^a - que corresponde a trabajo, energía y
138 potencia -

139 E: ¿dinámica con energía?

140 A: claro – afirma -, esas las relaciono más,... es que en ambas se habla de fuerzas,
141 pero no relaciono la 1^a - cinemática - con la 3^a,... en verdad veo la 1^a unidad
142 aislada de la 2^a y de la 3^a

143 E: ah...

144 A: bueno, alejándose de la física, se que todo tiene que ser asociado con las ...
145 matemáticas, con la química, pero veo que a veces uno estudia cualquier otra cosa
146 y se acuerda de conceptos de física. O sea no podría separarlas (las tres
147 unidades)... y así encuentro que las tres materias deberían relacionarse. No veo
148 temas aislados, pero me ha costado verlo así,... con el tiempo he ido relacionando
149 más los temas.

150 E: ¿cómo haces para estudiar?

151 A: primero me quedo con lo visto en clases.

152 E: ¿y en los talleres?

153 A: en todas las clases,... también en los talleres.

154 E: ¿de qué te sirven las clases?

155 A: para entender,... ahora que aprobé este ramo, mis compañeros (que aún no han
156 aprobado) me preguntan,... al explicarles me doy cuenta que tengo cierta
157 seguridad para explicarles...

158 E: ¿viniste a todas las clases?

159 A: no,... es que tenía algunos choques de horario (clases superpuestas, en el mismo

CARMOCLAU

160 horario).

161 E: ¿y cómo suples una clases?

162 A: con el libro,...o estudio con alguien...o haciendo ejercicios aclaro (algunos temas)

163 E: las preguntas de las pruebas las encuentras diferente de los ejercicios que tu

164 haces?

165 A: ehhh, no, por ejemplo, estos salen en los libros - muestra algunos de sus pruebas -

166 , ah, pero este no

167 E: ¿y si en las pruebas sale un ejercicio muy diferente a los estudiados, qué haces?

168 A: lo leo como 10 veces antes de hacerlo(resolverlo) y por eso ocupo toda la hora de

169 clases - 90 minutos- (en la prueba),... porque necesito imaginarlos,...por ejemplo

170 cómo se mueven los cuerpos, creo que una persona más memoriona lo haría más

171 rápido, pero por ejemplo igual hay cosas

172 (problemas) que a uno lo dejan

173 pillo(dudoso),...por ejemplo, (el otro día) mi

174 hermano me preguntó uno (un problema)... que

175 era de una prueba de física (de él) de la 2a

176 unidad, se trataba de un bloque conectado a otro

177 no mediante una cuerda sino a una varilla - lo

178 dibuja, ver figura F-8 -, y en la mayoría de los

179 textos aparecen cuerpos conectados con un

180 cable.

181 E: ¿y esto te complicó?

182 A: sí, porque aquél con menos (coeficiente de) roce debería moverse más rápido si

183 no estuviese la varilla.

184 E: ¿entonces?

185 A: entonces no comprendo cómo pueden tener igual aceleración si los coeficientes

186 de... roce son diferentes... y además me complicaba el imaginar si la varilla era

187 rígida o... deformable,... pero al final la supuse rígida y... esto me complicó y me

188 enredé.

189 E: ¿y cómo lo resolvió?

190 A: bueno, haciendo el análisis de fuerzas,... suponiendo como si se tocaran. - dibuja

191 los vectores correspondientes sobre la figura inicial -... no entiendo cómo pueden

192 tener la misma aceleración si los coeficientes de roce son distintos

193 E: ¿Te complica el roce?

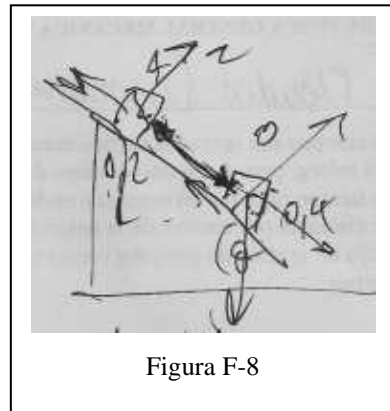


Figura F-8

CARMOCLAU

194 A: ...pero igual tuve que pensar,... bueno, ahí entendí que si las aceleraciones eran
 195 iguales entonces las fuerzas resultantes (sobre cada cuerpo) deberían ser iguales,
 196 pero al escribir las ecuaciones
 197 veo que las fuerzas resultantes
 198 son distintas y... ahí me
 199 confundo. ...ver figura F-9-

200 E: ¿cuál es m_1 y m_2 ?

201 A: m_1 es el de abajo...

202 E: pero las masas son distintas...

203 A: es que no me fijé en eso, mmmm... ahí está el problema,... con las cuerdas lo
 204 entiendo mejor...

205 E: bueno, pero ahora ¿cómo podrías explicar este problema, sabiendo que esta
 206 situación puede sí ocurrir en la realidad, por ejemplo un auto con un acoplado,
 207 bajando por una calle?

208 A: sé que tienen igual aceleración, porque están unidos por la varilla, pero lo que no
 209 entiendo es como expresar las fuerzas.

210 E: ah...bueno, entonces escribe las ecuaciones, más bien aplica la 2° ley de Newton
 211 para cada cuerpo.

212 A: - escribe correctamente las ecuaciones pedidas

213 E: bien, pero si escribes correctamente las ecuaciones para cada cuerpo, ¿cómo
 214 finalmente le explicaste a tu hermano?

215 A: mire, para entenderlo y explicar a mi hermano tuve que decirle,... olvídate de la
 216 varilla y resuelve como si los cuerpos se tocaran y que el cuerpo de arriba
 217 empuja al de abajo.

218 E: Si, pero la varilla existe.

219 A: claro, pero la fuerza que ella hace sobre el cuerpo - indica a uno- es igual para
 220 ambos cuerpos...igual que si se tocaran.

221 E: ¿y finalmente lo resolviste?

222 A: sí,... mecánicamente llegué a la respuesta.

223 E: ¿y cómo te diste cuenta que estaba bien o mal?

224 A: no sé,... pero creo que tiene que ver con que las masas son diferentes que el de
 225 arriba tiene más masa que el de abajo..:

226 E: ¿y el roce?

227 A: es que ahora creo que si el coeficiente de roce es menor...y la masa mayor, habría

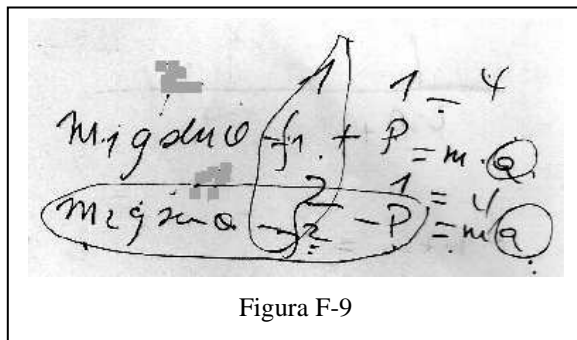


Figura F-9

CARMOCLAU

- 228 (en las ecuaciones) una compensación en los términos.
- 229 E: ¿y te convences?
- 230 A: ahí quedé más tranquilo... pero igual encuentro que el problema es rebuscado y
- 231 tuve que pensar mucho.
-
- 232 E: ¿qué haces cuando tienes alguna duda con algún problema?
- 233 A: lo discuto con mis compañeros hasta quedar tranquilo.
- 234 E: estudias sólo o con otros compañeros
- 235 A: estudio sólo ya que con otros no se avanza, se pierde mucho tiempo. En realidad
- 236 lo que hago con otro compañero es que estudiamos la materia (cada uno) solos y
- 237 hacemos ejercicios y después nos juntamos para resolver otros problemas y así
- 238 me resulta mejor.
- 239 E: ¿con quién estudias?
- 240 A: pa(ra) 1ª (prueba) con mi hermano, pero con la segunda con Valenar. - él es un
- 241 compañero de taller también -.
- 242 E: A Valenar le fue muy bien.
- 243 A: es que Valenar es bien cuestionador, él esta siempre cuestionando todo.
- 244 E: cuando te observo en las pruebas está siempre haciendo gestos.
- 245 A: síii (ríe) ...porque es la manera que tengo de pensar ... imaginarme una situación,
- 246 E: por ejemplo en la pregunta de los cuerpos en caída libre - mencionada antes - tú
- 247 movías las manos!
- 248 A: sí,... para entender la cuestión
- 249 E: ¿logras concentrarte o te distraes?
- 250 A: no... me concentro absolutamente y se me pasa el tiempo volando (muy rápido).
-
- 251 E: ¿cuánto es $9+4$?
- 252 A: 13 - en forma inmediata -.
- 253 E: ¿cómo lo hizo?, ¿de memoria no creo!
- 254 A: no sé... (ríe)
- 255 E: ¿ $25+6$?
- 256 A: - de inmediato- 31
- 257 E: ¿cómo lo hace?
- 258 A: es que pa(ra) sumar tengo un método mío - comienza a hablar en voz alta- haber
- 259 si son $85+15$... 10 que hago es sumar las decena... o sea 90 y me queda $5+7$ que
- 260 me dará más que 10, pero menos que 20, entonces le sumo otro más, o sea 100 y
- 261 luego le sumo la diferencia $7-5=2$, o sea (la respuesta es) 102. A mi varias veces

CARMOCLAU

262 me han preguntado cómo sumo, porque a veces somos más rápidos que otras
263 personas, pero... como que ese es mi método

264 E: haber ¿probemos con $43+38?$, - aplico su método a pie de letra escribiendo sus
265 indicaciones y me da 85-.

266 A: - él observa -

267 E: ¡pero aquí no resulta!

268 A: no sé, pero siempre uso ese método, quizás ahí los números son más chicos. ,

269 E: Cuando tu estás en una prueba de física, ¿qué mecanismos usas para resolver un
270 problema?

271 A: leo el problema varias veces, me lo imagino, si viene con un dibujo, entenderlo,

272 E: y luego,

273 A: trato de anotar los datos en el dibujo y después resuelvo.

274 E: ¿qué aplicas para resolver?

275 A: no entiendo lo que pregunta!

276 E: veamos un problema de tu 2ª prueba donde la pregunta es, cuál es la aceleración
277 del cuerpo

278 A: no sé,... trato de mezclar los datos... y ponerlos en la fórmula

279 E: ¿qué fórmula?

280 A: la segunda ley de Newton, ¿a eso se refiere?

281 E: si y aparte de los datos y la fórmula ¿que más necesitas hacer para conocer la
282 aceleración del cuerpo?

283 A: ahhh, bueno hacer un análisis de fuerzas, aplicar la ecuación y calcular.

284 E: muchas gracias

CHAMOMIUR

- 1 E: ¿Has visto todas tus pruebas?
- 2 A: no, sólo vi la segunda (prueba). Nunca me imaginé (tener) un 1,6, con todo lo que
3 estudié.
- 4 E: - la alumna revisa sus pruebas y se da cuenta que está reprobada - ¿Por qué no
5 viniste a ver las pruebas después que las publiqué?
- 6 A: Es que cuando vi las (notas de las) pruebas me desilusioné tanto que me quería ir
7 no más.
- 8 E: En esa prueba – la segunda -tú dices que estudiaste mucho.
- 9 A: si mucho.
- 10 E: ¿este curso lo estas haciendo por primera o segunda vez?
- 11 A: por segunda
- 12 E: ¡segunda vez!, entonces ahora tienes que pedir una tercera oportunidad (para
13 cursarlo)
- 14 A: mmm
- 15 E: ¿por qué te cuesta tanto?
- 16 A: no sé... no sé, porque si fuese porque no estudio ya está bien, pero estudié
17 mucho; hasta dejé ramos de lado para aprobar física y... y no paso... quizás no
18 se estudiar, tengo mal método de estudio, no se, porque por falta de estudio por
19 lo menos no fue.
- 20 E: ¿cómo estudiabas?
- 21 A: para preparar las pruebas estudié sola, porque como... con las niñas que me
22 junto, no tenemos los mismos ramos entonces no teníamos... como (tener)...
- 23 E: ...horarios (en común)
- 24 A: Así que estudiaba sola y para esta última prueba estudié con VELMARI y
25 GONZACARO
- 26 E: ¿y te fue mejor?, ¡ni tanto!
- 27 A: si, ni tanto. Es que como tenía un montón (=muchas) de pruebas juntas, entonces
28 no tenía mucho tiempo para estudiar entre cada prueba...
- 29 E: te costó organizarte.
- 30 A: claro.
- 31 E: ¿cómo explicar que si estudiabas tanto, no te iba bien?
- 32 A: no sé. En realidad, parece que cuando tengo que dar una prueba me pongo
33 demasiado nerviosa... entonces como que se me ocurren las cosas cuando salgo
34 de la prueba

CHAMOMIUR

- 35 E: ¿será porque estas muy insegura?
- 36 A: si, soy demasiado insegura. O sea si sé algo, no sé si estará bien... no confío
- 37 demasiado en mi y eso también es malo.
- 38 E: y, ¿cómo hacer para superar eso?
- 39 A: - suspira – no sé
- 40 E: tendrás que averiguarlo en algún momento, porque si (el curso) lo vas a hacer de
- 41 nuevo (otra vez), la tercera vez vas a estar más nerviosa.
- 42 A: mmm
- 43 E: ¿En cálculo qué tal te ha ido?
- 44 A: es que debo una prueba – no asistió a una prueba y debe recuperarla – y la voy a
- 45 dar mañana.
- 46 E: ¿estás atrasada en cálculo también?
- 47 A: si
- 48 E: ¿te ha costado cálculo?
- 49 A: ... menos que el semestre pasado... es que ya tengo más base...
- 50 E: ¿lo estabas repitiendo?
- 51 A: si, así es que no he dormido nada como en dos semanas,... he estado
- 52 estudiando...
- 53 E: entonces si cálculo te cuesta, física te costará más todavía...
- 54 A: mmm... yo encontré mucho más difícil física que...
- 55 E: ¿qué encuentras tú, tiene de difícil física que no lo tenga cálculo?
- 56 A: mmm, es que cálculo es más... son como más métodos, entonces son todos los
- 57 ejercicios parecidos, y uno teniendo una idea de cómo se hacen ya puede hacer
- 58 los demás... son como bien parecidos.
-
- 59 E: ¿te ha tocado la experiencia de ver una película cuyo libro hayas leído antes?
- 60 A: si, Harry Potter y la guerra secreta -contesta con entusiasmo -
- 61 E: ¿esa la leíste antes?
- 62 A: Sí, leí todos los libros, leí los cuatro libros – ahora su voz se torna segura y habla
- 63 con autoridad - ... y después vi la película, pero no me gustó.
- 64 E: ¿no era lo que tú tenías en la cabeza? – no era lo que ella se había imaginado con
- 65 la lectura-
- 66 A: no.
- 67 E: ¿tú habrías hecho las cosas distintas? – asiente - y eso te ha pasado con algún
- 68 otro libro, por ejemplo los de Isabel Allende, ¿La casa de los espíritus, lo leíste?

CHAMOMIUR

- 69 A: no lo he leído, este verano espero leerlo. Me gusta leer mucho en todo caso.
- 70 E: ¿qué te gusta leer?
- 71 A: mmm, no sé,... pero ahora no estoy leyendo nada, porque no he tenido tiempo
- 72 E: ¿El verano pasado te leíste los Potter?
- 73 A: sí, y El señor de los anillos también.
- 74 E: y ¿viste la película?
- 75 A: sí, la primera
- 76 E: ¿y esa te gustó más?
- 77 A: sí, me gustó
- 78 E: Esa te gustó más. ¿Fue por los efectos especiales o porque estaba más de acuerdo
- 79 con lo que tu te habías imaginado?
- 80 A: No, por los efectos especiales.
-
- 81 E: Y cuando tú haces problemas de física, ¿logras imaginar lo que dice el
- 82 enunciado?
- 83 A: sí, trato de imaginar, pero siempre se me olvida algún detalle y después...
- 84 saliendo de la prueba como que pienso “oh, puchas, debería haberlo hecho
- 85 así...”; como que se me ocurre después... a lo mejor como que estoy presionada
- 86 – vuelve a ser poco segura -, como que no se me ocurre.
- 87 E: pero cuando lees un problema ¿imaginas con claridad lo que dice el enunciado?,
- 88 ¿te parecen claros los enunciados?
- 89 A: a veces no entiendo bien lo que quiere decir
- 90 E: ¡y quedas hasta ahí!, ¡quedas en blanco!
- 91 A: sí
- 92 E: ¿es importante tener un formulario?
- 93 A: mmm, a veces no, porque... lo que pasa es que a medida uno va estudiando, se
- 94 va aprendiendo las fórmulas de memoria... así que no es tan importante el
- 95 formulario, es más, si uno no las ha visto nunca, ahí necesita como un “ayuda
- 96 memoria” – se refiere a un formulario -. Claro que, por ejemplo, el semestre
- 97 pasado – cuando (Ud.) hizo el curso por primera vez - teníamos muchas más
- 98 fórmulas que ahora y ahí sí que era necesario, porque como eran tantas..., si no,
- 99 nos enredábamos...
-
- 100 E: Dime una cosa, es solo para probar algo. Me puedes decir ¿cuánto es $18+7$?
- 101 A: 25 –responde sorprendida -
- 102 E: ¿y me podrías decir como lo hiciste? O ¿salió no más!

CHAMOMIUR

- 103 A: $(18+6)+1=26$
- 104 E: porqué así, es que te sale más fácil sumar los...
- 105 A: ¡los números pares!
- 106 E: y ¿ $27+6$?
- 107 A: 33
- 108 E: ¿cómo lo hiciste ahí?
- 109 A: sume 3 y después 3 – me explica que al siete le suma 3, así resulta 30 que más
- 110 tres es 33. – ahora está muy divertida, se relaja y ríe -
- 111 E: ¿ $27+5$? – ahí los dos sumandos son impares -
- 112 A: 32. – ahí usa los dedos para sumar -. La mayoría de las veces uso los dedos para
- 113 sumar.
- 114 E: ¿ $26+12$?
- 115 A: 38
- 116 E: ¿y como lo hiciste?
- 117 A: $(26+10)+2$
- 118 E: veo que los pares te resultan más rápidos. Y si fuera, ¿ $37+15$?
- 119 A: 52
- 120 E: y como lo hiciste ahí
- 121 A: le sumé 10 y después los 5 – con los dedos escondidos -
-
- 122 E: Cuando tu vas a resolver un problema sin dibujos, ¿necesitas tú hacer tu propio
- 123 dibujo?
- 124 A: mmm... si – no muy segura.
- 125 E: ¿qué pasos sigues para resolver un problema?
- 126 A: si no trae dibujo, trato de hacerlo, en caso de que sea algo... específico con lo que
- 127 me preguntan, para poder imaginarlo... y después trato de pensar en los datos
- 128 que me dan y cómo relacionarlos (entre ellos) y (con) lo que me preguntan.
- 129 E: ¿y después?
- 130 A: tratar de resolverlo.
- 131 E: y cuando tratas de resolverlo, ¿a qué acudes?, ¿se te ocurre sola la solución?, o
- 132 ¿tienes que acudir a una ecuación?, ¿tienes un formulario?
- 133 A: sí, tenía uno, pero me aprendo las fórmulas de memoria
- 134 E: ¿tienes facilidad para memorizar?
- 135 A: Sí. Cuando hago ejercicios me las aprendo de memoria. Al comienzo necesitaba
- 136 el formulario, pero ahora me sé las fórmulas.

CHAMOMIUR

- 137 E: ¿Haces hartos ejercicios, porque tienes la esperanza que (en la prueba) salga algo
138 parecido?
- 139 A: no tanto, sino que para tener una idea de cómo se resuelven diferentes tipos de
140 ejercicios.
- 141 E: ¿O sea para tener distintos modelos?
- 142 A: claro – asiente -.
- 143 E: Tu estudiaste con VELMARI en algunos momentos, entonces ¿cómo explicas
144 que a ella le haya ido mejor que a ti?
- 145 A: porque ella entendía mucho más cuando empezábamos a estudiar.
- 146 E: ¿y eso se notaba?
- 147 A: si, yo le entendía varias cosas y ella me iba explicando.
- 148 E: ¿y por qué ella entendía más que tú?
- 149 A: porque yo falté a dos clases, por eso yo quedé perdida.
- 150 E: o sea que la clase para ti es fundamental?
- 151 A: si, pero también tengo que estudiar de libros o con la materia que me consigo...
- 152 E: ¿qué vas a hacer en el próximo curso para afrontarlo?, tendrás que hacer las cosas
153 de manera distinta...
- 154 A: si – débilmente – tendré que estudiar en grupos, porque estudiando sola no...
- 155 E: ¿te funciona más el estudiar en grupos?
- 156 A: si, porque cuando uno tiene dudas, puede preguntar o si yo entiendo algo más,...
157 ayudar a los demás...
- 158 E: ante una duda (en la resolución de un problema), ¿qué hacías?
- 159 A: tratar de hacerlo y si no podía... lo dejaba, y seguía con otra cosa
- 160 E: y ¿después preguntabas (las dudas) o se te olvidaba?
- 161 A: a veces se me olvidaba y otras preguntaba.
- 162 E: ¿Tuviste (en este semestre) muchos ramos?
- 163 A: cinco o ¿cuatro?, no cinco.
- 164 E: pero dos eran por segunda (oportunidad)
- 165 A: si.
- 166 E: ¿por qué elegiste esta carrera?
- 167 A: porque me gusta, pero más que la ingeniería me gusta lo del Medio Ambiente
- 168 E: ¿sabías que tenía física?
- 169 A: sí.
- 170 E: ¿hiciste física en el colegio?

CHAMOMIUR

- 171 A: si
- 172 E: ¿y te gustaba?
- 173 A: no, no me gustaba... porque no,... nunca le entendí muy bien a los profesores
- 174 que...
- 175 E: ¿mucho matemática?
- 176 A: no, si la matemática me gusta...
- 177 E: si, pero me refiero a que si tus profesores (de física) ¿enseñaban (usando) muchas
- 178 matemáticas?
- 179 A: no, no me gustaba como explicaban. No me tocó ningún profesor como que me
- 180 entusiasmara con la física y que hiciera que me gustara. Por ejemplo, fue
- 181 totalmente distinto a Química, que tuve una profesora que era espectacular y
- 182 quedé fascinada con química y cuando llegué a la universidad... me enseñaron
- 183 en el colegio todo lo que se ve en la Universidad. Y en física, lamentablemente
- 184 no fue así.
- 185 E: ¿En qué colegio estudiaste?
- 186 A: En el Eduardo de la Barra – que es un colegio tradicional de la región, calificado
- 187 por la comunidad como un buen colegio secundario; allí tanto profesores como
- 188 sus estudiantes están estigmatizados por la buena calidad del colegio -.
- 189 E: aahhh, si conozco al profesor que enseña ahí – comentamos de sus características
- 190 hasta coincidir en que ambas pensáramos en la misma persona. Este profesor,
- 191 efectivamente tiene su prestigio.-. ¿no te gustaba por su carácter?
- 192 A: No sé. Su forma de enseñar no me gustaba.
-
- 193 E: ¿En las pruebas (de este curso) estabas muy nerviosa?
- 194 A: si.
- 195 E: Veamos la última prueba – la **3ª prueba** -. Cuando tu te enfrentas a la prueba y
- 196 ves los dibujitos te tiras de inmediato a hacer cosas, como para que vaya saliendo
- 197 algo o ¿planificas, primero, lo que vas a hacer? O vas planificando en la medida
- 198 vas escribiendo?
- 199 A: mmm... anoto los datos primero,... después veo lo que me preguntan,... después
- 200 veo que fórmula tenía que ocupar...
- 201 E: ahí – le muestro la pregunta 2, de la niña que viaja en un carrito por un tobogán –
- 202 te equivocaste en la fórmula.
- 203 A: mmm...
- 204 E: o sea que ¿tu no logras imaginar esta ecuación?

CHAMOMIUR

- 205 A: mmm,... no se me ocurrió ese ejercicio, hice algo por... – sin embargo está
206 resuelto mecánicamente en la prueba, con la ecuación errada mostrada en la
207 figura; se observa que respondió en forma decidida, no hay borrones, sólo un
208 jugar con ecuaciones -
- 209 E: Dime ¿qué cosas negativas viste en el curso. Tu comentario es importante para
210 esta profesora, de manera que no vuelvan a ocurrir
- 211 A: mmm... mmm...
- 212 E: ¿la forma de las pruebas?
- 213 A: mmm... no, yo creo que fue mejor la forma de las pruebas de este semestre que
214 en el anterior – que fueron tipo test -, ya que eran demasiado largas
- 215 E: ¡pero igual con estas pruebas te fue mal!, entonces ¿por qué sería?, ¿estarías
216 nerviosa?, sin embargo no deberías haber estado nerviosa ya que me has
217 declarado que habías estudiado mucho, por lo menos para la 2ª prueba.
- 218 A: estudié más para la 2ª (prueba) y me fue peor –ríe-
- 219 E: ¿por qué sería?, ¿hubo algún tema que no estudiaste?,
- 220 A: mmm...
- 221 E: ¿movimiento curvilíneo, lo entendiste?
- 222 A: eso fue lo que menos entendí, pero también estudié... trate de entender lo mas
223 que pude.
- 224 E: dime una cosa, y te ruego que seas muy franca: en el colegio no te gustaba física
225 porque no te gustaba el profesor, ¿este ramo no lo aprobaste porque no te gustaba
226 la profesora? A mi me interesaría mucho una respuesta sincera.
- 227 A: No, si a mi no me desagrada física y... al contrario con Ud. entendí harto y las
228 clases fueron agradables...
- 229 E: pero no sirvió para rendir, ¿por qué?
- 230 A: no se,... no sé,... si de hecho no pensaba tomar física este semestre, pero como lo
231 daba Ud., por eso lo tomé – sonrío -.
- 232 E: ¡sin saber que te iba a ir mal!
- 233 A: Claro, es que no me quise arriesgar tomarlo con otro profesor, que a lo mejor no
234 le entendiera como explicaba, por eso preferí tomarlo con Ud.
- 235 E: ¿¿¿??? Tú me has dicho que faltaste a dos clases y que de ahí quedaste perdida –
236 sin entender -. Pero eso fue a que altura del semestre?
- 237 A: en la 2ª prueba

CHAMOMIUR

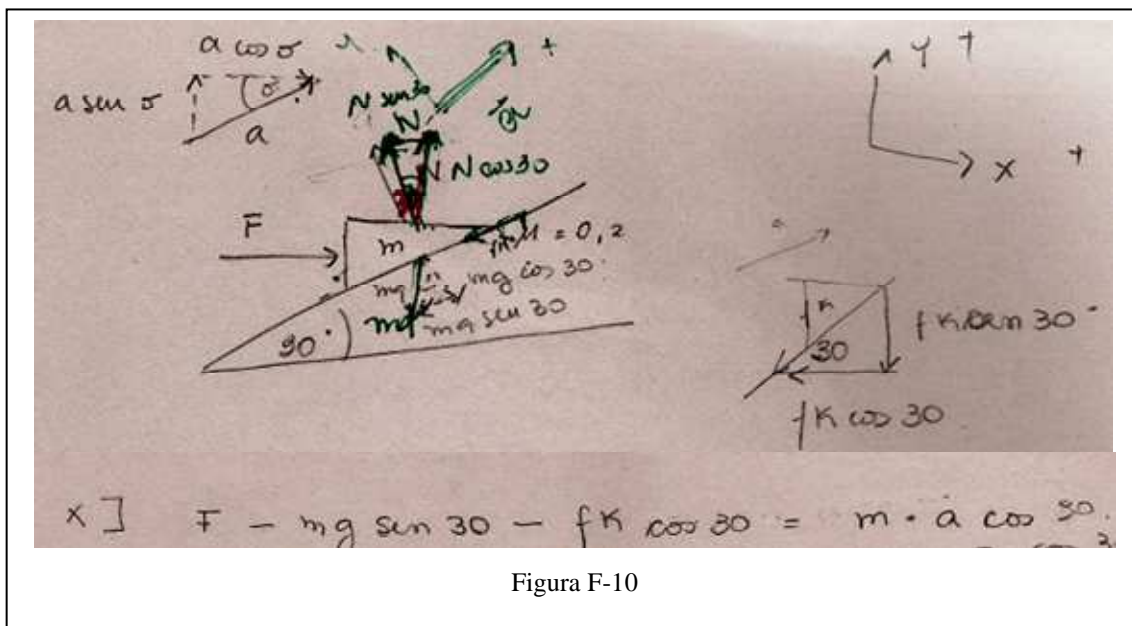
- 238 E: ¿Y en esta prueba estudiaste menos? – le muestro en su **1ª prueba**, el problema 2,
239 del bombardero - ¡fíjate que este problema es un problema clásico! – que sale en
240 todos los libros de texto -.
- 241 A: mmm...
- 242 E: aahhh, ahora entiendo, es que en la mayoría de los problemas (en que sale algo
243 parecido a esto) el avión se mueve horizontalmente y la componente “y” de la
244 velocidad es cero, pero este va en picada, entonces la velocidad inicial tiene
245 componente “y”; pero tal vez como tu hiciste muchos ejercicios en que el
246 proyectil salía horizontal...
- 247 A: sí, en el libro había uno bien parecido, pero claro, se movía horizontalmente.
- 248 E: ah, es que en física cada situación es diferente a la otra... y debemos evitar
249 trabajar de memoria...
- 250 A: bueno, ojala que te vaya bien en cálculo, ¿cuándo tienes la prueba?
- 251 E: mañana
- 252 A: ¿y cómo estas?
- 253 E: he estudiado harto, pero estoy... nerviosa
- 254 A: chao, gracias.

GONZACA

- 1 E: Con relación a la **prueba especial**. Cuéntame lo que hiciste en la primera
- 2 pregunta – ver las pruebas oficiales en anexo H -
- 3 A: Trate de sacar (determinar) el desplazamiento que había de aquí hasta aquí – me
- 4 indica en la prueba desde $t=0$ hasta $t=8$ seg -, porque yo pensé que los móviles no
- 5 se van a juntar, entonces traté de sacar una relación...
- 6 E: pero tu te diste cuenta que el grafico era de velocidad versus tiempo
- 7 A: si, me di cuenta
- 8 E: ¿qué elemento de este gráfico representa el desplazamiento?
- 9 A: me da que a ver...que uno no... - ve su prueba y afirma – se desplazaba 106 m
- 10 E: en qué tiempo?
- 11 A: en ocho segundos
- 12 E: ¿y que sacas con eso?
- 13 A: es que... no entendí mucho la pregunta... en realidad.
- 14 E: - le explico el problema -
- 15 A: mmm
- 16 E: el problema dice que se van a encontrar. O sea dice que partieron juntos y que
- 17 posteriormente se van a encontrar
- 18 A: aahhh – está muy confundida, con la situación de la entrevista y con el problema
- 19 propiamente tal -
- 20 E: en el momento de esta prueba no entendiste?
- 21 A: no
- 22 E: y ahora podrías explicar lo que representa el grafico?
- 23 A: yo pensaba que el (cuerpo) 2 partía después de 4 segundos.
- 24 E: Ya ¿y que movimiento tiene el cuerpo 2?
- 25 A: línea recta... va a velocidad constante
- 26 E: ¿ en que valor es constante (la velocidad)?
- 27 A: ¿este?... en todo... en todo el recorrido... (su representación sería) una parábola
- 28 para que cambie la velocidad (en un grafico de posición versus tiempo)
- 29 E: pero este es un gráfico de velocidad versus tiempo.
- 30 A: ¡a verdad! – lo dice muy nerviosa -
- 31 E: ¿cuánto vale la velocidad del cuerpo 2 en $t=4$ seg?
- 32 A: aahhh... igual cero y después en $t= 8$ seg, 20 (m/seg) – ahora responde con
- 33 seguridad y parece haber recuperado su tranquilidad-
- 34 E: Ahora dime que tipo de movimiento rectilíneo tendría el móvil 2.

GONZACA

- 35 A: ¿el dos? A ver si tiene velocidad inicial y parte en cero sería... un movimiento
 36 rectilíneo uniformemente acelerado.
 37 E: ¿pero la aceleración es constante o variable? – pregunto para saber si está
 38 contestando con seguridad -
 39 A: - espera – variable, porque va aumentando -
 40 E: ya, ¿y el otro (cuerpo, el móvil 1) que (movimiento) tiene?
 41 A: no, el otro va desacelerando.
 42 E: ¿y tiene aceleración constante o variable?
 43 A: ¿aceleración?,... variable.
 44 E: ahí nunca supiste como plantearlo, entonces...
 45 A: no – dice afligida -
 46 E: veamos el otro problema – le indico el **problema 2 de la prueba especial**, que al
 47 parecer presenta dificultad con el sistema coordenado elegido, en el término del
 48 peso del cuerpo, mg - ¿tomaste el sistema coordenado como se indica en la
 49 figura? –ver figura F-10-
 50 A: No así –hace gestos para indicar lo que consideró – ese lo hice para ver las



- 51 (direcciones) positivas y negativas.
 52 E: ¿puedes dibujar el sistema coordenado que usaste? Usa el lápiz verde y lo dibujas
 53 - dibuja con verde un sistema coordenado, de manera que el eje x es paralelo al
 54 plano inclinado -
 55 A: Si el cuerpo va subiendo yo supuse que la aceleración va para allá – hacia arriba
 56 del plano inclinado -

GONZACA

- 57 E: Entonces, porque (en la prueba descompones la aceleración) y la escribes así
- 58 A: es que... a ver... estoy confundida... o sea la aceleración tendría... como no
- 59 ocupaba el ángulo, no sé porque le saqué las componentes, ahora estoy viendo....
- 60 – observa el sistema cartesiano que tenía originalmente y comenta – esto estaba
- 61 bien, sí...
- 62 E: ya, ¿y según este sistema coordenado?...
- 63 A: si supuse el sistema así,... si así lo tomé, ah no...
- 64 E: creo que usaste este sistema – le muestro el sistema que traía originalmente la
- 65 prueba -
- 66 A: si es verdad lo puse así y como (el vector de) la aceleración iba para arriba, por
- 67 eso saqué las componentes de la aceleración. Si...
- 68 E: entonces dibuja, de nuevo todas las fuerzas sobre el bloque.
- 69 A: - las remarca sobre su prueba con color verde, dibujándolas correctamente y
- 70 hablando en voz alta-
- 71 E: ya, entonces para el sistema coordenado tomado, F solo tendría componente x.
- 72 A: si, sólo componente x.
- 73 E: ¿y el peso?
- 74 A: ¿el peso?... aahhh sólo tendría componente y... solamente, la normal sería la que
- 75 tendría componente x (horizontal) e y (vertical)
- 76 E: entonces esto – le muestro el término $mg \sin 30^\circ$ - no debería existir...
- 77 A: no – me interrumpe – no debería existir, debería existir para la normal las
- 78 componentes, para la fricción, también y para la aceleración.
- 79 E: ¿Puedes escribir (la ecuación) de nuevo? – le indico que lo haga al final de la hoja
- 80 –ver figura F-11-
- 81 A: - escribe la aplicación de la 2ª Newton correctamente, hablando y expresándose
- 82 en voz alta correctamente, más tranquila y en forma segura -

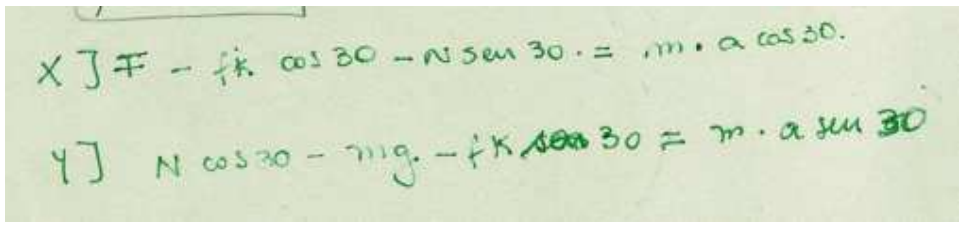


Figura F-11

- 83 E: ya, ¿te das cuenta que aquí – le indico la prueba -no lo tenías bien?
- 84 A: si,... es que en la prueba...

GONZACA

85 E: y aquí ¿cuántas incógnitas tienes en el sistema?

86 A: a ver... aquí... a ver... sería (la fuerza) normal y aceleración. Dos incógnitas...

87 tendría que resolver el sistema...

88 E: ya, en este problema – le indico el **problema 3** - esta bien escrito (la aplicación

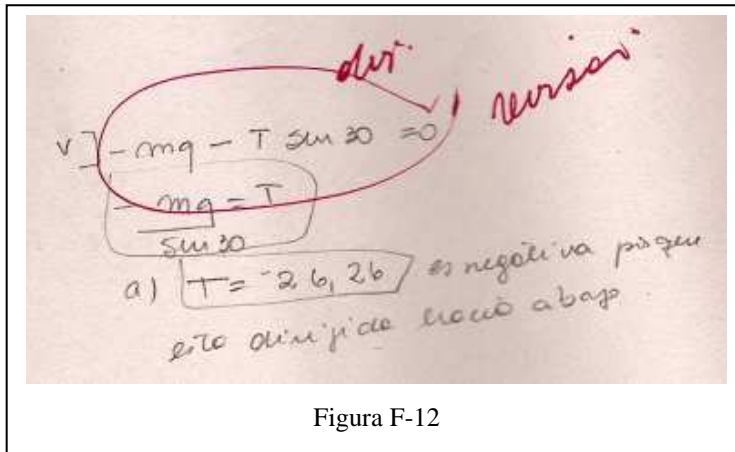


Figura F-12

89 de la 2ª ley de Newton) la componente radial, pero tienes que revisar la

90 componente vertical –ver figura F-12-.

91 A: aahhh, si no tomé las dos tensiones – reconoce su error y -hablando con voz

92 suave pero entendible vuelve a reconsiderar el problema. En ese intervalo de

93 tiempo, muy concentrada hace un diagrama de fuerzas y escribe correctamente la

94 ecuación pedida, ver figura F-13-

95 E: ¿te das cuenta de tu error en la prueba?

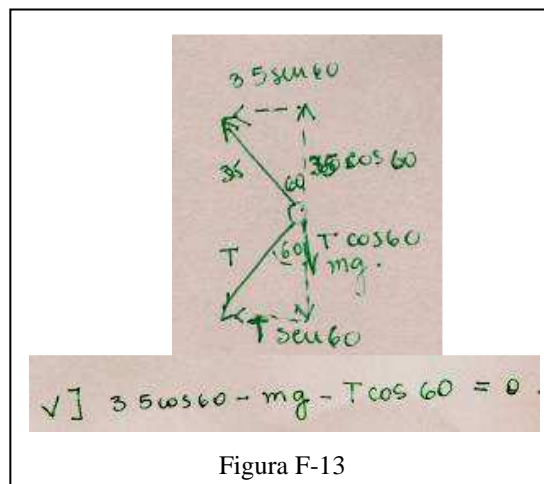


Figura F-13

96 A: sí, no tomé una tensión.

97 E: también te equivocaste al calcular el radio (de la órbita circular de la bola)

98 A: sí,- y lo escribe de inmediato correctamente -

GONZACA

- 99 E: con relación al **4º problema**, ¿no entendiste nada?
- 100 A: no, porque me daba... yo pensaba que... si era con trabajo, me faltaba la
- 101 velocidad y la altura,... entonces yo traté de hacer como una relación, pero
- 102 reconozco que sin fundamento...
- 103 E: ¿y las bolitas conservan la energía?, ¿y hasta dónde?
- 104 A: debería ser en todo momento... es que no hay fuerzas... es que está actuando la
- 105 gravedad y la fuerza elástica... (ambas) conservativas.
- 106 E: ¿las dos bolitas demorarán lo mismo en caer?
- 107 A: - hace unos cálculos equivocados-
- 108 E: eso no está bien
- 109 A: - después de un tiempo – no demoraría lo mismo.
- 110 E: - insisto en preguntar- escribe las ecuaciones que permitan calcular el tiempo de
- 111 caída de ambas bolas
- 112 A: - demora, pero finalmente la escribe e interpreta correctamente y señala –
- 113 demoran los mismo.
- 114 E: entonces cómo son los tiempos de caída?
- 115 A: ¡son iguales!
- 116 E: volvamos al **problema 1** – la alumna se ha ido soltando y pienso que más
- 117 tranquila podría agregar algo más certero que sus aseveraciones equivocadas
- 118 anteriores de esta entrevista – tu habías dicho que las aceleraciones de los
- 119 cuerpos eran variables, pero son constantes, ¿las podrías calcular?
- 120 A: - anota los datos ordenadamente, y las calcula sin mayor dificultad -
- 121 E: ¿cuál es la definición de aceleración?
- 122 A: como cambia la velocidad en el tiempo
- 123 E: a ver escribe lo que dices
- 124 A: cómo qué escribo, ¿la definición?
- 125 E: lo que acabas de decir, en símbolos.
- 126 A: - ríe nerviosa y tímidamente y la escribe en forma correcta- ay, no se porqué
- 127 estoy tan confundida... - se justifica por no entender lo que le pido -
- 128 E: - Tomo la **3ª prueba**, y pregunto sobre el **problema 2** - ¿te acuerdas de este
- 129 problema?, ¿del carrito que cae? – le explico la situación y lo que ella resolvió
- 130 correctamente en su prueba y pregunto - ¿se pregunta la fuerza que hace el
- 131 carrito sobre el tobogán?

GONZACA

- 132 A: - revisa lo que hizo -
- 133 E: dibuja las fuerzas sobre el carro.
- 134 A: - dibuja las fuerzas correctamente - estaría la normal... -
- 135 E: ¿quién hace la fuerza normal?
- 136 A: la superficie, -me muestra la pista -
- 137 E: ¿y cuál es la reacción a la normal?
- 138 A: a ver cómo es la pregunta – nerviosa otra vez -
- 139 E: dime otra vez, ¿quién hace la fuerza normal?
- 140 A: la tierra – me muestra la pista – sobre el carro?
- 141 E: ¿sobre el carro solamente?
- 142 A: sobre el carro y la niña – que se encuentra en él -
- 143 E: ¿y cuál sería la reacción a esa fuerza?
- 144 A: mmm...
- 145 E: ¿qué dice la ley de acción y reacción?
- 146 A: mmm... es que hay una interacción entre dos cuerpos... - e intenta explicar, pero
- 147 no termina sus frases -
- 148 E: si tu llamas acción a la fuerza que hace el riel sobre el carro, que es la normal,
- 149 ¿cuál es la reacción?
- 150 A: la que el carro hace sobre la pista – responde de inmediato -
- 151 E: ya, ¿y esa es el peso?
- 152 A: no.
- 153 E: ya, el carro sobre la pista, entonces que se esta preguntando ahí?
- 154 A: mmm...
- 155 E: es alguna de estas (fuerzas) en magnitud – me refiero a las dibujadas -
- 156 A: no, yo pensaba que era la, la graved... mmm...
- 157 E: bueno, aplica la 2ª ley de Newton sobre el carro
- 158 A: - lo escribe correctamente -
- 159 E: - le comento que todo lo que contestó sobre esta prueba es bien diferente a lo que
- 160 escribió en la prueba misma – Mira, reconsiderando tus respuestas, tendrías justo
- 161 el 4,6 que necesitas (para aprobar), pero tienes que tener cuidado después en el
- 162 futuro, porque en rigor tus respuestas en la prueba no estaban bien, a pesar que
- 163 ahora (en esta entrevista) has corregido bien.
- 164 Cuéntame ¿por qué has tenido que hacer este ramo dos veces?

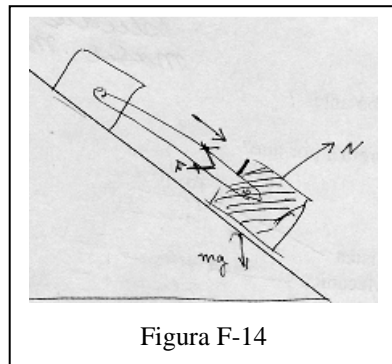
GONZACA

- 165 A: es que en la primera como éramos tantos – habían alumnos de dos carreras - ,
166 como que yo... no se, como que la mayoría se amontonaban adelante y yo que
167 siempre quedaba atrás no captaba mucho.
- 168 E: ¿y llegabas atrasada?
- 169 A: sí, llegaba atrasada, no, no siempre... a veces
- 170 E: pero esa es una circunstancia que puedes manejar llegando más temprano, ¿o no?
- 171 A: y lo otro fue que en la 1ª prueba me fue horrendo y así como que me desmotivé
172 demasiado.
- 173 E: ¿por qué has tenido tanta dificultad?
- 174 A: no sé, es que la física... siempre he tenido problemas con física,
- 175 E: pero, ¿por qué? Ahora para este examen has hecho más problemas.
- 176 A: sí,
- 177 E: pero al comienzo ¿también hiciste tantos (problemas) como ahora?
- 178 A: no, pero igual hice ejercicios pero no tanto como para esto – el examen -. Lo que
179 pasa que se me juntaron todas las pruebas.
- 180 E: ¿Tienes dificultad para resolver los ejercicios?
- 181 A: eehhh, para que se me ocurra sí... como que me cuesta a llegar, a que se me
182 ocurra algo.
-
- 183 E: nosotros vimos tres unidades, cinemática, dinámica y energía, ¿tu encuentras
184 relación entre estas unidades o consideras que se pueden estudiar en forma
185 independiente?
- 186 A: no, yo encuentro que están todas relacionadas, porque todas se refieren a
187 movimiento...
- 188 E: y ¿de qué, dirías tu, se trata este curso?, ¿qué se persigue con este curso?
- 189 A: analizar el movimiento de los objetos.
- 190 E: ¿y qué se necesita para predecir el movimiento de un objeto?
- 191 A: eehhh,... las fuerzas que interactúan con el objeto
- 192 E: ¿y quienes hacen fuerza sobre un cuerpo?
- 193 A: otros cuerpos.
- 194 E: si yo te pongo este ejemplo: - describo la situación mostrada en figura F-14, en la
195 cual destaco que un madero o listón une los cuerpos -. Entonces, ¿qué fuerzas
196 estarían actuando sobre el bloque de abajo?, dibújalas y me dices quién las hace.
- 197 A: ¿no hay fricción, no es cierto?
- 198 E: ya, (supongamos que) no hay fricción.

GONZACA

199 A: la que hace este – me muestra el listón – sería como una tensión...

200 E: fíjate bien ahí.



201 A: si es un madero,... ¿se supone que lo está jalando?

202 E: no sé, ¡imagínalo tú! El objeto está descendiendo.

203 A: ah, va bajando, entonces el madero estaría empujando al bloque – dibuja la fuerza

204 mencionada –

205 E: ¿qué te dice el concepto de momentum lineal?, ¿te recuerda algo?

206 A: de como se representa el movimiento. Como va... el movimiento de un cuerpo

207 E: y ¿qué implica una variabilidad en el momentum lineal del cuerpo?

208 A: que va cambiando el movimiento...

209 E: ¿qué va cambiando la velocidad?

210 A: si

211 E: y ¿qué provoca ese cambio?

212 A: una aceleración.

213 E: ¿Por qué si te ha costado física, has elegido una carrera que tiene física?

214 A: Es que al principio yo no sabía que tenía..., yo pensaba que era pura biología

215 E: ah, ¿por el hecho de ser ambiental? Y en el colegio, ¿no hiciste física?

216 A: sí, pero (los cursos) eran muy básicos,... hacíamos circuitos, con ampolletitas...

217 y cosas así, nunca vi esto. Mi profesor era... creo que era ingeniero...

218 E: Dime tres palabras que se te vengan a la cabeza al mencionarte FÍSICA.

219 A: - demora – no sé, como que se me viene “físico”... Newton... - ríe nerviosa y no

220 sabe que más decir -

221 E: y cuando se menciona la palabra MECÁNICA, ¿qué se te viene a la cabeza?

222 A: ¿mecánica?, es como... a ver... - demora -

223 E: hicimos un curso de mecánica.

224 A: si,... a ver... mecánica...

GONZACA

- 225 E: no importa. Dime ahora, ¿cuál es el respaldo teórico que permite explicar los
226 fenómenos de movimiento (de un cuerpo)?, ¿cuál es la teoría que nosotros
227 trabajamos?
- 228 A: - silencio -
- 229 E: ¿en base a qué teoría explicamos el movimiento de los cuerpos?
- 230 A: la Newtoniana, la Newtoniana. Ahí están las tres leyes de Newton más la fuerza
231 de gravedad.
- 232 E: ya, ¿estudias sola o con alguien?
- 233 A: yo estudiaba, al comienzo con VELMARI, pero a mi me costaba más.
- 234 E: siempre estudiaste con ella
- 235 A: sí
- 236 E: y ¿cuánto tiempo antes de una prueba empezaban a estudiar? O ¿estudiaban clase
237 a clase?, cuéntame...
- 238 A: no igual, yo llegaba a hacer ejercicios, estudiar la materia y para la(s) prueba(s)
239 estudiaba como dos semanas antes con VELMARI.
- 240 E: y ¿cómo hacían para preparar una prueba?
- 241 A: veíamos la, la materia y de ahí empezábamos a escribir primero la materia y de
242 ahí a hacer los ejercicios.
- 243 E: ¿a escribirla?
- 244 A: si, haciendo como resúmenes.
- 245 E: ¿y cuando tu lees un problema necesitas dibujar o algo así?, ¿qué procedimiento
246 sigues para resolver un problema?
- 247 A: lo leo, después anoto los datos y después se analiza...
- 248 E: ¿cómo?, ¿discutiéndolo?
- 249 A: si, con VELMARI y cuando estoy sola... - dice algo inentendible -
- 250 E: ...ah, vas dibujando ¿y después?
- 251 A: aplico la 2ª ley... las ecuaciones.
- 252 E: ¿cuándo tienes dudas, ¿a quién le consultas?, ¿has venido acá – a mi oficina – que
253 no me acuerdo?
- 254 A: si... y a los que entendían más... les preguntaba.
- 255 E: y te convencían
- 256 A: eehhh, no mucho, a veces. O si no, buscaba en los libros para ver si había algo
257 (resuelto) parecido.
- 258 E: cuando venías a dar las pruebas, ¿estabas tranquila?

GONZACA

- 259 A: no, nunca. En la mañana... a veces tiritando (=temblando)
- 260 E: ¿y porqué?, ¿de insegura?
- 261 A: si
- 262 E: ¿y porqué si habías estudiado tanto, estabas insegura?, ¿y en cálculo te pasa lo
- 263 mismo?
- 264 A: no, es que en cálculo son procedimientos más... hay que seguir pasos no mas
- 265 (=solamente),... en cambio en física hay más que pensar.
- 266 E: y eso es...
- 267 A: complicado – me termina la frase -
- 268 E: bueno estarías aprobada con un cuatro, pero es por lo que has hecho aquí,...tienes
- 269 que tener cuidado en los otros cursos, ir con más calma, porque ¿por qué aquí,
- 270 conmigo, lo hacer bien y por qué en las pruebas no?, entonces eso me preocupa.
- 271 A: ya...
- 272 E: ya pos (la nombro), eso sería todo. Muchas gracias.

GONZALORE

1 E: -comenzamos revisando la 1ª pregunta de la **prueba especial**- ¿en este problema
2 no entendiste nada?'-ver figura F-15-

3 A: Es que el problema fue que no...no... se supone que había que ver si... si se
4 volvían a juntar, pero las aceleraciones (de cada cuerpo) eran distintas, uno
5 aceleraba y el otro desaceleraba, eso quería decir que no se volvían a juntar... y
6 no lo terminé, porque no sabía que hacer...

7 E: ¿porque dices que no se vuelven a juntar?

8 A: porque se supone que si sigue acelerando sigue avanzando hacia arriba...

9 E: pero éste parte con velocidad cero

10 A: pero este (otro) con velocidad 40 (m/seg)...

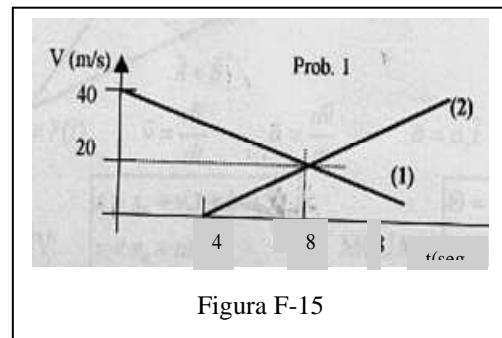
11 E: o sea en el mismo lugar están, uno que esta partiendo hacia arriba y otro que va
12 hacia abajo, ¿no imaginas que se van a juntar?

13 A: pero cuando se juntan acá, - me indica el punto en que las graficas de velocidades
14 se interceptan - eso es lo que dijo Ud.

15 E: no, yo no he dicho eso

16 A: aahhh,... lo dibujó, lo dibujó no más,
17 pero...

18 E: lo que pasa que ahí dice... -leo el
19 enunciado destacando que la grafica
20 muestra como cambia la velocidad de
21 cada cuerpo-



22 A: aahhh,... - ahí comprende que interpretó equivocadamente la gráfica – no lo
23 entendí entonces...

24 E: ah, no lo habías entendido

25 A: yo dije ah si aquí están, según... – me muestra el grafico – se encuentran acá...
26 entonces yo tengo que ver si yo analizo esto y analizo de aquí para acá, eso pensé
27 yo... no que ya...

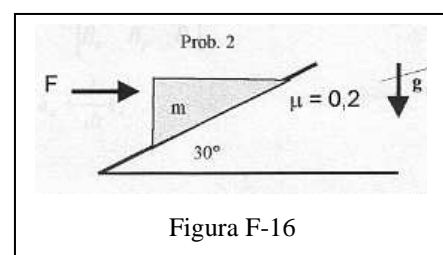
28 E: no notaste que este era un grafico de velocidad versus tiempo

29 A: no – tímidamente -

30 E: ¿con cual problema empezaste?

31 A: con el 2º - de la prueba especial, ver figura F-
32 16-

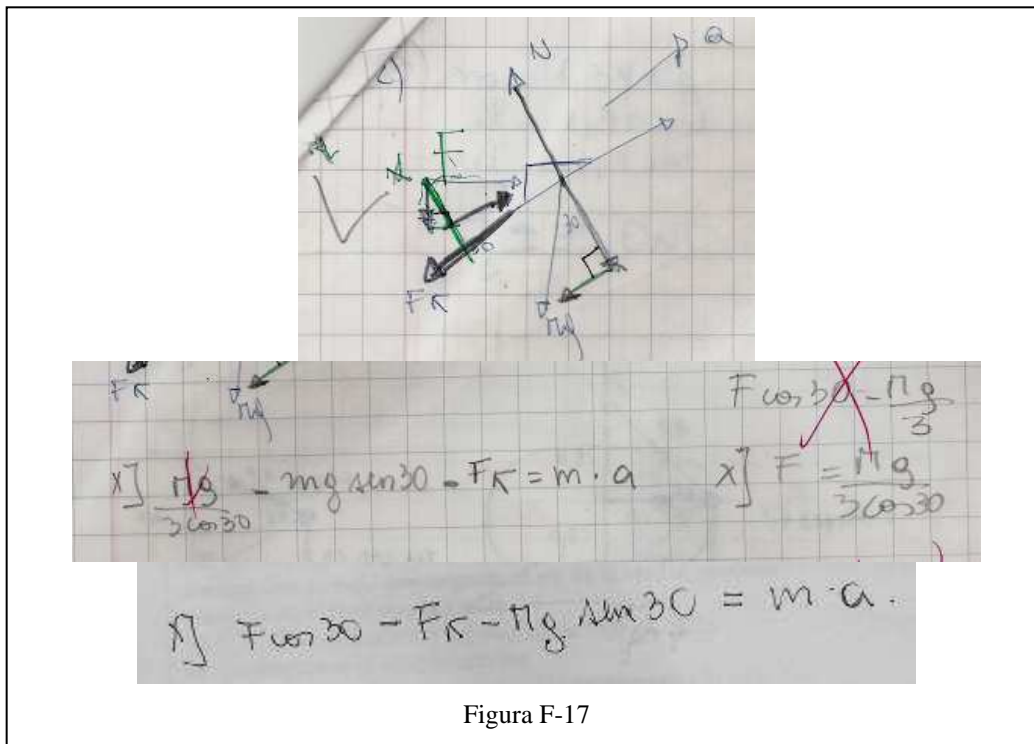
33 E: Hay un error por ahí, veamos.



34 A: ah, si, si se en qué me equivoqué y después me di cuenta

GONZALORE

- 35 E: ¿el sistema coordinado lo tomaste sobre el plano inclinado?
- 36 A: si y después descompuse las fuerzas
- 37 E: eso quiero que lo hagas de nuevo, que descompongas las fuerzas.
- 38 A: a ver, tengo mal eso,... bueno pero igual me equivoqué... ah, pero no... en el
- 39 otro, ya
- 40 E: a ver (tu tienes dibujado) la normal, el peso, el roce, ponle \vec{F} a esa (fuerza en)
- 41 azulito. Necesito que, sin mirar (la prueba), descompongas la fuerza \vec{F} - ver
- 42 figura F-17-.



- 43 A: \vec{F} es la fuerza que dan (en el enunciado). Porque igual lo pensé hacer de otra
- 44 manera,... lo hice de dos formas en realidad...
- 45 E: no, pero dime como lo hiciste ahí (en la prueba), porque (lo) quiero corregir
- 46 A: ah, la fuerza... se supone que el desplazamiento era así... la fuerza era
- 47 horizontal... mmm... y esta fuerza ¿cuánto era?...
- 48 E: Ponle \vec{F} no más, no importa (el valor) - en realidad, $|\vec{F}| = \frac{mg}{3}$ - ...
- 49 A: \vec{F} que es (la fuerza) que me dan... y aquí (el ángulo de inclinación) es 30° ...
- 50 pero que está, es que eso es lo que no...
- 51 E: ah, ahí tienes dudas
- 52 A: si, ese es el problema, por eso había pensado que...

- 53 E: - le explico como descomponer la fuerza \vec{F} en dirección paralela al plano y
 54 perpendicular al plano -
- 55 A: aahhh, no me guié por el eje (coordinado) que yo misma había elegido. Aahhh
 56 ahora entiendo, - y escribe la 2ª ley de Newton correctamente y con seguridad-
- 57 E: Viste que lo sabes hacer
- 58 A: es que el problema es que no me di cuenta, lo hice rápido, y puse el eje bien y las
 59 componentes mal.
- 60 E: ¿ahora te das cuenta qué tienes mal?
- 61 A: si, está mal descompuesto – las fuerzas - . En verdad a mi me había parecido
 62 extraño el resultado, que me hubiese quedado con una $\tan 30^\circ$ - ¿? -
- 63 E: si el cuerpo parte del reposo (como dice el enunciado) y Ud. obtiene una
 64 aceleración negativa, ¿cómo es que puede ir desacelerando? – es la explicación
 65 que ella da a su resultado negativo de la aceleración, ver figura F-18 -
- 66 A: es que la fricción frena el movimiento
- 67 E: pero si parte del reposo, ¿cómo justificas que esa aceleración sea negativa?
- 68 A: es por el eje coordinado
- 69 E: si pero ¿cómo explicas
 70 físicamente el signo
 71 negativo?
- 72 A: se supone que... si yo
 73 pongo la aceleración para allá (arriba), es que se está desplazando para allá, en
 74 este caso sería que... el desplazamiento es contrario a la aceleración,...
- 75 E: ¡y el cuerpo esta bajando!
- 76 A: si bajando, no subiendo, claro
- 77 E: bajando, ¿aumentando o disminuyendo la velocidad?
- 78 A: si la aceleración es para abajo y la velocidad inicial es cero,... aumenta!
- 79 E: después de éste (problema) resolviste este (otro) – le indico el n° 3 de la prueba
 80 especial – Aquí te equivocaste en el radio (de la orbita circular de la bola)
- 81 A: es que lo saqué con (el valor de) la tensión, no con el largo
- 82 E: - le pido que corrija y lo hace bien- En el problema cuatro ¿no se te ocurrió nada?,
 83 el sistema ¿es conservativo?
- 84 A: es conservativo porque no existe ninguna... o sea ninguna fuerza que... se
 85 supone que existe la cine... la... la (fuerza) elástica que es (una fuerza)

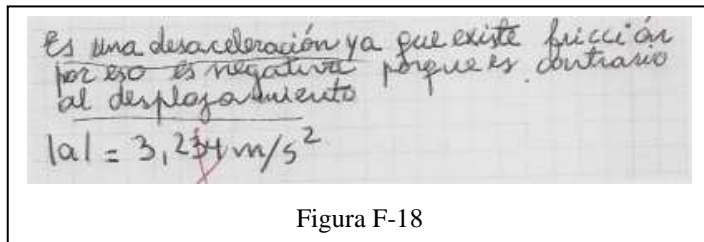


Figura F-18

GONZALORE

- 86 conservativa, la... es que depende donde uno tome el eje coordinado, yo primero
 87 analicé solamente el resorte, entonces acá hay solamente energía cinética y
 88 potencial, la cinética es con la que sale la bola y acá el eje lo tomé,... supuse...
 89 que tenía solamente componente x, entonces si ahí veo x se podría haber
 90 sacado... acá está la altura, la altura la saqué con... ah, pero esto era negativo
 91 porque bajaba y este era mi eje coordinado... y esta sería la altura, pero ahí no se
 92 porqué...
- 93 E: esa altura no se tiene, pongámosle H.
- 94 A: es que el problema es que yo...
- 95 E: pero lo que tu tienes (en tu prueba) es para una bola y ¿para la otra?, ¿se
 96 demoraran (un tiempo) distinto en caer las dos bolas?
- 97 A: no, es que se van a desplazar lo mismo. Es que van a bajar el mismo H. con
 98 distintas velocidades no más y las velocidades si yo las saco en (la dirección) y
 99 se va – se simplifican – al final la velocidad inicial no importa o sea sería el
 100 mismo tiempo. Es que como no tenía número –se refiere al valor de H – como
 101 que me cuesta más y no sabía cómo descomponer bien la....
- 102 E: (volviendo al problema 1) ahora que sabes que es un grafico de velocidad vs
 103 tiempo, ¿qué más puedes decir?
- 104 A: Se supone que la velocidad va disminuyendo constantemente
- 105 E: ¿entonces qué tipo de movimiento rectilíneo sería?
- 106 A: uniforme
- 107 E: ¿uniforme con velocidad constante?
- 108 A: eehhh... con aceleración constante. Un cuerpo con aceleración de $5 \text{ (m/seg}^2\text{)}$ y el
 109 otro con $-2,5 \text{ (m/seg}^2\text{)}$
- 110 E: ¿Y qué otros datos tienes?
- 111 A: tengo... eehhh... que parten del reposo, no parten en $t=0$...
- 112 E: pero, pero los dos no parten en $t=0$
- 113 A: ah no, éste parte de $t=4 \text{ (seg)}$... eehhh, que más... lo que yo no entendí fue que
 114 esto de acá
- 115 E: bueno no importa, con lo que tienes (en esta prueba) igual te da (la nota para
 116 aprobar).
-
- 117 A: ya. Quiero ver esta prueba, profesora – me indica la **prueba nº 3** -. ¡En esta me
 118 fue tan horriblemente mal!

GONZALORE

119 E: coméntame lo que hiciste

120 A: acá... en esta prueba, ¡no vi niuna!, me puse tan nerviosa,... acá – en la pregunta

121 2.- se supone me preguntaban las fuerzas y si era una circunferencia, era lógico

122 que tenía que sacar eehhh... la “r”, que era la normal menos mg por – me

123 muestra que es igual – a m por v al cuadrado dividido por “r”, y eso era todo – lo

124 escribe en la prueba como se indica en

125 la figura F-19-

126 E: ¿pero que se preguntaba?

127 A: me preguntaban la fuerza...

128 E: ¿y esta fuerza (normal) quien la hace?

129 A: la hace el carro sobre el tobogán, o

130 sea... ¡la normal!

131 E: pero no es la que hace el tobogán sobre el carro?

132 A: ¡ah sí!... el carro sobre el tobogán, ¡entonces es el peso!

133 E: no te confundas... - le explico la ecuación que ha escrito – la pregunta (del

134 problema es) ¿cuál es la fuerza que hace el carro sobre el tobogán? – intento

135 saber si distingue la 3ª ley de Newton -

136 A: el peso

137 E: no pues, el peso es la fuerza que hace la tierra sobre el tobogán.

138 A: - silencio- la fuerza que hace el carro sobre el tobogán – lo repite bajo -

139 E: ¿qué relación existe entre las fuerzas que hace el tobogán sobre el carro con la

140 fuerza que hace el carro sobre el tobogán

141 A: son fuerzas de contacto

142 E: si, pero como se relacionan

143 A: - silencio -

144 E: ¿qué dice la ley de acción y reacción?

145 A: que son iguales y contrarias.

146 E: ¿entonces?

147 A: ¿es la normal, pero negativa? – me pregunta -

148 E: si

149 A: o sea para abajo,... eso lo sabía, pero...

150 E: - vemos la pregunta 3 –

151 A: esto está horrible – no hay nada bueno -.

152 E: - vemos la pregunta 1 - ¿y aquí porqué se equivocó, que no me acuerdo?

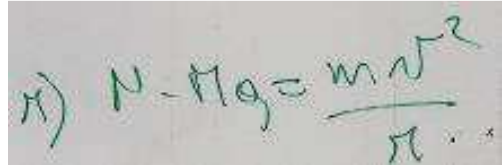


Figura F-19

GONZALORE

- 153 A: es que ocupé mal esta fórmula, porque esta fórmula era... aahhh en el ángulo tal
 154 vez... o en el “h”
- 155 E: - le explico que se equivoca en el cálculo de la altura inicial del bloque con
 156 respecto del suelo, le pido que lo reconsidere y vuelve a cometer el mismo error
 157 – pero el bloque recorre “1 (m) más x”.
- 158 A: aahhh sí, es que ocupé mal la fórmula
- 159 E: ¿Dime porqué sería?
- 160 A: se supone que este trabajo que hace la fuerza elast... ah no sé, no sé... ¡lo ocupé
 161 no más!
- 162 E: ¿sin pensar?
- 163 A: sí, claro, sin pensar... aparte que en este ejercicio me equivocaba en calcular,
 164 porque tengo una calculadora súper antigua y no...
- 165 E: veamos la **1ª prueba**
- 166 A: - lee el problema del bombardero en voz alta -
- 167 E: tu descompusiste bien la velocidad inicial, ¿ésta componente (“y”) es positiva o
 168 negativa?
- 169 A: es negativa
- 170 E: pero en la ecuación tú la pones positiva
- 171 A: si, si tuve ese error – que es semejante al error de ARZOJONA -
-
- 172 E: necesito saber otras cosas (de ti), ¿cómo estudiabas?. Corrígeme si estoy
 173 equivocada: tengo la impresión que estudiaste más al final del curso que al
 174 comienzo – trato de hacerla reaccionar -
- 175 A: para la 2ª prueba estudié mucho, para la 1ª (prueba) estudié un poquito menos,
 176 porque se notó... en caída libre, eso no sabía mucho... ehhh movimiento
 177 parabólico tampoco. Ahora para el examen estudié mucho eso, demasiado...
 178 yyy..., pero estudie con ARZOJONA y PERALMAR, ellos eran mis
 179 compañeros de estudio y ahora estudié con GONZACA para el examen (o
 180 prueba especial)
- 181 E: ¿necesitas siempre estudiar con alguien?
- 182 A: mmm... si, igual me cuesta un poco física
- 183 E: ¿por qué?
- 184 A: es que no se me ocurre, aparte que igual tengo super mala base, pero igual ahora
 185 aprendí muchísimo...

186 E: ¿qué es lo que te cuesta cuando vas a resolver un problema?

187 A: interpretarlo, porque, por ejemplo se aplican las cosas, más o menos,... por

188 ejemplo si me dicen “hay fricción”, entonces yo no se si tomarlo en todo el

189 deslizamiento (del cuerpo) o solo en una parte... cosas como de ese tipo,

190 entonces si no sé interpretar, tengo (en una prueba) todo malo.

191 E: entonces resuelves (los problemas) al azar, buscando solamente coincidir con la

192 respuesta del libro (que usas), para deducir que has interpretado bien.

193 A: si, se puede decir que es así

194 E: entonces, ¿no partes segura?

195 A: a veces... en cierto tipo de cosas que domino más,... pero cuando no domino

196 bien, bien como que ah... no es seguro lo que hago... después verifi... después

197 reviso lo que resultó y analizo de nuevo el ejercicio... aahhh ya esto es así,

198 entonces.

199 E: y después (este método) te resulta para otros ejercicios

200 A: sólo si son parecidos, pero si no son parecidos no aplico los mismos criterios

201 E: ¿y si en las pruebas son bien distintos?

202 A: eso es lo que me pasó con la fuerza aplicada, entonces ahí como que... yyyy...

203 por eso me equivoqué en la 2ª prueba, en la 3ª prueba, en la 3ª prueba, aplicó

204 esas fuerzas... esas fuerzas aplicadas que eran tangentes y ahí no se me ocurrió

205 como hacerlo, porque no había hecho ningún ejercicio, entonces al final es

206 como...

207 E: es decir ante situaciones nuevas, te cuesta mucho...

208 A: no se que tanto..., pero si estudio hartoo... no, pero si estudio más o menos, me

209 cuesta

210 E: ¿qué te cuesta?

211 A: imaginar el problema, es que por ejemplo, cuando recién empecé a estudiar para

212 la 3ª prueba, era un movimiento parabólico y yo ví una trayectoria recta,... ¡Na

213 que ver!, entonces no me salía el ejercicio, entonces yo dije “¿cómo me puedo

214 equivocar en esto?”, pero es que lo hice como rápido,... es que por hacer las

215 cosas rápido me equivoco en puras tonteras...

216 E: Supóngase que se tienen dos bloques sobre un plano inclinado – lo dibujo, ver

217 figura F-20 - y unidos por un listón de madera clavado, ¿qué fuerzas estarían

218 actuando sobre el bloque de abajo?, dibuja las fuerzas

219 A: ¿están en reposo o no? - las dibuja -

GONZALORE

220 E: bueno (supóngalo así)

221 A: hay una tensión, una fuerza así que jala – se

222 refiere a F – la normal , el peso... y eso

223 E: pero si está en reposo, entonces...

224 A: ah entonces no hay tensión – y raya la

225 tensión, en la figura se ve un borrón -... a

226 ver...

227 E: fíjate que si Ud. suma las fuerzas indicadas el

228 bloque se movería hacia abajo, sin embargo

229 el bloque está en reposo.

230 A: ah es que se supone que la tensión tira para acá – me indica hacia arriba en el

231 bloque inferior) y también tira para acá – me indica hacia abajo en el bloque

232 superior -

233 E: ¿y porqué dices que es tensión, si ese es un listón de madera?

234 A: es que pensé... a ya... ah es como una fuerza que como, que como... que jala,

235 entonces yo dije... me parecía que era como una cuerda

236 E: imagínate que tu eres el cuerpo y alguien te empuja con un palo

237 A: ¿si me empuja alguien con un palo?

238 E: si pues si eso es semejante a lo que esta sucediendo ahí.

239 A: a ya, entonces la fuerza va para allá – indicando F hacia abajo -

240 E: pero todavía te falta algo, porque tal cual aparece en el dibujo el bloque se iría

241 hacia abajo y recuerda que está en reposo.

242 A: es que hay una fuerza que empuja y otra en que se afirma

243 E: y quien haría la fuerza en que se afirma – siguiendo su propio lenguaje -

244 A: a ver... está estático... la fricción – lo dice tímidamente -

245 E: Te cuesta eso. Me fijé que actuabas como de memoria, ya que dijiste, tensión, sin

246 fijarte que era un listón de madera.

247 A: .mmm... es que lo hice rápido y pensé es una cuerda y ya...

248 E: pero no es cuerda

249 A: ah, pero tampoco se me hubiera ocurrido que esto – el listón – lo hubiera

250 empujado hacia abajo.

251 E: Dime y que haría el liston sobre el cuerpo – le indico el cuerpo de arriba - si su

252 masa fuera pequeña.

253 A: mmm...

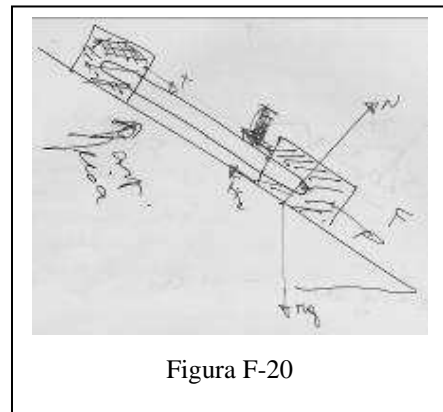


Figura F-20

GONZALORE

- 254 E: ¿y si el de abajo fuera más pesado?
- 255 A: se moverían a la misma velocidad
- 256 E: ya pero ¿que le haría el listón?, ¿nada?
- 257 A: se moverían los dos,... ¿pero no se a qué se refiere con la pregunta?
- 258 E: O sea, el listón sobre el cuerpo puede hacer fuerza ¿jalando o empujando?
- 259 A: - silencio - ¿si la superficie es lisa?
- 260 E: si
- 261 A: lo empujaría
- 262 E: ahora,... y si la superficie fuera áspera y el cuerpo de arriba fuera pesado?
- 263 A: igual sería lo mismo... debido a la pendiente, los cuerpos tenderían a bajar, pero
- 264 se desplazarían menos... el conjunto... ya que están unidos y lo analizo como un
- 265 conjunto
- 266 E: pero o que te pregunto es que el listón puede tener dos acciones sobre el bloque
- 267 (inferior): uno es empujarlo y el otro es sostenerlo
- 268 A: si es más pesado pasaría a jalarlo o empujarlo ya que costaría más moverlo,
- 269 E: ¿por qué?
- 270 A: porque es más rugoso, entonces va a costar más que deslice
- 271 E: ¿la rugosidad?, pero si son las mismas superficies.
- 272 A: ah, entonces el peso
- 273 E: ¿por qué el peso?
- 274 A: es que el roce va a ser mayor,
- 275 E: ¿por qué?
- 276 A: - silencio -
- 277 E: el roce, aparte de la rugosidad de las superficies, ¿de qué más depende?
- 278 A: por ejemplo del aire,... ¿eso?
- 279 E: la fuerza de roce cinético, ¿de qué factores depende?
- 280 A: - mira su prueba en donde tiene escrita la ecuación $f_k = \mu \cdot N$ - ah de la normal
- 281 E: si lo ves escrito, lo sabes decir, ¿ah?
- 282 A: - se sonrío -
-
- 283 E: tu haces este curso por 1ª o 2ª vez
- 284 A: por 2ª (vez)
- 285 E: ¿por qué reprobaste la vez pasada?
- 286 A: estudié mal,

GONZALORE

- 287 E: ¿qué significa que hayas estudiado mal?
- 288 A: estudiaba con mucha gente y no... si fue horrible, me costó darme cuenta, me
289 costó hartó darme... el tratar de estudiar sola, pero en todo caso en física
290 necesito ayuda, porque a mi no se me ocurren las cosas sola.
- 291 E: no has encontrado la forma de aprender
- 292 A: no. Tengo que leer hartó...
- 293 E: igual vas a tener que encontrar la forma, igual en algo avanzaste, te diste cuenta
294 que en grupos grandes no puedes...
- 295 A: no, y a lo más dos personas más, a lo más,
- 296 E: pero todavía te falta algo importante, vas a tener que descubrir cómo tu aprendes
- 297 A: si, ya se que ese es mi problema, por eso me va mal, porque igual estudio hartó,
298 hartó, mucho...
- 299 E: pero de memoria no sirve.
- 300 A: no, si sé. Uno de mis problemas es que de repente memorizo las cosas y otra cosa
301 es que como estudiaba en grupo, al final era pura chacota (diversión) y no... y
302 por eso me iba mal, porque de estudiar igual estudio.
- 303 E: ¿y en cálculo?
- 304 A: no, en calculo pasé (aprobé) bien, si lo único que me faltaba (para estar al día con
305 mis ramos) era esto – física -
- 306 E: ¿y por qué en cálculo te va mejor?
- 307 A: es que me cuesta menos
- 308 E: por qué?
- 309 A: es que igual es más práctica, aparte que en física uno tiene que aplicar
310 conocimientos, entonces uno tiene que saber primero...
- 311 E: ah ¿y en cálculo no tienen que aplicar conocimientos?
- 312 A: si, pero (en cálculo) es más mecánico, (sin embargo) aquí se cambia un poquito
313 un problema y ya el problema es otro muy distinto... hay que pensar mucho...:

LORCAGUS

- 1 E: Te fue súper bien en este curso, ¿siempre te va tan bien?
- 2 A: este semestre me fue bien
- 3 E: ¿qué fue distinto?
- 4 A: Es que me puse a estudiar en el período de huelgas y aproveche el tiempo
- 5 E: ¿por qué no estudiabas antes?, ¿No sabías estudiar?
- 6 A: puede ser
- 7 E: ¿no te motivaba estudiar?
- 8 A: es que resulta que llegaba el momento en que “me pillaba la micro” – que no le
9 alcanzaba el tiempo - y tenía que estudiar esto y ya... no lo había estudiado –que
10 ya estaba atrasado - y bueno entonces... aahh nooo... que tengo la prueba encima y
11 otra (de otra asignatura) más adelante y cuando terminaba de estudiar esto tenía
12 (la) otra (de inmediato)
- 13 E: ¿entonces “te pillaba la máquina de frentón”?
- 14 A: ...es desesperante...
- 15 E: ¿este ramo lo haces por 1^a o 2^a vez’
- 16 A: Por 2^a
- 17 E: ¿y qué pasó la 1^a vez?
- 18 A: me equivocaba en hartas cosas. Ahora me di cuenta que (en este curso) aprendí
19 hartito.
- 20 E: ¿qué hiciste distinto en este curso comparado con la vez anterior?
- 21 A: La verdad es que ahora estudié menos que el año pasado. Hasta diría que fue el
22 ramo que (en el semestre) estudié menos,... pero es que razoné más... razoné más
23 y estudié menos.
- 24 E: ¿cómo es eso?
- 25 A: es que me puse a pensar más en lo que estaba haciendo en vez de llegar y hacerlo
26 mecánicamente y,... también más atención en clases. A veces me levantaba
27 pensando por qué no me salía un problema.
- 28 E: ¿estudias sólo o con alguien?
- 29 A: Sólo. Cuando estudio con alguien,... por ejemplo yo tengo amigos que, no les va
30 muy bien y,... yo les enseñaba...
- 31 E: ... ¿y eso te servía para reafirmar tus conceptos?
- 32 A: me gusta enseñar, me encanta enseñar
- 33 E: ¿qué promedio sacaste en este curso?
- 34 A: 5,4 (en escala de 1,0 a 7,0)

LORCAGUS

35 E: ¿te presentarías a ayudantía?

36 A: mmmmm,... no sé, pero yo creo que llega gente (alumnos) al ramo sin madurar,...

37 (y yo siento) como que maduré antes de pasarlo (de aprobarlo)

38 E: ¡Obligado!

39 A: no obligado, no... porque quería aprender, porque me gusta aprender. Es que hay

40 ramos que por lo general no me motivan... y Ud. Es una profesora que motiva a

41 los alumnos, por ejemplo, yo tengo (ahora) computación y la profesora está... –

42 simula a una persona que habla muy despacio, bajo, suave y estática – y yo no le

43 entiendo nada y no enseña...

44 E: pero quizás la motivación tenga que ver con que te gusta razonar y ponerte

45 desafíos –se hace este comentario con el fin de hacer reaccionar al alumno

46 A: sí, también va por ese lado,... como un desafío personal,... ponerse metas.

47 E: A veces la motivación es personal e independiente del profesor (que dicta una

48 asignatura). – Lamentablemente no doy tiempo para la reacción -.

49 E: ¿Tuviste Física en el colegio?

50 A: Sí, pero súper básica.

51 E: quizás del colegio venga esa costumbre de resolver ejercicios en forma mecánica.

52 – espero su reacción -

53 A: Es que resulta que en el colegio no se estudiaba, porque era demasiado fácil y es

54 que mi curso era muy malo,... entonces como mi curso era muy malo, mi profesor

55 no podía exigir mucho. En Física en primer año, en notas sueltas, - re refiere al

56 total de notas -... 183 rojos (o notas deficientes) y en matemáticas... como 80. –

57 quiere sorprender -

58 E: Si un alumno novato te preguntara ¿por qué existe tanto miedo a Física 1?, ¿qué

59 se enseña ahí?,... ¿qué le dirías?,... ¿qué se estudia en física 1?

60 A: (piensa)... estudia la Teoría de Newton. – es categórico -

61 E: ... y si te preguntara ¿de qué se trata la teoría de Newton?,... ¿qué se enseña ahí?...

62 ¿qué le dirías?

63 A: de cómo se relaciona el movimiento de un cuerpo con la aceleración, perdón con

64 las fuerzas que actúan sobre el cuerpo... que implican una aceleración en el

65 cuerpo.

66 E: ¿y si (el cuerpo) no tiene aceleración no lo estudia la teoría de Newton?

67 A: igual po (pues)

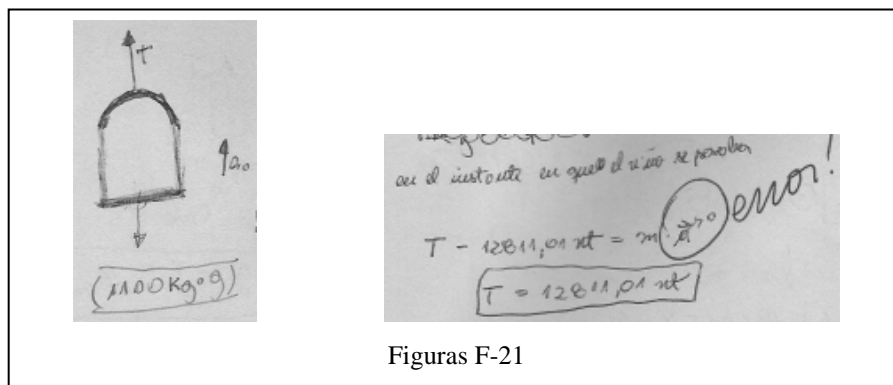
68 E: y si este alumno no supiera lo que es aceleración...

LORCAGUS

- 69 A: ... estudia la relación entre las fuerzas sobre un cuerpo y lo que cambia su
70 velocidad en el tiempo.
- 71 E: ¿estás seguro de todo eso?
- 72 A: es que todas las unidades estudiadas se relacionan con las leyes de Newton.
- 73 E: ¿cómo relacionas las tres unidades?
- 74 A: Bueno, si Ud. Conoce como se mueve un cuerpo Ud. Puede conocer la fuerza
75 total que actúa sobre él.
- 76 E: Pero las cosas siempre suceden así, primero se describe el movimiento para intuir
77 qué fuerzas actúan sobre el cuerpo?
- 78 A: y al revés también.
- 79 E: ¿Luego que exigiría la teoría newtoniana para predecir el movimiento de un
80 cuerpo?
- 81 A: las fuerzas que están sobre el cuerpo.
- 82 E: ¿quiénes hacen esas fuerzas?
- 83 A: Objetos que están fuera de él, que son ajenos a él... y que interactúan con él.
-
- 84 E: ¿cómo te planificaste para preparar las pruebas?, ¿Seguiste algún procedimiento?,
85 ¿Te planteaste algo?
- 86 A: (piensa)... eehhh o sea yo... creo que igual... eehhh... creo que... los talleres (en
87 Física) ayudaron mucho a lo que era la maduración de cómo resolver ejercicios. Por
88 ejemplo, yo tengo un profesor súper bueno de estadística, enseña súper bien, pero
89 resulta que ni hizo ningún ejercicio,... y llegó la prueba y hubieron puros rojos. –
90 Se refiere a que todas las notas fueron deficientes -.
- 91 E: ¿y tampoco tenían ayudantía? – con ayudantes alumnos -
- 92 A: No, y los períodos que él (profesor) ocupaba para ayudantía hacía más clases
93 (teóricas) y... entonces era lo mismo.
- 94 E: pero si tenías una prueba de física, planificabas tu tiempo de estudio, ¿cuánto
95 tiempo antes de la prueba comienzas a estudiar?
- 96 A: Si, siempre me planifico y comienzo a preocuparme dos semanas antes de la
97 prueba. Es que no quería que me pasara lo del año pasado en que “me pillaba la
98 micro”.
- 99 E: En el momento que te dispones a estudiar, ¿cómo lo haces para estudiar?
- 100 A: me pongo a hacer ejercicios para ver que es lo que necesito (reparar) y qué es lo
101 que sé.

LORCAGUS

- 102 E: ¿y cuando tienes dudas?, ¿repasas con el cuaderno?, o ¿haces más ejercicios? o
 103 ¿cómo lo haces?
- 104 A: yo creo que... no... me pongo a hacer ejercicios... busco saber qué necesito y qué
 105 es lo que sé
- 106 E: ¿y cuando entonces tienes dudas vuelves hacia atrás a repasar los contenidos?
- 107 A: si
- 108 E: cuando lees un problema que no tiene dibujos, por ejemplo aquí en la prueba yo...
 109 yo siempre le pongo dibujos, pero... aquí por ejemplo no habían dibujos, _ señalo
 110 la pregunta 3 de la 1ª prueba -... tu siempre necesitas hacer alguna figurita?
- 111 A: no, lo hice, pero no sé como lo hice, pero no siempre,... por ejemplo, había un
 112 problema en el Serway que habían dos cuerpos que se lanzaban, uno primero y
 113 otro después y este – lo representa con una de sus manos - iba con velocidad
 114 constante y este – la otra mano - con aceleración, por ejemplo este caso era
 115 parecido a ese –me señala el de la prueba – era como lo mismo y... también lo
 116 hice y no era con dibujo
- 117 E: no siempre necesitas dibujar, pero ¿la imaginación está funcionando?
- 118 A: sí
- 119 E: pero cuando tu tienes u problema con su enunciado sin dibujos...
- 120 A: por ejemplo en este ejercicio – me señala el ejercicio 2 de la segunda prueba, ver
 121 figura F-21- venía con dibujo, pero yo me imaginé cómo se movía, si el niño



Figuras F-21

- 122 pesaba tanto, ñiuuu- simula con sus manos y emite sonidos para representar el
 123 movimiento del ascensor con el niño - ... supuestamente era una foto y así lo
 124 pensé yo y así lo resolví, tal como lo pensé esto está subiendo aquí – el ascensor –
 125 y uuuu este (niño) pesaba tanto y (en esta situación) va a pesar distinto
 126 y...entonces pop (imaginé que) le saqué una foto –y me lee el problema – y
 127 ¿cuáles son las fuerzas sobre él? O sea que actuaban sobre este – me señala el

LORCAGUS

- 128 niño - ... a porque primero saqué cuanto... si este niño pesaba tanto ehhh... ah
- 129 ¿cómo fue la relación que hice?...
- 130 E: ya ¿y?
- 131 A: las fuerzas que actuaban eran el peso del niño y la tensión, pero yo sabía que,...
- 132 por eso me extraño el error – que la profesora puso en la prueba- además nos dio
- 133 el mismo resultado que el otro (compañero),... entonces no, no,... no se porqué,
- 134 porque yo digo la masa por la aceleración que tenía el niño y digo que si en ese
- 135 momento le saco una foto no tiene aceleración,... ¿estaría muy, muy errado eso?
- 136 E: por supuesto porque todo se está moviendo..., por cierto respecto de un sistema en
- 137 reposo y por cierto aunque Ud. saque una foto el ascensor seguirá moviéndose
- 138 A: pero si yo quiero determinar el peso de una persona en determinado momento,...
- 139 yo yo paro el ascensor en la mitad y...
- 140 E: ah si esta parado, la foto lo muestra detenido, pero no está detenido. La foto
- 141 muestra un momento dinámico.
- 142 A: mmm, me confundí...
- 143 E: tal vez tu has considerado que el niño está detenido respecto del ascensor
- 144 A: no po (pues), no hubieran habido fuerzas no habría tensión... –aquí duda mucho-
- 145 E: considere solo el niño, dime ¿que fuerzas actúan sobre el niño?
- 146 A: el peso
- 147 E: si fuera solo el peso el niño se movería hacia abajo
- 148 A: aaahh hay una fuerza normal
- 149 E: entonces la tensión no actúa sobre el niño, actúa sobre el ascensor
- 150 A: mmm
- 151 E: entonces el niño se mueve junto con el ascensor y tendría su misma aceleración,
- 152 entonces ahí tu dirías que normal menos peso es igual a masa por aceleración –le
- 153 corrijo en la prueba-
- 154 A: sí
- 155 E: cuanto es $17+8$
- 156 A: 26
- 157 E: ¿estas seguro?, ¿cómo lo hiciste?
- 158 A: es que $7+8$ es 15 y le sumo 10 da 25
- 159 E: y ¿ $33+9$?
- 160 A: 42
- 161 E: hago lo mismo o sea el 2 con el 9 y le sumo 10 –se equivoca-

LORCAGUS

- 162 A: el 3 con el nueve, es que a mi me enseñaron que pa(ra) sumar números tenía
163 que,... por ejemplo con el 9 disminuía ese y aumentaba el otro
164 E: ¿cómo es eso?
165 A: por ejemplo si yo sumo $49+9$. Disminuyo el nueve a un ocho y aumento el cuatro
166 a un cinco.
167 E: y si fuera $45+8$.
168 A: aquí le resto 2 (al 5) y le sumo uno al otro – se refiere a las decenas, sería 53-,
169 pero igual yo se que $5+8$ son 13 y lo pienso como más rápido. Así,... es que tengo
170 dos formas, una más lenta y otra más rápida
171 E: y si fuera $37+5$
172 A: al 7 le disminuyo 4... a no po(pues) ... al nueve le disminuyo 1, al ocho le
173 disminuyo dos, si es siete le disminuyo 3, si es 6 le disminuyo 4 y si es 5 le
174 disminuyo 5. Luego al 7 le disminuyo 5 -es 2- y le sumo uno al número de al lado
175 -a las decenas, luego 42
176 E: es un procedimiento propio?
177 A: no, yo lo aprendí en la EXPOMAT 99 en la Universidad Santa María cuando yo
178 iba en 3º medio y me quedó grabado.
179 E: para sumar necesitas un lápiz?
180 A: no, casi nunca
181 E: ¿siempre sumas rápido?
182 A: sí, pero nunca tanto como mi madre, ella es muy rápida y me intriga saber que no
183 se equivoca.....
-
- 184 E: cuando te presentaste a las pruebas ibas seguro ibas nervioso
185 A: no, a ninguna fui nervioso.
186 E: tranquilo
187 A: es que yo creo que es más por un asunto de estudiar, el que estudia no va
188 nervioso. Aunque igual en la última prueba un poco más nervioso, porque quería
189 sacarme mejor nota, ya que tengo un promedio (en el curso) igual a cinco me dan
190 beca, entonces la cosa va por ese lado. -aquí me explica como resta, pero en
191 definitiva usa un lápiz y me salto esto-
-
- 192 E: cuando tú haces una prueba te veo hablar, gesticular, ¿por qué haces eso?
193 A: yo soy bien expresivo...
194 E: ... y rabea, mueve las manos y...

LORCAGUS

- 195 A: es que yo ocupo todo mi cuerpo para estudiar, por ejemplo yo estudio en mi casa
196 y a mi me tuvieron que hacer una pieza atrás (del patio) bien lejos, porque resulta
197 que yo meto mucha bulla,... me paro y me paseo estudiando y si yo tengo que
198 escribir algo si pudiera rallar las paredes las tendría todas ralladas
- 199 E: ja-ja
- 200 A: porque no me dejan, pero con los dedos hago como si rallara la pared
- 201 E: pero cuando estas en una prueba no puedes hacer nada de eso. ¿poe qué estas
202 siempre gesticulando?
- 203 A: es que resulta que necesito ayudar a mi cabeza para que piense, entonces resulta
204 que yo... es como que estoy conectado con mi cabeza y pensando... como estar
205 conversando... mas bien razonando. En matemáticas también me pasa lo mismo.
- 206 E: ¿qué te resulta más fácil, matemáticas o física?
- 207 A: no se porque las dos materias me gustan
- 208 E: cuando ves una ecuación diferencial ¿lo tienes que asociar a algo físico?
- 209 A: en el caso de una integración uso métodos,... de hecho la profesora siempre nos
210 enseña las cosas que necesitamos en vez de la cosas que ella tiene que pasar
211 (enseñar)
- 212 E: y álgebra...
- 213 A: cálculo me gustó más que álgebra.
- 214 E: ¿¿??
- 215 A: es que álgebra y cálculo los dos me gustaron. Lo que no me gustó fue álgebra
216 lineal... ahí teníamos un profesor al que no se le entendía nada
- 217 E: ja-ja
- 218 A: porque decía esta cuestión, esta cuestión, - imita a su profesor – es así y nosotros
219 preguntábamos como se hace y él decía aahh esto es trivial , esto es trivial y
220 básico, por ejemplo una matriz de 2×2 y escribía una matriz de puros dos y esto es
221 así y para qué vamos a hacer más ejemplos... y pasemos a otra cosa y todos
222 quedábamos colgados(intrigados) y no aprendíamos nada
- 223 E: ja-ja. ¿es que necesitas conectar los temas (matemáticos) con algo útil, es eso?
- 224 A: por lo general no, pero tengo otros compañeros que sí, por ejemplo Arzojona
225 necesita o no puede aprender algo si no sabe para qué sirve. Por ejemplo en el
226 caso del laplaciano... él decía ¿y esta cuestión pa(ra) qué me sirve? Y yo le decía,
227 a mi me da lo mismo ¡apréndetelo no más!. Al final un compañero físico le
228 explicó que servía para describir algunos fenómenos de electromagnetismo.

LORCAGUS

- 229 E: y tu entendiste algo
- 230 A: no es que me lo explicó el año pasado.
- 231 E: bueno en eso consistiría nuestra entrevista. Bueno, te ruego que me corrijas si
- 232 tengo alguna impresión equivocada. A mi me parece que tu tienes que ir
- 233 meditando, que en física has tenido que luchar para evitar resolver ejercicios
- 234 mecánicamente como la primera vez en que ajustabas los datos...
- 235 A: si
- 236 E: me parece que durante mis clases no aceptabas lo que no entendías, y que para
- 237 estudiar entendiste que no era necesario hacer tantos ejercicios sino que más bien
- 238 hacer unos pocos pero bien madurados, razonados, bien entendidos
- 239 A: Si yo hice pocos ejercicios. Por ejemplo mi compañero Arzojona para la 1ª
- 240 prueba quería que estudiáramos con Gonzalore y a otros compañeros y yo le dije
- 241 que mejor estudiáramos en mi casa, ya que cuando estudiábamos juntos nos iba
- 242 bien a los dos. Bueno el prefirió estudiar con Gonzalore y los demás y yo revisé
- 243 los ejercicios de los talleres, etc. y resulta que él hizo un montón de ejercicios,
- 244 muchos, todos los que salían en el Serway y se sacó un 1,8...
- 245 E: en tu opinión, ¿en que falló?
- 246 A: en que no los entendió. En que los resolvía mecánicamente y eso era lo que yo
- 247 trataba de evitar.
- 248 E: tu reconoces que antes en física hacías o mismo?
- 249 A: sí y en álgebra también.....
- 250 E: ¿tu tienes la necesidad de explicarle a los demás?
- 251 A: sí, me fascina enseñar a los demás. No siempre puedo. Hoy día, me están
- 252 esperando cuatro compañeros que van a ir a mi casa para estudiar balance
- 253 (fenómenos de transporte)
- 254 E: te gustó balance?
- 255 A: sí, pero me habría gustado un profesor que explicara más, que no nos complicara
- 256 tanto la vida.
- 257 E: ¿cuál consideras tú que es el núcleo duro teórico que puede explicar todo
- 258 fenómeno de balance de calor?
- 259 A: es que no han pasado calor, sino que balance de masa.
- 260 E: entonces qué es lo fundamental en balance de masa?, ¿habrá una teoría que
- 261 sustenta a fenómenos de balance de masa?

LORCAGUS

- 262 A: si a nosotros nos dicen que teoría fundamental es que lo que entra es igual a lo
263 que sale si el proceso es continuo, si no tiene interrupción y... si es que no se
264 genera nada...
- 265 E: ¿y el cuerpo teórico en que se fundamenta?
- 266 A: es que el profesor no es profesor,... es ingeniero, y dice esta cosa se hace así,... así
267 y así, - simula como que escribe en una pizarra – y luego se va para acá y para
268 acá,... complica las cosas.
- 269 E: pero tu necesitas saber porque cada cosa es así?
- 270 A: si
- 271 E: cuando tú aceptas lo que enseña el profesor es porque tus sentidos lo aceptan o
272 porque hay una teoría científica que lo avala y que lo respalda. ¿Entiendes la
273 diferencia? – le explico con un ejemplo-
- 274 A: si, es que el profesor no se respalda en una teoría...
- 275 E: tal vez si se respalda, pero...
- 276 A: - me interrumpe y termina la frase - no la explicita, no la dice en clases
- 277 E: Recuerda Ud. La ley de Fick o la ecuación de Navier-Stokes – que son
278 ecuaciones fundamentales en fenómenos de transporte de masa -
- 279 A: No, nosotros vimos las leyes de gases ideales, Van der Vals, etc.
-
- 280 E: tienes más hermanos
- 281 A: somos cinco y yo soy el segundo. Tengo un hermano de 24 años que es mecánico
282 y trabaja en Santiago.
- 283 E: Estudió en la Universidad
- 284 A: no yo soy el primero que estudia en la Universidad en toda mi familia
- 285 E: ¿y eso te enorgullece?
- 286 A: sí, pero no tanto, pero.... me sube el autoestima.
- 287 E: lo importante es que te vaya bien
- 288 A: hay muchos que vienen a pasear a la universidad. Tengo una compañera que
289 reprobó cuatro ramos que estaba repitiendo.
- 290 E: ¿cómo interpretas eso?, como lo explicas?
- 291 A: no sé, desde que su padre murió entró en depresión, a pesar que murió hace dos
292 años.
- 293 E: tú eres capaz de aislar las preocupaciones familiares de los estudios
- 294 A: la mayoría de las veces si, a pesar que algunas veces es difícil porque también
295 tengo hartos problemas.

LORCAGUS

296 E: agradezco tu tiempo y espero sigas teniendo éxito en tus estudios

297 A: gracias a Ud. Profesora.

MATUMA

- 1 ¿Tú hiciste el curso por primera vez?
- 2 A: no por tercera vez
- 3 E: ¡por tercera vez! – me sorprende –. ¿y qué le pasó las otras veces?
- 4 A: no sé. - me indica quienes fueron sus profesores las dos veces anteriores -
- 5 E: ¿tendrá que ver algo el profesor con la aprobación del curso?, ¿cuál es tu opinión?
- 6 A: Es que la primera vez no estudiaba mucho y la segunda vez, estudié, pero igual
- 7 me costó aprender algunos conceptos y ahora entendí mejor que las otras veces.
- 8 E: ¿y por qué ahora habrás entendido mejor?. Sería porque estabas obligada (de
- 9 aprobar).
- 10 A: yo creo que por eso. Y es el único ramo en que he tenido problemas, en realidad.
- 11 E: ¡El único! Y estás empezando recién con la física – la carrera tiene tres ramos de
- 12 física -.
- 13 A: claro. Es el único ramo que me he echado (reprobado) en realidad en la carrera.
- 14 E: ¿y que tiene de distinto, por ejemplo, con cálculo?
- 15 A: es que igual tengo más facilidades con las matemáticas, en todo caso. Igual la
- 16 física que me hicieron en el colegio... me daba mala base. Quizás sea por eso...
- 17 que no me atraiga tanto la física... puede ser (por esta razón).
- 18 E: ¿y por qué te resulta más fácil cálculo?
- 19 A: porque me gusta un poco más la matemática...o sea no es... no es..., de repente
- 20 no estudio mucho e igual me va bien. O sea yo creo que es más como un feeling
- 21 que tengo con ese ramo.
- 22 E: debe haber algo que hace que te resulte más sencillo. Tampoco puedes descubrir
- 23 ¿por qué física te cuesta tanto?
- 24 A: no, quizás tenga un poco más de estudio, comprender,... en realidad no es tanto
- 25 hacer ejercicios, sino que es comprender lo que hay...
- 26 E: ¿y este semestre lograste comprender más?
- 27 A: sí, en realidad lo que más me costaba era movimiento de proyectiles Eso lo
- 28 entendí un poco más,... igual en la prueba me fue más o menos (regular), pero...
- 29 o sea me fue mal, pero igual entendí mejor. O sea en la mayoría de los ejercicios
- 30 que hice... igual me enredé... estaba (en la prueba) super nerviosa, es que igual
- 31 hacer un ramo por tercera... es una presión.... Eso mas que nada.
- 32 E: ¿tú logras relacionar las tres unidades que estudiamos?

MATUMA

- 33 A: si, al final todo va... comprender el movimiento de una partícula...al final todo
34 va como relacionado. Igual los ejercicios de proyectiles los podía resolver por
35 energía o por trabajo...
- 36 E: Ahora desde la perspectiva del tiempo, en forma general ¿qué podrías decir
37 acerca de qué trata el curso de mecánica?, ¿en qué consistía?, ¿cuál es el
38 problema que la mecánica quiere resolver?
- 39 A: explicar el movimiento de los cuerpos, a través de diferentes puntos de vista, la
40 energía, el trabajo, las fuerzas que actúan sobre él.
- 41 E: ¿y cuál sería el núcleo teórico que respalda todo lo que nosotros estudiamos?. Es
42 decir, si se trata de describir el movimiento de un cuerpo, ¿en que te basas tú
43 para explicar el movimiento de un cuerpo?
- 44 A: Principalmente era como conocer las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, para
45 poder explicar, por ejemplo, para explicar su aceleración; y de ahí su velocidad.
46 Si tenía la velocidad podía conocer el desplazamiento, el tiempo que se
47 demoraba...
- 48 E: pero cuando tu dices, necesito conocer las fuerzas, estás argumentando algo
49 relacionado con una teoría. ¿Cual es la teoría que respalda toda la resolución de
50 problemas...
- 51 A: ah, la de Newton, la segunda ley de Newton. Esa era como la base, en general del
52 curso, porque al final lo que uno más aprende en mecánica I es que la sumatoria
53 de las fuerzas es igual a la masa por la aceleración.
- 54 E: ¿te acuerdas del concepto de momentum lineal?
- 55 A: ¿qué p es igual a la masa por velocidad?
- 56 E: si, ¿y para qué serviría?, ¿qué importancia tiene al interior de la teoría?
- 57 A: que a partir de ahí se llegó a la conclusión de que la fuerza es igual a la masa por
58 la aceleración.
- 59 E: pero ahí no me hablas del momentum lineal...
- 60 A: o sea yo me acuerdo que cuando vimos eso de las disertaciones, hubo una niña
61 que le tocó explicar sobre el momentum lineal, a través de una encuesta... y ahí
62 explicaba que al final de que por la masa, igual...la masa por la velocidad... ahí
63 llegó a esa conclusión... yo, por eso digo que debe ser por eso...
- 64 E: ¿que tema disertó?
- 65 A: Sobre Filopón
- 66 E: ¿te sirvió de algo la disertación?

MATUMA

67 A: Si, pero en realidad como que...en realidad, como iba paso por paso observando
68 el filósofo... uno iba como viendo que uno también piensa lo mismo. Igual de
69 repente yo decía “si le encuentro la razón” y Ud. al final decía, ¡no!, ahora está
70 vigente la segunda ley de Newton.

71 E: O sea tu sentiste un reconocimiento dentro de lo que era la historia y lo que
72 pasaba por tu mente.

73 A: Claro.

74 E: pero ahora te logra convencer la segunda ley de Newton. ¿Lograste descartar esas
75 ideas que tenías en tu mente?

76 A: claro, pero a través de lo que fue el desarrollo de todas las disertaciones, sí, ahí sí,
77 pero cuando me tocó disertar a mi... igual como que tenía como dudas todavía.

78 E: ¿cómo estudiaste esta vez, a diferencia de las veces anteriores?

79 A: Me quedé a estudiar sola. La primera vez estudié en grupos, pero cuando en
80 realidad cuando uno estudia en grupos, por si, no...se dedica mucho a estudiar,
81 de repente se distrae... y ahora estudié sola y entonces como que me dí más
82 tiempo de sacarme las dudas y... yo tenía muchas dudas. Que yo misma me
83 sacara las dudas, no que otro me las dijera.

84 E: ¿No estudiabas con SOSER?

85 A: No, estudié la primera vez con él, pero en realidad no...

86 E: ¿parece ser que tienen formas diferentes de explicarse?

87 A: no, en realidad no se dio...

88 E: y cuando tu decides estudiar sola, tienes algún procedimiento personal para
89 estudiar?

90 A: claro, primero me dedicaba a leer la materia...veía los libros, veía la paso a paso,
91 del cuaderno para ver como se llegaba a la fórmula. Ahora me dí el tiempo de
92 hacer eso y después me dedicaba a resolver los ejercicios... y ahí, en realidad,
93 me daba cuenta que ahora si me salían los ejercicios – ríe -. Entonces era así,
94 primero veía el cuaderno, después me dedicaba a leer el libro.

95 E: pero eso también lo podría hacer una persona sin ir a las clases. ¿en que medida te
96 ayudaba la clase en ese procedimiento?

97 A: Era en realidad más que nada para recordarme lo que había estudiado en los
98 cursos anteriores. Igual de repente se me olvidan las cosas... igual veía, si me
99 acuerdo – afirma-

100 E: o sea tú recordabas la clase.

- 101 A: claro y en realidad en eso me basaba para estudiar... igual los ejercicios eran
102 diferentes a los que había visto antes... igual la primera vez era como más fácil y
103 después se me hizo mas difícil
- 104 E: ¿que era más fácil?
- 105 A: Es que el primer profesor hacía ejercicios mas fáciles que los que se hacían en
106 este curso, entonces igual comparábamos las pruebas que nos hacían y era
107 como... diferente.
- 108 E: (en este curso) cómo preparabas las pruebas, ¿clase a clase?, o ¿10 días antes de
109 la prueba? o ¿cómo?
- 110 A: igual leía la materia, pero estudiar, estudiar... empezaba como dos semanas antes
111 para resolver lo que eran ejercicios...
- 112 E: ¿hacías muchos ejercicios?
- 113 A: en realidad hacía la mayoría del Serway y (de) esos los con respuestas y después
114 hacía los propuestos del final del capítulo.
- 115 E: si pensamos (en el momento) cuando tu haces un problema, por ejemplo acá – le
116 muestro el **problema 1 de la 3ª prueba** - ¿me podrías comentar los pasos que
117 hiciste al resolver este problema?,
- 118 A: en lo primero en que me fijé fue en los datos que tenía, después a calcular, por
119 ejemplo acá me faltaba el ángulo. Después analice cada una de las fuerzas
120 (actantes sobre el bloque) y después...
- 121 E: ¿en algún momento te planteaste lo que estaba sucediendo con el cuerpo?
- 122 A: si, en realidad al ver las fuerzas que estaban actuando sobre el cuerpo, dije, la
123 normal no realiza trabajo, después esta – me muestra la fuerza de rozamiento
124 cinético – no es una fuerza conservativa entonces aquí veía la fórmula que podía
125 ocupar para (tener) la solución del problema y acá el peso que en realidad su
126 trabajo iba en función del ángulo (de inclinación del plano). Entonces lo hice por
127 energía, porque me salía más fácil.
- 128 E: Pero la pregunta era cuál es la fuerza máxima (realizada por el resorte sobre el
129 cuerpo, ¿y tu la calculaste?
- 130 A: si, en realidad lo primero que hice fue calcular lo que se comprimía el resorte.
- 131 E: O sea que tú lograste visualizar que la fuerza máxima estaba relacionada con esta
132 máxima compresión
- 133 A: claro, la fuerza máxima que hacía (el resorte sobre el cuerpo) era cuando el
134 resorte estaba totalmente comprimido.

- 135 E: Bueno, tu planteas el teorema del trabajo - energía cinética, pero este no te
136 permitía calcular la fuerza máxima. ¿En qué minuto tú te planteaste que
137 necesitabas calcular esa compresión para tener la fuerza máxima?
- 138 A: en realidad, me planteé primero la fórmula y después dije... ya empiezo con eso
139 y después veo que me puede salir aquí. Entonces como en realidad me quedaba
140 de incógnita solamente la compresión, me di cuenta que necesitaba saber esa
141 compresión para determinar la fuerza máxima que se hacía sobre el bloque
- 142 E: ¿O sea que el método te dio el camino?
- 143 A: claro.
- 144 E: tu no buscaste antes el camino.
- 145 A: en realidad no.
- 146 E: y aquí – le muestro **el problema 2 de la 3ª prueba** – ¿cómo te planteaste este
147 problema?
- 148 A: igual aquí tenía una duda, porque en realidad decía... veía súper fácil el ejercicio,
149 pero me preguntaban “la fuerza que hace el carro sobre el tobogán... entonces yo
150 decía en realidad la fuerza que hace el carro sobre el tobogán es solamente la
151 fuerza peso, entonces ahí me compl... y ahí dije lo hago por Newton y ahí me
152 sale al tiro (de inmediato), entonces dije no, no creo que sea tan fácil y ahí como
153 que me complique un poco... entonces empecé a resolver dije... igual llegaba
154 por diferentes caminos y llegué como por eso. O sea sacar la velocidad acá...
- 155 E: pero también fue como al azar...
- 156 A: claro, es que en realidad no sabía como hacerlo... en realidad me complicó eso...
157 la fuerza que hace el carro sobre el tobogán. Si lo hacía por Newton me salía al
158 tiro, pero como había que hacerlo por trabajo...
- 159 E: ¡pero no se pedía hacerlo por trabajo!
- 160 A: pero en realidad no... ahí me compliqué.
- 161 E: o sea tú pensaste que como esta prueba es de trabajo y energía no tendría que
162 utilizar (la 2ª ley de) Newton.
- 163 A: claro, una cosa así
- 164 E: ¿y esto – **el problema 3 de la 3ª prueba** – no lo comprendiste nunca?
- 165 A: aquí me complicaron los ángulos, por ejemplo acá se me hacía súper difícil
166 visualizar el... porque esto – se refiere al trabajo - estaba en función del
167 desplazamiento que tenía la argollita
- 168 E: ¿en cuál prueba te fue mejor?

- 169 A: en la **2ª prueba**.
- 170 E: ¿habías hecho problemas como el dos y el tres?
- 171 A: como este había hecho – me muestra **el problema 2 de la 2ª prueba**. Aquí me
- 172 equivoqué porque al dato que me daban no le cambié las unidades. Trabajé super
- 173 mecanizada y no me di cuenta
- 174 E: ¿habías hecho algo parecido?
- 175 A: a este sí.
- 176 E: o sea que cuando hiciste esta prueba, por ejemplo, sólo tuviste que recordar lo que
- 177 habías hecho nada más.
- 178 A: claro. Igual esta prueba no estaba tan complicada.
- 179 E: ¿la encontraste sencilla en base a lo que habías hecho (o estudiado)?
- 180 A: sí.
- 181 E: veamos este problema – **el problema 3 de la 2ª prueba** -.
- 182 A: aquí yo tuve un problema, porque había que calcular la masa de m_c para que todo
- 183 el conjunto se empezara a mover, entonces en realidad yo dije... pensé que era
- 184 un movimiento inminente, entonces no le puse ninguna aceleración. Yo pensé
- 185 que estaba en reposo... porque no está en movimiento todavía cuando está
- 186 inminente...
- 187 E: ¿cuándo tienes dudas en algún problema, a quién consultas?
- 188 A: bueno, a Ud. le vine a preguntar varias veces o le preguntaba al Alfredo – que
- 189 está en un curso superior y es su novio -
- 190 E: sí, pero a Alfredo no le fue tan bien – aprobó con la nota mínima -
- 191 A: sí, pero igual discutir con él, ayuda.
- 192 E: hay problemas que traen dibujos y otros, que no traen dibujos, ¿te complican
- 193 mucho aquéllos que no traen dibujos?
- 194 A: Es que algunos son fáciles imaginarlos, pero también hay algunos que igual se
- 195 hacen complicados, por ejemplo había uno del Serway en que salía, por
- 196 ejemplo... decía que hay un cuerpo girando sobre una mesa y debajo otro cuerpo
- 197 que estaba con tensión... entonces se me hacía... entonces hay algunos que se
- 198 me hacían difícil de imaginar.
- 199 E: pero cuando tu logras imaginar lo que dice un problema, después dibujas, ¿qué
- 200 haces?
- 201 A: claro, en realidad siempre me hago un dibujito como para saber lo que sucede...

MATUMA

- 202 E: ¿y ese dibujito lo usas para imaginar lo que sucede?, ¿lo ves como la situación en
203 movimiento?
- 204 A: claro, en realidad se hace más fácil si uno tiene un “monito” (esquema) hecho.
- 205 E: Di cinco palabras que se te vienen a la mente cuando se menciona Mecánica.
- 206 A: cinco palabras... - ríe ante lo absurdo de la pregunta – no se cual podrás ser...por
207 lo menos para mí es una dificultad... a ver... quizás los proyectiles fue lo más
208 difícil...
- 209 E: no, te pido solo cinco conceptos de mecánica.
- 210 A: - piensa – movimiento de los cuerpos... - demora y finalmente no contesta -
-
- 211 E: ¿cuánto es $18+7$?
- 212 A: - demora y ríe nerviosa – eehhh... 25
- 213 E: ¿cómo lo hiciste?, no de memoria, ¿no es cierto?
- 214 A: no, le sumo 2 al 18 y quedan los cinco
- 215 E: ¿necesitas imaginar esos números para tener el resultado?
- 216 A: claro
- 217 E: ¿cómo los imaginas?
- 218 A: me imagino los pares y cómo éstos pueden encajar en los impares...
- 219 E: ¿ $17+5$?
- 220 A: 23 – se equivoca y no se da cuenta -
- 221 E: ¿cómo lo hizo?
- 222 A: de los 5 le pase 3 al 17 para alcanzar los 20 y me sobran 2
- 223 E: ¿cómo imaginas estos números?
- 224 A: como números nomás... no se
- 225 E: los imaginas como bloquitos, como argollitas o algo así
- 226 A: no, como números nomás
- 227 E: y el número como que lo ves en la cabeza?
- 228 A: mmm
- 229 E: - le escribo sobre una hoja $24+9$. Ella escribe el 24 y debajo el 9, tira la raya y
230 suma – ¿Así te resulta más fácil?
- 231 A: sí, mirándolo es otra cosa.
- 232 E: al ver los números escrito, lo haces distinto
- 233 A: claro.
- 234 E: En el caso de un problema de física, lo lees, lo imaginas y escribes, ¿el
235 procedimiento sería distinto solo si lo piensas o si solo escribes?

- 236 A: mmm
- 237 E: fíjate que al sumar números usas procedimientos distintos al pensar en la suma y
238 al escribir la suma. ¿En física te ocurre algo parecido?
- 239 A: en realidad igual puede ser distinto por un lado... pero en física uno tiene que
240 dibujar y al ver el monito (el dibujo), uno imagina lo que sucede, como una
241 secuencia, como una película...
- 242 E: sin embargo en este problema – **vuelvo al problema 1 de la 3ª prueba** - tú te
243 tiraste a escribir... sin saber como ibas a llegar a esta respuesta. O sea no
244 planificaste primero la respuesta, es decir, tengo que hacer esto primero, porque
245 de esta manera calculo esto otro y así...
- 246 A: es que aquí me planteo, que ecuación me salía más fácil ocupar y de ahí ver
247 como... no se... aquí supuestamente me iba a dar la compresión del resorte y
248 después vería...
- 249 E: ¿es que había resuelto ejercicios parecidos a este (en que se pedía la compresión
250 máxima del resorte)?
- 251 A: claro
- 252 E: ¿Te quedó claro qué es una fuerza conservativa y no conservativa?, ¿o lo sabes
253 como de memoria?
- 254 A: no, si en realidad fuerza conservativa... esta relacionada, más que nada... a un
255 cuerpo que... ejemplo si uno hacía fuerza sobre un cuerpo... este como que
256 tendía a mantener la fuerza sobre el cuerpo, por ejemplo el peso... siempre
257 habría un peso sobre el cuerpo aunque hubiera o no hubiera movimiento. En
258 cambio una fuerza no conservativa, al cuerpo lo movía pero después desaparecía
259 esa fuerza.
- 260 E: Esa sería (para ti) la diferencia.
- 261 A: si, eso es lo que a mi me quedó. En realidad no...
- 262 E: Bueno, eso sería toda (la entrevista). ¿Con qué nota aprobaste?
- 263 A: con 4,2.

NURRO

-
- 1 E: ¿haces este curso por primera o segunda vez?
- 2 A: si, lo estaba haciendo por segunda (vez)
- 3 E: Es indudable que has tenido dificultades con el ramo. De repente estás super
- 4 perdido (desorientado)...
- 5 A: Entiendo la física, puedo hacer miles de ejercicios, pero no se me graban.
- 6 Siempre he conversado con amigos... de física y todos me dicen “es difícil, pero
- 7 tenis que aplicar el concepto para poder aplicar todo lo que”..., pero nunca he
- 8 aprendido el concepto real de la física, porque yo puedo leer una, dos, tres o
- 9 cuatro veces la materia (de estudio) después me pongo a hacer ejercicios... de
- 10 los libros, los hago, pero después me ponen una pequeña dificultad y... no se
- 11 enfrentarlo.
- 12 E: ¿será que cuando resuelves un ejercicio como que tratas de ajustar fórmulas...?
- 13 A: trato de comparar eso (lo nuevo) con otra cosa que yo haya hecho con
- 14 anterioridad
- 15 E: ya
- 16 A: y así nunca me ha funcionado
- 17 E: ¿logras imaginar las diferentes situaciones plateadas en los problemas?
- 18 A: yo creo que ese es mi gran problema con la física, nunca me he podido imaginar
- 19 realmente como es... como funciona...tampoco,... o sea igual me di cuenta que
- 20 no hacia... ni siquiera hacía los dibujitos, como para tratar de imaginar. Pero
- 21 ahora como que empecé... hago un dibujo como el cuerpo se mueve...
- 22 E: pero esa parte te cuesta.
- 23 A: si poder imaginar y tratar de ver lo que (los problemas) me están pidiendo...
-
- 24 E: ¿hiciste física en el colegio?
- 25 A: no.
- 26 E: ¿cómo?, ¿no tuviste física?
- 27 A: si, estudiamos física,... pero es que el colegio era como ordinario. Pero no era
- 28 ordinario de eso como un liceo... era algo como que ahí caían todos alumnos
- 29 que tenían dificultades en otros colegios
- 30 E: de acá de Valparaíso
- 31 A: No, de Rancagua – que es una ciudad pequeña al sur de la capital – Era un
- 32 colegio chiquitito entonces no... la física no le importaba a nadie, entonces
- 33 tampoco la hacía valer mucho el (profesor)... entonces hacía cosas fáciles y

NURRO

- 34 como que... había que reemplazar datos, pero nunca hubo algo que imaginar...
 35 que un cuerpo cae... nunca fue así. No y después llegué acá y ¡puaf!...
- 36 E: ¿y cómo te va en química?
- 37 A: no, en química me va bien... es que es más memoria. Yo me puedo grabar todo
 38 eso y puedo hacer (los ejercicios)
- 39 E: ¿es más memoria?
- 40 A: yo no se si puedo hacer esto – se refiere a la resolución de problemas en física -
 41 con memoria
- 42 E: parece que no... tiene que haber un pensamiento deductivo y entender de donde
 43 sale cada cosa...
- 44 A: si, entender..., porque resolver de memoria esto – me muestra los ejercicios de
 45 las pruebas – no se puede. Tampoco aprenderse la materia sin hacer ejercicios,
 46 porque yo me aprendía la materia...
- 47 E: ¿tú lees?
- 48 A: si
- 49 E: pero cuando lees también tienes que imaginar
- 50 A: si pero tengo que leer muchas, muchas veces (un problema) para entender(lo)...
- 51 E: ¿te cuesta concentrarte?, ¿te pasa que, a veces, te sorprendes que estás leyendo
 52 algo, pero pensando en otra cosa luego de avanzar algunas páginas?
- 53 A: me da lata (rabia),... (me doy cuenta) que no me ha quedado nada. Cualquiera
 54 cosa que empiezo a leer... al ratito me da la flojera y... ya me fui - se
 55 desconcentró de la lectura – y después volver a recapitular...
-
- 56 E: ¿por qué elegiste esta carrera?
- 57 A: no sabía, porque supuestamente a mi me tiraba el área ambiental y yo quería
 58 estudiar agronomía ya que siempre he estado relacionado con el campo, pero
 59 habría tenido que irme a Conce – Concepción, una ciudad más al sur de Santiago
 60 - , pero mi papá quería que yo estudiara en Valparaíso y cuando se presentó la
 61 oportunidad de dar la prueba (de ingreso a la Universidad) y me fue bien, y de
 62 todas las carreras a las que podía postular... me salió la de ingeniería ambiental.
- 63 E: ¿y tu qué te imaginabas?, ¿ahora sabes de qué se trata la carrera?
- 64 A: si, pienso que estoy estudiando pa...no se... o sea es que no hay algo ambiental
 65 como para ir a... todavía no es tan, tan ambiental. Es una ingeniería, es algo de
 66 estar mas sentado (en una oficina),...hacer proyectos, rechazar algunas cosas,...

NURRO

67 pero no es tanto como algo relacionado con la naturaleza o el campo. Na'que ver

68 po...

69 E: ¿y después te cambió la idea de tu carrera?

70 A: si, aquí me cambió radicalmente... cuando empecé a ver los ramos y ... lo que

71 era una ingeniería civil. Y ahí yo dije ya..., habrá que seguir...

72 E: ¿Y ahora que te habría gustado estudiar?

73 A: ¿entraría a la misma carrera?

74 E: ¿a pesar que no era lo que tú, en principio, pensabas? –me sorprende -

75 A: a pesar de que no era lo que yo pensaba y a pesar de lo mal que me había ido...

76 E: ¿por qué?

77 A: porque me gustaría sacar (terminar) esta carrera, porque después uno le encuentra

78 el lado bueno. Después yo encontré que me gusta esta carrera y se podía hacer,

79 siempre he pensado que la puedo sacar. Además que todavía me queda tiempo y

80 todavía me quedan opciones para repetir ramos y seguir.

81 E: ¿tu te das cuenta que en cualquier ingeniería civil tendrás que hacer física?

82 A: si en cualquier ingeniería voy a tener que hacer física.

83 E: bueno, muchas gracias.

PARRARIEL

- 1 E: cursas este ramo por 1^a o 2^a vez
- 2 A: por segunda vez, recuerde profesora que el semestre pasado se hicieron pruebas
3 de tipo test... a mi me cuestan mucho las pruebas de test... son largas y mas
4 difíciles.
- 5 E: Bueno, esas se hacen cuando son muchos los alumnos y el año pasado eran
6 alrededor de ochenta.
- 7 A: sí, ese era otra cosa... era difícil estar en clases de física con tanta gente.
- 8 E: ¿como estuvo tu asistencia el semestre anterior?
- 9 A: No tan mal como ahora, pero igual falte harto desde la segunda prueba en
10 adelante... recuerde Ud. lo de mi mamá – me recuerda lo de la muerte repentina
11 de su madre -
- 12 E: si y eso afectó mucho a tu rendimiento...
- 13 A: ni me lo recuerde... por eso estoy haciendo el curso por segunda vez.
- 14 E: consideras importante este ramo en tu carrera.
- 15 A: siempre supe que en una ingeniería iba a tener física...
- 16 E: ¿y en el colegio tuviste física, ¿cómo te fue?
- 17 A: bien, a mi me gustaba. Mi profesor era un buen profesor... era ameno y divertido.
18 Era de esos profesores que a veces te sacaban al patio para mostrar una estructura
19 metálica o a hacer un experimento... me gustaba
- 20 E: bueno no todos han tenido esa suerte...
- 21 A: sí, y lo otro es que los ejercicios que el daba de tarea, siempre estaban
22 relacionados con lo estudiado en clases, así es que me resultaba fácil hacerlos,
23 pero a algunos de mis compañeros no les iba bien,... les costaba mucho hacer los
24 ejercicios.
- 25 E: ¿y por qué crees tu pasaba eso?
- 26 A: No sé,... yo creo que a lo mejor no hacían los ejercicios, porque no le ponían
27 empeño en hacerlos. Pero eso es lo que yo creo... mmm igual yo creo que
28 algunos eran medio flojos y en física uno tiene que estar pensando siempre.
- 29 E: sí pero a ti también te costó este semestre
- 30 A: claro, pero eso fue por la depresión... yo trataba de pensar en la materia, pero se
31 me venía (a la mente) lo de mi mamá y hasta ahí no más llegaba,... no podía
32 concentrarme... me ponía a llorar y ya no quería salir... Ud. sabe...
- 33 E: Bueno, pero no te pongas triste y conversemos sobre otras cosas, por ejemplo de
34 la prueba especial que debes rendir. ¿Estás nervioso?

PARRARIEL

35 A: si, un poco

36 E: Bueno procura estar tranquilo. En primer lugar, yo prepare dos preguntas o
 37 problemas que quiero que veas, lo medites, resuelvas en las hojas que te doy y
 38 me los expliques. Comenzaremos con estos problemas, después te preguntaré
 39 otra cosa – le paso la hoja con los dos problemas, uno es de equilibrio de fuerzas,
 40 muy simple, y el otro de cinemática en 2-D, movimiento parabólico -.

41 A: - el lee la primera pregunta, ve el dibujo que la acompaña, ver figura F22, y de
 42 repente salta...- pero profesora esto no se puede... no se puede.

43 E: - me muestra el primer problema, el de equilibrio de fuerzas - ¿qué no se puede?

44 A: Es que no se puede pensar que m esté en
 45 equilibrio, porque si 1 tiene una tensión la masita
 46 se movería a la izquierda... se movería...

47 E: si, pero la masa no se mueve, m está en
 48 equilibrio, y ante esta situación se pide conocer
 49 las tensiones de 1 y 2.

50 A: mmmm,... entonces tiene que ser cero, porque si
 51 no... la masita se movería – me dice casi
 52 susurrando-

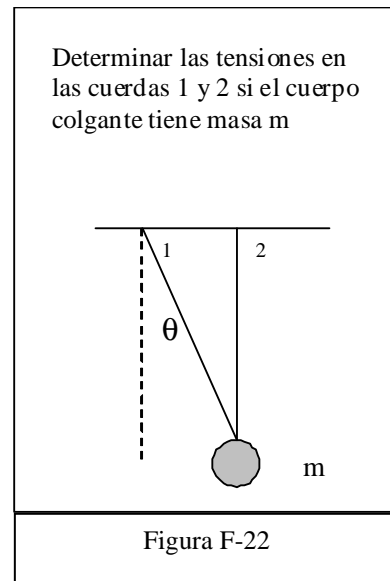
53 E: si, tienes razón, pero ahora puedes expresar lo
 54 que dices en forma escrita.

55 A: ya,... pero si el peso de m es vertical, entonces debe oponerse una tensión
 56 vertical... T_2 .

57 E: y ¿ T_1 ?

58 A: está suelto...perdón, $T_1=0$ lo
 59 que indica que el hilo 1 tendría
 60 que estar suelto.

61 E: si, está bien, resuelve el otro
 62 ejercicio, pero ahora revisaré lo
 63 que escribas y tu me explicarás
 64 – ejercicio 2 de la figura F-23-.
 65 Te dejo unos minutos –
 66 aprovecho ese tiempo para
 67 salir, la idea es que alumno se



2.- Se dispara horizontalmente un proyectil con una velocidad v_0 desde una altura 45 m y cae al suelo a 45 m. Determine la magnitud de v_0 .

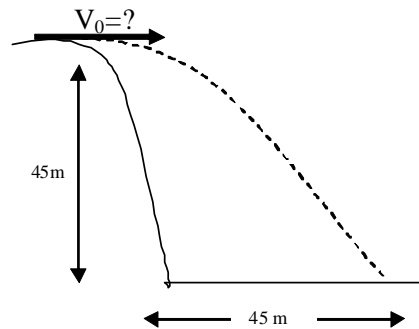


Figura F-23

PARRARIEL

68 relaje, pero igual el ayudante lo observa de reojo, simulando que trabaja en su
69 computador. Observa que el alumno habla en voz baja, gesticula, mueve las
70 manos y después escribe -

71 E: - al volver, después de 10 minutos - ¿cómo estás?, ¿tienes algo resuelto?

72 A: si profe, pero no sé si estará bien...

73 E: - al ver su dibujo, ver figura F-24, reacciono diciendo - pero no has entendido, el

74 proyectil no sale del suelo, es

75 disparado horizontalmente

76 desde una altura de 45 m

77 A: si, pero para resolver, igual

78 sirve pensar que es lanzado

79 desde el suelo y después

80 considerar solo la parte que va

81 desde la máxima altura hasta

82 que llega al suelo

83 E: ¿porqué desde la máxima

84 altura?

85 A: ah, es que en la máxima altura

86 la velocidad es horizontal y

87 también corresponde a la

88 componente y de la velocidad inicial. Por eso digo que $90 = v_0 T$, donde T es el

89 tiempo que demoraría el proyectil desde la partida en el suelo hasta que llega al

90 suelo. Lógicamente $T/2$ sería el tiempo que demoraría en el problema de la

91 prueba.

92 E: ¿me parece ingeniosa su forma de resolver?, ¿habías resuelto otros problemas de

93 esta forma?

94 A: no, se me ocurrió hacerlo así, de repente...

95 E: ¿cuándo resuelves otros problemas también razones de manera similar?,

96 A: mmmm, no sé, no lo había pensado. Lo que si puedo decir es que es importante

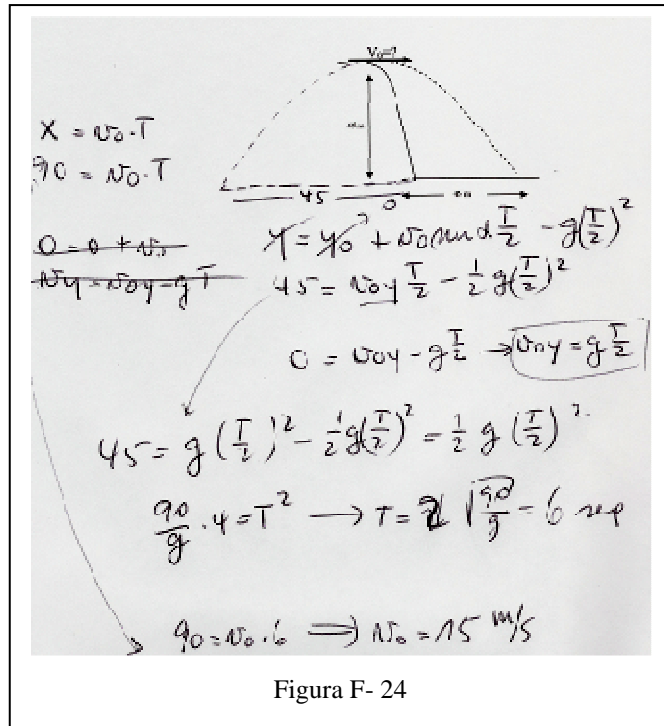
97 para mí entender bien antes de resolver y pensar si la cosa es lógica, si puede

98 ocurrir. Para el problema de las tensiones anterior me estaba imaginando un

99 columpio con dos cables y por eso me parecía que la pregunta no tenía sentido.

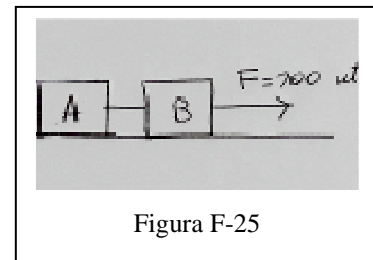
100 No me parecía lógico que se preguntara por algo que es cero, entonces yo

101 pensaba que había un error en el problema o en el dibujo...



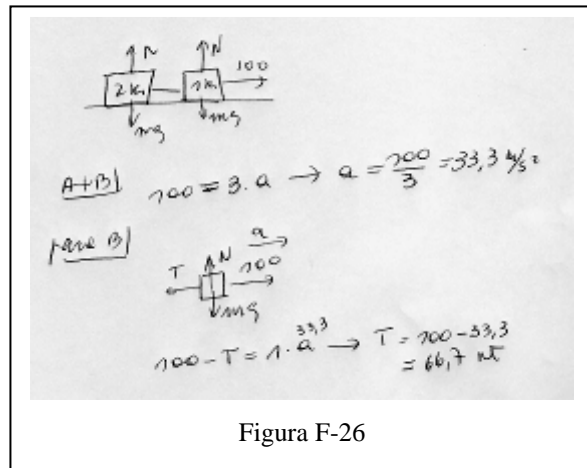
PARRARIEL

- 102 E: Dejemos eso. Dime ¿que consideras tú, es lo más importante que hemos
103 estudiado en este curso (o asignatura)?
- 104 A: mmm... no sé... energía es importante y la 2ª ley de Newton.
- 105 E: sólo la segunda ley, ¿Qué pasa con las otras leyes de Newton?, coméntame sobre
106 ellas.
- 107 A: la primera y la tercera...
- 108 E: si
- 109 A: la primera es la ley de inercia... es que es un caso especial de la 2ª ley... es para
110 el caso cuando la fuerza total sobre un cuerpo es cero... diría en ese caso que el
111 cuerpo se encontraría en reposo o se movería en línea recta con velocidad
112 constante... movimiento rectilíneo uniforme...
- 113 E: ya ¿y la tercera?
- 114 A: la ley de acción y reacción. Como Ud. dijo en clases tiene relación con que las
115 fuerzas ocurren entre dos cuerpos... son interacciones entre dos cuerpos...
116 entonces esta ley dice que las fuerzas de acción y reacción son iguales y opuestas
- 117 E: ¿se pueden eliminar?
- 118 A: si... no... es que depende.
- 119 E: ¿depende de qué?
- 120 A: es que si la acción actúa sobre un cuerpo, entonces la reacción actúa sobre otro...
121 es como uno de los ejemplos que resolvimos en el
122 taller... dos bloques unidos por una cuerda...
- 123 E: ¿lo puedes dibujar y explicarme?
- 124 A: a ver... eran dos bloques, tirados por una cuerda por
125 una fuerza F , no me acuerdo de su valor...- hace el
126 dibujo de la figura F-25-
- 127 E: Ponle 100 nt y continúa.
- 128 A: entonces aquí las tensiones se eliminaban al tomar los dos cuerpos como un solo
129 sistema.
- 130 E: ya, pero y la tercera ley, ¿Qué diría en este caso?
- 131 A: que la tensión de la cuerda sobre A es igual y contraria a la tensión de la cuerda
132 sobre B.
- 133 E: ya, pero aquí tú mencionas tres cuerpos A, B y la cuerda. Tu habías dicho que la
134 ley de acción y reacción era una interacción entre dos... cuerpos y aquí
135 mencionas a tres.



PARRARIEL

- 136 A: es que la cuerda hace fuerza sobre A...
- 137 E: y la reacción a esa fuerza...
- 138 A: claro... es sobre la cuerda... ahí se ve que interaccionan la cuerda con A... es
- 139 decir dos cuerpos. Si, lo que pasa es que me confundí, porque la tensión se
- 140 transmite sobre la cuerda para actuar sobre B...
- 141 E: ya, resuelve este problema. Es decir, dime cual sería la tensión en la cuerda que
- 142 une los cuerpos si la masa de A es 2,0 kg y la masa de B 1,0 kg.
- 143 A: bueno, como le decía, tomando los dos cuerpos como uno sólo...
- 144 E: escribe, te doy unos minutos.
- 145 A: ¿hay roce?
- 146 E: en principio supongamos que no
- 147 hay rozamiento...
- 148 A: - resuelve sin mayor dificultad,
- 149 ver figura F-26-
- 150 E: por qué tú hablas de la tensión de
- 151 la cuerda, si estas analizando las
- 152 fuerzas sobre un bloque.
- 153 A: ¿cómo?, no entiendo...
- 154 E: es que tu dices "para B", y luego hablas de la cuerda.
- 155 A: es que la fuerza... la tensión la hace la cuerda sobre el cuerpo... es que lo
- 156 tensiona
- 157 E: y la fuerza normal?
- 158 A: la fuerza normal, lo comprime.
- 159 E: ¿cómo aplicarías la 3ª unidad para explicar y resolver este mismo problema?
- 160 A: ¿trabajo y energía?
- 161 E: si.
- 162 A: no se, a ver... la fuerza F hace trabajo sobre las dos masas, pero el teorema del
- 163 trabajo y la energía cinética relaciona trabajo con velocidad... y aquí yo calculé
- 164 la aceleración... -me muestra su análisis anterior, ver en figura F-27 -, pero si
- 165 derivó la velocidad... ay no sé, me confundí...
- 166 E: a ver vamos por parte, ¿por qué tu dices que F realiza trabajo sobre el cuerpo?
- 167 A: ah, porque lo desplaza...
- 168 E: bueno, toma un desplazamiento d...
- 169 A: ¿con qué valor?



PARRARIEL

170 E: ¡ponle d no más!

171 A: ¿parte del reposo?

172 E: supongamos que si.

173 A: bueno ya tengo la velocidad, pero

174 tengo que tener la aceleración...

175 E: bueno, entonces describe el

176 movimiento, di que movimiento

177 tendrían los bloques.

178 A: movimiento rectilíneo acelerado

179 E: ¿con aceleración constante o variable?

180 A: constante, porque la fuerza es

181 constante.

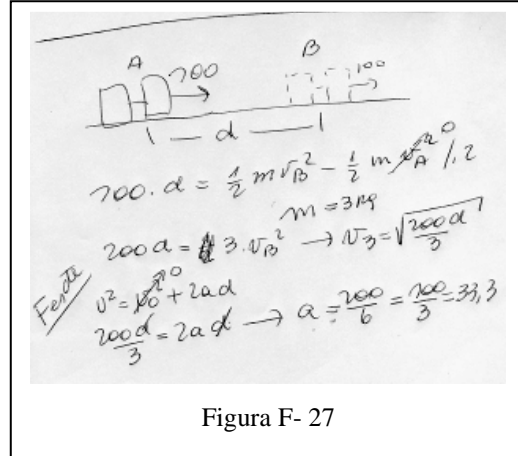


Figura F- 27

182 E: ¿entonces?

183 A: ah, la velocidad cambia... ah, con esta ecuación puedo calcular la aceleración... -

184 y la calcula según se muestra en la ilustración anterior.

185 E: ¿qué te pasó en la **pregunta 3 de la 2ª prueba**?

186 A: ah, yo no tenía tan mal el problema. A mi me parece que la 2ª ley de newton en

187 A+B... ¿por qué está mal?

188 E: a ver, no, parece que está bien, porque tomas A+B, a pesar que el diagrama de

189 fuerzas... lo que pasa es que N_A y N_B actúan sobre A,... la ecuación que tienes

190 mal es la de la componente y de la 2ª ley de newton –ver figura F-28-.

191 A: yo estaba seguro que tenía bien algunas cosas... algunas ecuaciones. Por ejemplo

192 a B se lo lleva la fuerza de roce estático y por eso calculo la aceleración... con B.

193 Ahhh, aquí me equivoqué con el signo de “a” (aceleración)... que soy tonto, si

194 eso lo sabía... y de ahí tengo todo malo...

195 E: ¿Y te das cuenta porqué tienes mal el signo de “a”?

196 A: es que la dirección de “a” es la dirección de w_C , o sea para abajo, o sea negativo

197 E: si parece que lo tienes claro. ¿Cómo estudiaste para esta prueba?

198 A: repasé el cuaderno y los talleres. Tuve más tiempo porque ya había terminado

199 mis otros ramos. Estudié todos los talleres y volví a resolver todos los ejercicios.

200 E: Estudiaste solo o con IBARROS.

201 A: solo, ya que IBARROS se fue para su casa, pero me dejó su cuaderno... todos se

202 fueron y quedé solo, pero igual estudié más tranquilo. Tenía que preguntarme yo

203 mismo y cuestionarme yo mismo y eso me sirvió para pensar...

- 204 E: Me parece que podrías aprobar con la nota mínima, pero en el próximo curso,
 205 Mecánica II, tendrás que volver a replantearte los conceptos que hemos
 206 estudiado. Espero que tengas una asistencia más regular.
 207 A: Gracias profesora, espero estar mejor para el próximo año.

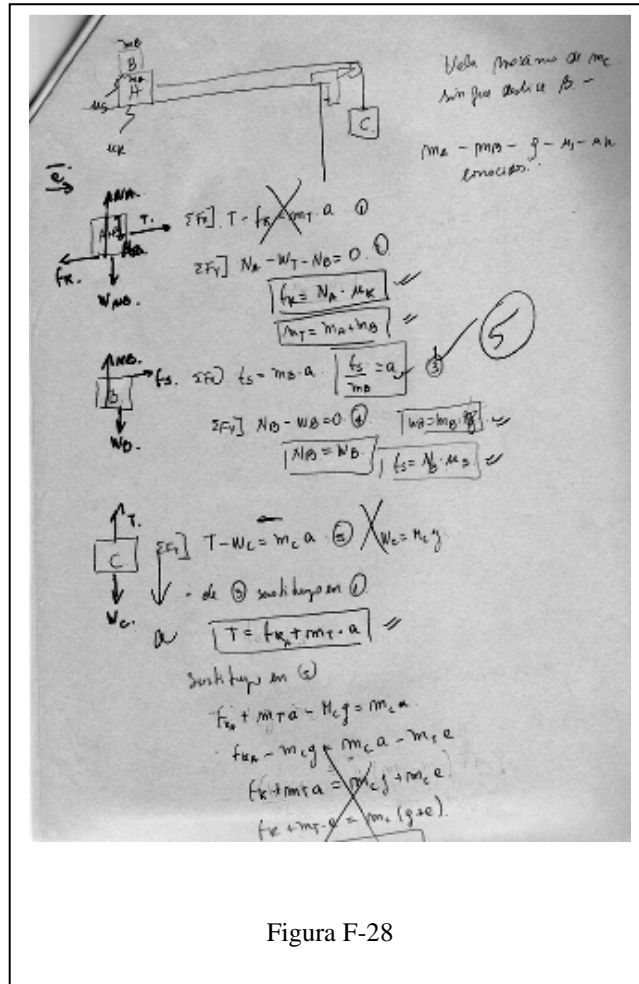


Figura F-28

PERALMAR

- 1 E: ¿habías visto todas las pruebas?
- 2 A: no, ninguna.
- 3 E: ¿ninguna prueba? – me sorprende – Empecemos por la última.
- 4 A: En esta, ¿qué nota me saqué?
- 5 E: 4,1 - le doy la nota y él revisa sus puntajes - ¿estabas pensando que tenías mas
- 6 nota?
- 7 A: yo sabía en que me había equivocado en esta (prueba)
- 8 E: veamos qué te pasó en esta prueba, trata de ubicarte en el momento en que
- 9 estabas resolviendo la prueba
- 10 A: - Se fija en la pregunta 1 de la 3ª prueba y me pregunta - esa altura “Lsen37°”,
- 11 ¿por qué está malo?
- 12 E: explícame como tú planteaste este problema
- 13 A: ya yo dije este bloque tenía una altura inicial, quiere decir que tiene... y como
- 14 viene con una velocidad inicial,
- 15 tiene energía potencial y
- 16 cinética, luego debido a la
- 17 fricción va perdiendo energía, ya
- 18 que es una fuerza no
- 19 conservativa y utilizo esa
- 20 fórmula –se refiere a figura F-
- 21 29-
- 22 E: ya
- 23 A: y después llegará a otra altura después que recorre una distancia de 1 metro,
- 24 entonces tenía una altura H' que es una altura inicial y llegaba a H , entonces esas
- 25 dos H se me iban (anulaban) y me quedaba H'
- 26 E: ahí te confundiste...
- 27 A: entonces de ahí dije que $H' = 1 \text{sen} 37^\circ$
- 28 E: pero tu consideraste hasta que aplastó (al máximo) el resorte, ¿no es cierto?
- 29 A: si
- 30 E: ¿y qué fuerzas hacen trabajo (sobre el bloque) desde A hasta B
- 31 A: el peso y la fricción
- 32 E: y la energía mecánica en B?
- 33 A: va a ser elástica, la cinética en B que va a ser cero, porque el cuerpo se detiene y
- 34 también tiene una altura en B

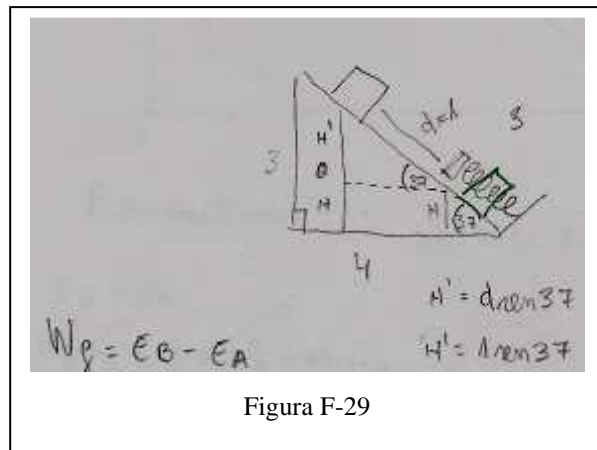


Figura F-29

PERALMAR

35 E: lo que pasa que tu dibujo no está muy claro, - trato de entender lo que hizo en la
36 prueba. Entonces para ti el punto B es la posición del cuerpo al tener totalmente
37 comprimido el resorte un x_0 ... luego H' llega hasta ahí – le muestro que tiene mal
38 considerado el H' ya que lo toma hasta el momento que toca el resorte y no hasta
39 el punto de máxima compresión del resorte - ¿te das cuenta?. Yo creo que es un
40 problema en tu dibujo.

41 A: a si, me doy cuenta que en x_0 también hay fricción – ahí se da cuenta de su error
42 – entonces sale una ecuación cuadrática. Ah si yo sabía que lo tenía malo.

43 E: ¿porqué sabías que (el problema) lo tenías malo?

44 A: porque al salir de la prueba, me dí cuenta que... y al comparar los resultados con
45 mis compañeros...

46 E: ah, comparar...

47 A: me habían dicho que el coeficiente... el coeficiente se sacaba por medio de una
48 ecuación cuadrática.

49 E: ah, te hablaron de una ecuación cuadrática y ahí entraste en duda

50 A: entonces entre en duda y dije claro... si cuando llegue (el bloque) acá abajo
51 también actúa la fricción

52 E: ¿pero porqué sería que te equivocaste ahí?, ¿te confundiría el dibujo?, porque si te
53 fijas la línea que trazaste para indicar la posición B es confusa

54 A: yo creo que fue eso... fue el dibujo que hice, es que en realidad hice (el
55 problema) al tiro (rápido), lo vi y lo hice al tiro(de inmediato)... y después me
56 dediqué a hacer el último (problema)...

57 E: ¿no sería de distraído?

58 A: si,

59 E: ¿este tema no te costo aprenderlo?

60 A: no

61 E: pero lo entiendes... ¿de memoria o porque razones?

62 A: si, si lo razono. O sea que yo tengo claro que el trabajo lo hace una fuerza y le
63 cambia la velocidad al objeto.

64 E: ¿eso lo entendiste bien?

65 A: Y también tengo claro que hay fuerzas conservativas y no conservativas

66 E: ¿y que diferencias encuentras entre las dos?

PERALMAR

- 67 A: por ejemplo la fuerza de fricción es no conservativa porque hace que se pierda
 68 energía y las conservativas cuando se traspasa la energía como el problema 2 –
 69 de la 3ª prueba – la energía cinética se traspasa a potencial,... o sea se transforma
 70 E: ¿eso lo imaginas?
- 71 A: sí, por ejemplo en ese – el problema 2 – esta súper claro que parte del reposo y
 72 que la energía potencial gravitacional, a medida que va disminuyendo la altura,
 73 se va transformando en energía cinética
- 74 E: y quién hace el trabajo ahí
- 75 A: el peso que es (una fuerza) conservativa.
- 76 E: ¿por qué tú calculas la fuerza normal, que es la fuerza que hace el riel sobre el
 77 carro, cuando se pregunta la fuerza que hace el carro sobre el riel?
- 78 A: ah, porque son iguales y contrarias
- 79 E: y si te preguntara cual es la fuerza que hace el carro sobre la niña, ¿que dirías?
- 80 A: yo lo haría así – con seguridad escribe
 81 correctamente la segunda ley de Newton aplicada
 82 a la niña, en la cual llama Mg_N al peso de la niña,
 83 ver figura F-30 -
- 84 E: qué es N
- 85 A: la normal que hace el carro sobre la niña
- 86 E: ¿entendió bien el tema de movimiento curvilíneo?
- 87 A: sí, yo creo que sí. En este – en el problema 3 se refiere al trabajo realizado por \vec{F}
 88 de la figura F-31, que es una fuerza tangencial al arco en todo momento - me
 89 equivoqué, ¿sabe por qué? Porque yo saqué la distancia que recorría de A a B,
 90 pero yo saqué (calculé) el arco que es 1,8 (m)
- 91 E: ¿y cómo lo harías ahora?
- 92 A: -escribe el trabajo como si \vec{F} fuera constante, en figura F-32 -
- 93 E: pero, \vec{F} ¿es constante?
- 94 A: sí es constante
- 95 E: - le explico que \vec{F} va en todo momento tangente a la trayectoria -
- 96 A: \vec{F} mide siempre lo mismo, pero cambia su sentido
- 97 E: ¿entonces \vec{F} es constante?
- 98 A: aahhh... no, no es constante... -se da cuenta -.
- 99 E: ¿cómo lo harías ahora?

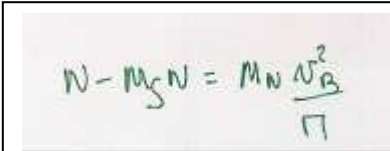


Figura F-30

PERALMAR

- 100 A: también tenía entendido que cuando la fuerza era variable (el trabajo) se saca
 101 (determina) con la (una) integral
 102 E: ahí está bien – tuvo dificultad para llegar a resolver lo que se muestra en figura F-
 103 33-. ¿Por qué no te diste cuenta?
 104 A: porque nunca me di cuenta que la fuerza no era constante.
 105 E: no me explico cómo pudiste llegar a un resultado correcto con un procedimiento
 106 incorrecto, puesto que tú calculaste – en la prueba – el trabajo realizado por una
 107 fuerza constante
 108 A: yo saqué la distancia $\frac{1}{4}\pi r$, entonces como yo dije que la fuerza era constante, la
 109 multiplique por el desplazamiento y por el $\cos 0^\circ$

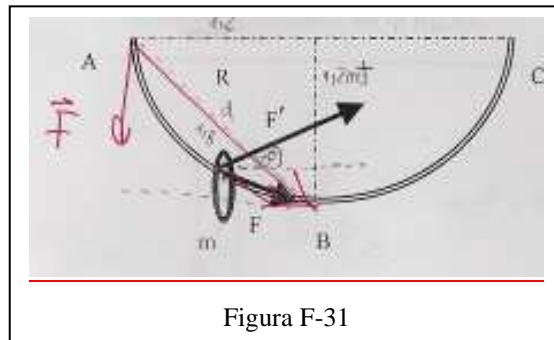


Figura F-31

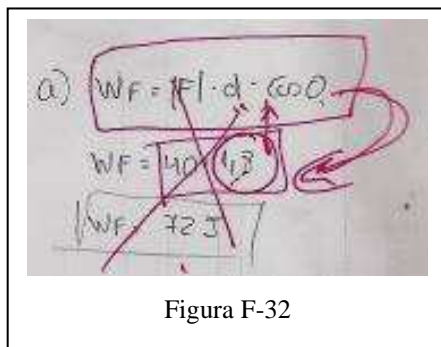


Figura F-32

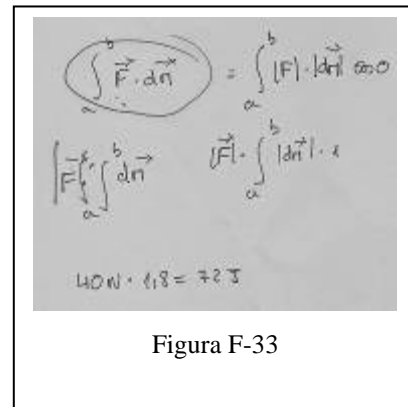
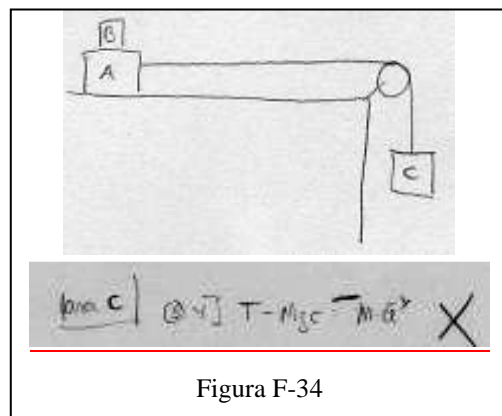


Figura F-33

- 110 E: si pero no entiendo
 111 A: es que confundí el desplazamiento con la longitud del arco – quiere decir que
 112 para él $d = \frac{1}{4}\pi r$, siendo que d representa el desplazamiento entre A y B – y de
 113 casualidad llegue al resultado.
 114 E: ahora lo entendiste
 115 A: si
 116 E: ahora haz ese – le indico el trabajo realizado por \vec{F} , ver figura F-32- ¿lo hizo
 117 bien?

PERALMAR

- 118 A: no se
- 119 E: resuélvelo otra vez y veamos
- 120 A: esa fuerza es constante y el ángulo de la fuerza con el desplazamiento... - piensa-
- 121 E: para hacer eso tiene que dibujar los vectores, - se los dibujo-
- 122 A: aahhh... entonces el ángulo es $30^\circ + 45^\circ = 75^\circ$
- 123 E: ahí si
- 124 A: yo no proyecté los vectores y me fui por acá...
- 125 E: ¿pero no te llamó la atención que el trabajo hubiese sido negativo?, puesto que
- 126 habría hecho disminuir la velocidad
- 127 A: aahhh, sí
- 128 E: estas de acuerdo conmigo que esta parte se resolvió mecánicamente, no se pensó
- 129 en ningún momento en lo razonable del resultado.
- 130 A: si
- 131 E: te convencen con mis comentarios, ¿por qué habrás cometido esos errores?
- 132 A: rapidez y nervios
- 133 E: o sea que el tiempo no te permite razonar correctamente
- 134 A: no y además que el ramo lo estaba dando por segunda (vez) y depender de una
- 135 nota...
- 136 E: veamos la segunda prueba. En este problema del ascensor,... -señalo el problema
- 137 2 de la 2ª prueba - ¿tú habías hecho algo parecido?
- 138 A: si, el problema me es familiar
- 139 E: no tuvo que pensar mucho para hacer eso
- 140 A: no
- 141 E: y este también – le señalo el problema 3 de la 2ª prueba -
- 142 A: este,... aquí tuve que pensar un poquito
- 143 más
- 144 E: no habías hecho algo parecido
- 145 A: si había hecho algo parecido
- 146 E: pero porque tuviste que pensar más...
- 147 aahhh y tuviste dificultad acá – en hacer el
- 148 análisis de fuerzas para el cuerpo C, que
- 149 cuelga del hilo, ver figura F-34 -
- 150 A: eso fue por la rapidez también, porque por



PERALMAR

151 los ejes coordenados el (eje) y es negativo (entonces) a (aceleración) debía ser
 152 negativa

153 E: aahhh, eso lo tienes claro

154 A: si, bastante claro

155 E: y porque aquí tienes mal la
 156 normal, - le indico mi
 157 corrección en que N_A esta
 158 señalado con una cruz como
 159 malo en figura F-35 - revisa
 160 tu mismo

161 A: - piensa -

162 E: capaz que esta bien - y mal
 163 mi corrección -

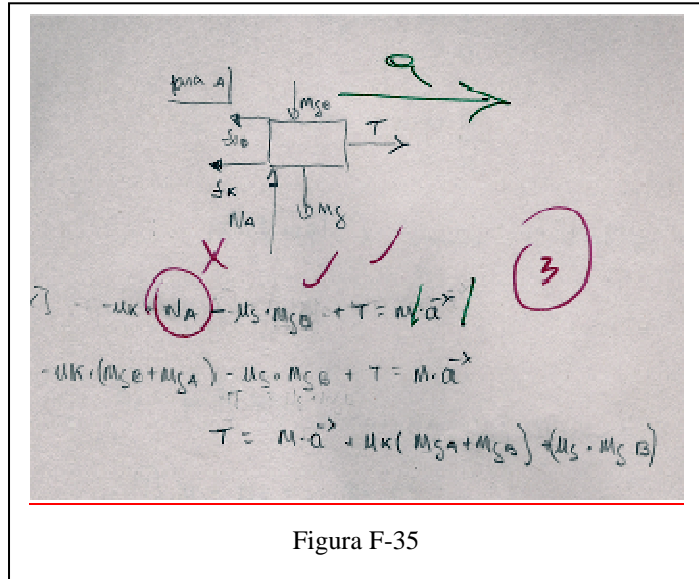


Figura F-35

164 A: - me explica correctamente y con seguridad que la normal que hace el piso sobre
 165 A es la suma de los pesos de B y A -

166 E: entonces esta bien... igual fíjate que tu expresas la magnitud de la aceleración por
 167 tanto no debes escribir la flecha sobre a (el vector aceleración)

168 A: a ya

169 E: tienes problemas para expresarte verbalmente

170 A: no, yo creo que no

171 E: para disertar tienes problemas, para expresarte, ¿te cuesta un poco?

172 A: no, parece que no

173 E: Si la gente busca en la teoría de la evolución o en una teoría genética la respuesta
 174 científica a una determinada cosa o a un determinado problema, entonces qué
 175 buscamos en la 2ª ley de Newton?, ¿respuestas a qué tipo de problemas?, ¿(a
 176 problemas) relacionados con qué?

177 A: con el movimiento de un cuerpo

178 E: exacto, ¿eso lo ha tenido claro?

179 A: si

180 E: ¿te sirvieron de algo las disertaciones?

181 A: si me sirvió bastante, para darme cuenta, que a través de los tiempos, el hombre
 182 pensaba... quizás muy diferente a lo que hoy día nosotros encontramos correcto y
 183 que lo que nosotros aplicamos es un trabajo de (muchos años)

184 E: en verdad eso se valora

PERALMAR

- 185 A: claro por supuesto que se valora, aparte que sirvió para esclarecer algunos
186 conceptos de fuerzas,...
- 187 E: tu pensabas (o creías) en eso de la fuerza impresa – sobre ese trabajo tuvo que
188 disertar -
- 189 A: no, pero al principio, cuando comencé a estudiar esto (mecánica), sí (creía en la
190 teoría de la fuerza impresa)
- 191 E: este año o antes
- 192 A: el semestre anterior, al principio lo pensaba, pero después haciendo ejercicios y
193 con la mecánica ya...– gesticula sonriendo aliviado y dando a entender que hubo
194 un cambio en sus ideas-.
- 195 E: ahora que aprobaste este curso, ¿por qué tú crees que la 1ª vez lo reprobaste?
- 196 A: uno, porque tengo muchos vacíos con respecto a las matemáticas...
197 fundamentalmente eso.
- 198 E: ¿ahora estudiaste más que antes?, ¿qué fue lo distinto al estudiar ahora
199 comparado con la vez anterior?
- 200 A: quizás que me acomodan mucho más las pruebas de desarrollo que (las de tipo)
201 test
- 202 E: ¿pero y en la forma de razonar en diferentes situaciones?
- 203 A: no, ahora razono mucho mejor, porque tengo más claro los conceptos, mucho
204 más claros.
- 205 E: ¿y qué te llevaría a aclarar más esos conceptos?
- 206 A: el hecho que Ud. haga preguntas sobre la materia (y no solo resolución de
207 problemas) para mi es genial. Uno puede explicar con palabras lo que esta
208 estudiando y lo que sabe.
- 209 E: ¿y eso te obliga a estudiar de otra forma?
- 210 A: si, por supuesto, a entender la materia.
- 211 E: ¿necesitas cuestionarte?
- 212 A: si, porque normalmente cuando uno estudia física ¿qué hace?, puros ejercicios, se
213 aprende las cosas mecánicamente y después las aplica en la prueba, ya... pero
214 cuando uno escribe algo acá .me muestra las pruebas realizadas. no se po (pues),
215 uno se da cuenta de lo que sabe y también si uno se prepara para una pregunta de
216 éstas va a tener que estudiar la materia y comprenderla antes de hacer los
217 ejercicios
- 218 E: claro, pero en la segunda prueba tu no tenías idea que yo iba a preguntar así

PERALMAR

- 219 A: sí, pero yo tenía claro el concepto de fuerza.
-
- 220 E: dime cinco palabras que tengan relación con mecánica, las primeras que se te
221 ocurran.
- 222 A: masa, aceleración, velocidad, desplazamiento y eehh... trabajo
- 223 E: y si te digo cinco palabras que tengan relación con física
- 224 A: - demora un tiempo para contestar – velocidad angular, choques,
- 225 E: o sea lo que se te viene a la cabeza siguen siendo conceptos de mecánica. O sea
226 que la física para ti, en este momento, solo esta reducida a la mecánica
- 227 A: sí
- 228 E: En el curso estudiamos tres unidades, cinemática, dinámica y energía. ¿tu
229 relacionas las tres unidades?
- 230 A: si, de la dinámica de la partícula uno puede saber la cinemática de la partícula, al
231 tiro (de inmediato), porque se uno conoce la aceleración (de la 2ª ley de
232 Newton), puedo conocer la velocidad y si uno conoce la velocidad, puede
233 conocer desplazamientos y con ello tiempos
- 234 E: ya, a veces – le comento – un alumno que es memorístico no logra relacionar los
235 conceptos
- 236 A: y sabe lo que me gusto de este curso en sí, que Ud. (la profesora) partió diciendo
237 lo central del curso...
- 238 E: y eso tu crees que facilita las cosas (la comprensión)
- 239 A: si, porque cuando Ud. llega a la primera clase y dice... a través del curso quiero
240 explicar esto... vamos a hacer esto...
- 241 E: bueno en general, tu sabes, que todo lo que un profesor de ciencias haga le
242 conducirá a explicar una teoría.
- 243 A: en física II qué teoría (se estudiará)
- 244 E: se sigue con (las leyes de) Newton. Hay que completar los fenómenos que son
245 descritos por esta teoría, rotaciones y gravitación, por ejemplo. - Le explico en
246 que consiste el próximo curso -.
- 247 A: profesora, ¿y cuál es la dificultad de este ramo?
- 248 E: bueno, con este ramo tienes lo básico.
- 249 A: o sea, es diferente entrar a física I sin nada que estudiar física II (sin tener física I)
- 250 E: para preparar una prueba, ¿necesitas resolver muchos ejercicios?
- 251 A: quizás si,... no sé... si tenga que hacer tantos, pero a medida que... no si igual
252 necesito hacer hartos...

PERALMAR

- 253 E: y... ¿por qué?
- 254 A: porque a medida uno va haciendo ejercicios se va familiarizando con los
- 255 problemas y... quizás entiende más el por qué de las cosas
- 256 E: porque pones tu cabeza (mente) en diferentes situaciones
- 257 A: si
- 258 E: o será que cuando tu haces muchos ejercicios, tienes la esperanza que aparezca
- 259 algo similar en una prueba?
- 260 A: no, para nada
- 261 E: cuando tú haces un ejercicio, ¿tienes un procedimiento para resolverlo? Así como
- 262 tenías un procedimiento para sumar.
- 263 A: si, por ejemplo $33+8$. Tomo el 33 entonces busco el número que me permite
- 264 llegar a 40 al tiro (de inmediato) – que es siete - y de ahí le sumo lo que le falta
- 265 al ocho – es decir $(33+7)+1=40+1=41$ -
- 266 E: ese procedimiento que tu tienes es diferente al que usan otros compañeros tuyos -
- 267 le comento –
- 268 A: es que seguramente son propios para ellos
- 269 E: entonces la pregunta para ti era en Física, ¿tu tienes un procedimiento para
- 270 resolver un problema que sea propio? Y ¿en qué consistiría?
- 271 A: yo lo primero que hago para estudiar física... -le invito un cigarrillo y fumamos
- 272 juntos- es venir a clases, para mi las clases de física y de cálculo son
- 273 fundamentales. Si me pierdo una clase me desconecto, entonces cuando estoy en
- 274 física trato de estar ahí metido (en su contenido, participando). No estudio día a
- 275 día, para nada; o sea si tengo la prueba un miércoles estudio del viernes hasta el
- 276 martes. Lo que hago es que tomo un libro, leo la materia para corroborar con
- 277 otras cosas... para integrar todo y para tener los conceptos claros. En eso me
- 278 demoro una tarde. Y después hacer ejercicios.
- 279 E: ¿haces los resueltos (en el libro) primero?
- 280 A: no los impares
- 281 E: cuando vas en la calle o en la micro (autobús) vas pensando en estos conceptos?
- 282 A: comúnmente no es que trato de desconectarme..., pero en la clase trato de estar
- 283 concentrado.
- 284 E: y en clases preguntas las dudas?
- 285 A: si pregunto hartito (bastante)
- 286 E: ¿y si en un problema quedas con dudas?, las discutes

PERALMAR

- 287 A: yo física no puedo estudiar solo, o sea puedo, pero trato de no estudiar solo,
288 porque uno se distrae más y el mismo hecho de estar con otras personas
289 trabajando (da más ánimo)
- 290 E: ¿con quien estudiabas?
- 291 A: con Arzojona y con Gonzalore
- 292 E: a ellos les fue bien también
- 293 A: con Arzojona me gusta estudiar, porque, por ejemplo uno hace un ejercicio y
294 llega a un resultado y por ejemplo si el tiene dudas en un ejercicio y a uno le
295 pregunta... lo hace cuestionarse a uno, qué por qué esto y por qué esto otro...
296 hay cooperación...
- 297 E: perdón pero nos fuimos a otro lado, estábamos hablando acerca de tu
298 procedimiento para resolver un problema
- 299 A: por ejemplo ya para la segunda prueba... tenía claro lo de las fuerzas... tenía
300 claro lo de las fuerzas normal, de la tensión,...-le interrumpo -
- 301 E: ya, pero tu lees el problema y luego qué...
- 302 A: sabe que comúnmente yo no leo muchos problemas
- 303 E: lo lees una vez y ya te queda claro?
- 304 A: si, pero igual hay que leerlo, después voy ordenando los datos y hago al tiro la
305 ecuación y reemplazo
- 306 E: ¿tienes que hacer un dibujo necesariamente si los problemas vienen sin dibujo?
- 307 A: si – lo dice dudoso -
- 308 E: te cuestionas los resultados?, parece que no – le recuerdo las observaciones
309 acerca de la prueba 3 -
- 310 A: no me cuestiono (en las pruebas) por el tiempo (reducido que duran las pruebas),
311 pero en la casa si... en realidad no tanto... no mucho.
- 312 E: entonces te satisface el llegar a la respuesta (que el libro de texto)
- 313 A: mmm... bueno me gusta estudiar con Arzojona porque discutimos. Es que nos
314 conocemos mucho tiempo y también hace mucho tiempo que estudiamos juntos.
-
- 315 E: puedes criticarme en lo que yo ahora digo.
316 yo concluyo que tu tienes una forma o un modelo para entender, un
317 procedimiento para entender, que es tu procedimiento...
- 318 A: si
- 319 E: que es personal, que no coincide con los míos o con los de otros, pero que a ti te
320 satisface...

PERALMAR

321 A: Ud siempre hace disertaciones en sus cursos o preguntas de conceptos

322 E: no siempre...

323 A: a mi me pareció bastante buena (la forma).

324 E: (Terminamos conversando de otras cosas como relacionadas con mis

325 investigaciones en enseñanza de la física. Él me hace ver que mis “clases son

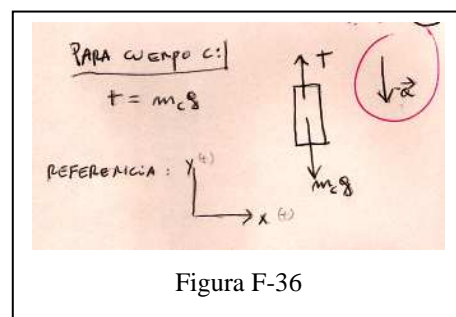
326 diferentes a otros profesores” y que “Ud. se muestra más interesada en lo que

327 aprenden los alumnos”).

SOSER

- 1 E: aquí están tus pruebas para que las veas y las comentemos.
- 2 A: ya
- 3 E: ¿dime este ramo lo estas haciendo por primera o segunda oportunidad?
- 4 A: tercera.
- 5 E: ¡por tercera oportunidad!, pero igual estuviste justito – quiero decir que ha
- 6 aprobado con la nota mínima -
- 7 A: si, igual siempre me ha complicado (este ramo).
- 8 E: ¿por qué?
- 9 A: no se, no le encuentro explicación mágica, porque estudio hartito y aparte que
- 10 igual...
- 11 E: ¿qué significa (para ti) estudiar hartito?
- 12 A: que le dedico hartito tiempo a esto
- 13 E: Dime ¿cómo estudias?, ¿cuánto tiempo antes de la prueba?, ¿tres días?
- 14 A: no, no... de repente, una o dos semanas a veces...
- 15 E: ¿y cómo estudias?
- 16 A: con libros, repaso la materia y luego hago ejercicios... y en grupos generalmente
- 17 E: ¿con quién estudias?
- 18 A: con los compañeros más cercanos
- 19 E: ¿con MATUMA?
- 20 A: si también, pero este semestre no estudié mucho con ella, el semestre anterior si y
- 21 antes con mis compañeros cuando estaban todos.
- 22 E: pero, ¿este semestre con quién estudiaste?
- 23 A: prácticamente solo, pero antes siempre estudiaba en grupos.
- 24 E: ¿y tu crees que este semestre te fue mejor que los otros (anteriores)?
- 25 A: eehhh, el resultado (aprobado) de más si pero las notas no demostraron mucho
- 26 que me haya ido bien.
- 27 E: ¿hiciste algo distinto este semestre con respecto a los anteriores?
- 28 A: que ya me sabía como todo de memoria – dice riendo -
- 29 E: ¿hiciste ejercicios nuevos o repasaste los que habías hecho?
- 30 A: si,... eehhh... al principio como pa´meterme (interiorizarme) en la materia,
- 31 repasaba,... pero no... pero no me llevaba todo (el tiempo) en eso, sino que
- 32 repasaba como para entrar en calor y ahí me metía a...
- 33 E: ¿hacías ejercicios distintos?
- 34 A: hacía ejercicios que no había hecho (antes)

- 35 E: ¿de qué libros estudiaste?
- 36 A: del... del... - demora en contestar – del Hall and Knight y del Serway
- 37 E: pero el Hall and Knight es de cálculo.
- 38 A: o sea, a ver... ¿cómo es que se llama este?
- 39 E: ¿el Halliday?
- 40 A: el Halliday, claro, ese...
- 41 E: ¿y hacías todos los ejercicios del Halliday y del Serway?
- 42 A: del Serway casi todos. Del Halliday... algunos, no, no todos.
- 43 E: ¿y del S. los hacías todos o sólo los que vienen con respuestas?
- 44 A: no, casi todos.
- 45 E: pero, ¿los hacías con la esperanza que te saliera algo parecido en la prueba?
- 46 A: no, porque igual es poco probable y si es que saliera, acordarme,... también es
- 47 poco probable.
- 48 E: ¿y qué esperabas al hacer ejercicios?
- 49 A: que... comprender más o menos como podría ser el procedimiento, porque igual
- 50 siempre habían procedimientos que no... por muy parecidos que fueran algunos
- 51 ejercicios, siempre había algo distinto
- 52 E: ¿y encontraste algún procedimiento para resolver?
- 53 A: siempre me salían sorpresas – ríe – cuando hacía las cosas, como que pensaba
- 54 como podrían ser, pero al final siempre me equivocaba... ja,ja ... en la prueba.
- 55 Bueno, uno siempre comete errores...
- 56 E: ¿Los ejercicios del tipo de la segunda prueba los habías hecho (resuelto)?
- 57 A: - observa la **3ª pregunta de la 2ª prueba** - ...algo así había hecho. Hice
- 58 algunos... ah aquí me equivoqué... que a
- 59 éste no le puse aceleración.... Pero esto
- 60 fue una torpeza nomás, no es que no lo
- 61 supiera hacer... esto era como ilógico –ver
- 62 figura F-36-.
- 63 E: ¿cómo es que sabiendo que (el cuerpo C)
- 64 tiene aceleración escribes eso?, – $T=m_c g$ -, ¿por qué será?
- 65 A: no sé..., hay cosas que no le encuentro explicación en las equivocaciones...
- 66 E: pero en el momento de la prueba, ¿tu sabías que el cuerpo tenía aceleración?
- 67 A: Si claro, o por último llegar a la comprobación que la aceleración era cero...
- 68 E: o sea tu no le encuentras explicación por que haces eso... sabiendo lo otro...



SOSER

- 69 A: claro, es que es como absurdo ver que a todo le pongo aceleración y de hecho
 70 parece que por ahí le escribí aceleración y lo borre, no se algo (hice)...
- 71 E: ahí (dice) la aceleración es conocida – leo que el ha escrito en su prueba, en
 72 figura F-37-
- 73 A: mmm, y por lo mismo debía haberlo considerado acá.
- 74 E: ¿y como corregirías ahora tu error?, escríbelo.
- 75 A: a ver... la tensión... bueno la tensión debe ser igual a la masa por la aceleración...
- 76 E: aquí tienes el análisis de fuerzas – le muestro su diagrama de cuerpo libre para c -

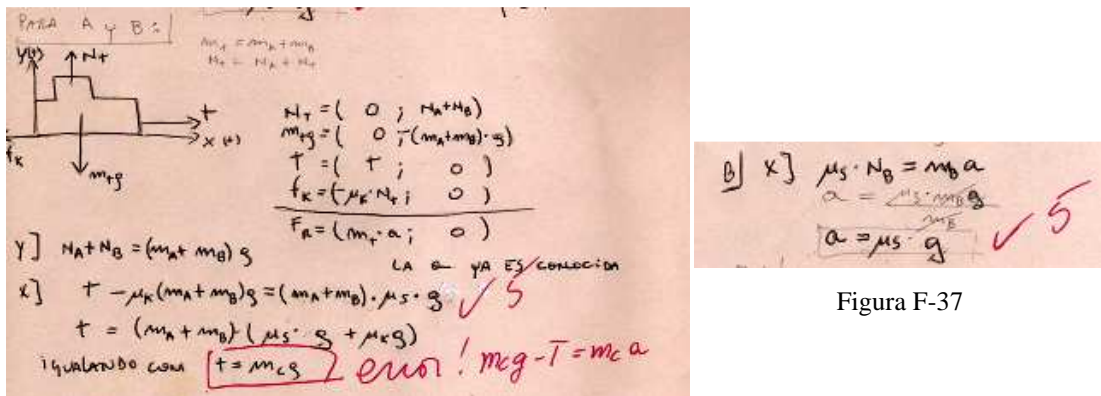


Figura F-37

- 77 A: si... a ver... masa...
- 78 E: e incluso aquí (en el dibujo) le pusiste la aceleración, o sea tienes bien el
 79 diagrama.
- 80 A: masa por aceleración,... a ver, igual tiene el mg...y si la aceleración... a ver...
- 81 E: aplica la segunda ley de Newton.
- 82 A: si...
- 83 E: ¡estás en blanco! – me sorprende su titubeo. Es que ¿estás preocupado de otras
 84 cosas?
- 85 A: si... es que estoy terminando con (el semestre)... he estado como urgido en otros
 86 ramos...
- 87 E: ¿qué ramos?, ¿estás esperando (la entrega) de una nota (de otro ramo)?
- 88 A: ahora si, un ramo de carrera y tengo otra prueba de... mecánica de fluidos... que
 89 lo tomé con solicitud (a la dirección general de docencia) para hacerlo sin haber
 90 aprobado este (ramo). Porque para ese necesitaba cálculo integral y...
 91 termodinámica y termodinámica ya lo había pasado.
- 92 E: ¿y cómo te fue en fluidos?
- 93 A: bien, (aprobé con) 5,2 de promedio (en la escala de 1,0 a 7,0). Si por eso
 94 encuentro que me equivoco en muchas tonteras en física, como básicas, y en el

SOSER

- 95 resto (de los ramos) igual estoy bien. Entonces como que encuentro que es
 96 incomprensible para mí – ríe nervioso – Por que la forma de estudiar es la misma
 97 siempre...
- 98 E: ¿y como estudias?, ¿cómo enfrentas la solución de problemas?
- 99 A: Es que primero veo un ejemplo de los resueltos. Ahí veo, más o menos, como se
 100 puede desarrollar y... también buscando... y primero me hago un formulario de
 101 lo que puedo ocupar y... ahí aplicando... a veces sale y a veces no sale (la
 102 solución del problema) y... si es que no sale, lo consulto con alguien. Y eso...
-
- 103 E: ¿me puedes decir cuanto es $17+26$?
- 104 A: - demora en contestar – cuarenta y... tres
- 105 E: ¿cómo lo hiciste?
- 106 A: le sumé los 10 (al 26) y después los 7 – es decir $(26+10)+7=43$
- 107 E: ¿siempre lo haces así o depende de los números?
- 108 A: depende de los números...
- 109 E: ¿ $25+18$?
- 110 A: - demora- treinta y tres... no cuarenta y tres.
- 111 E: ¿cómo lo hizo?
- 112 A: $(25+10)+5$ y ahí me quedan 3
- 113 E: tu eres consciente de este procedimiento?
- 114 A: no... como que fluye no más... no se como...
-
- 115 E: En general en las pruebas aparecen dibujos, pero en la **pregunta 3 de la 1ª**
 116 **prueba** tu resuelves bien un problema sin dibujos, entonces cuando tu te
 117 enfrentas a un problema, ¿siempre tienes que dibujar para resolverlo?
- 118 A: no siempre... no siempre... eehhh es una gran ayuda si, pero a veces me quedo
 119 con el dibujo y... -ríe queriendo expresar que a veces igual los dibujos no le
 120 permiten resolver -
- 121 E: ¿te cuesta mucho entender los enunciados?
- 122 A: unos más que otros, como todo no más. Depende de la dificultad que tengan,
 123 pero... no es que me cuesten todos...
-
- 124 E: hiciste tres veces el curso de mecánica
- 125 A: si
- 126 E: en este momento, me podrías decir ¿de qué trata un curso de mecánica?
- 127 A: eehhh... en que sentido

SOSER

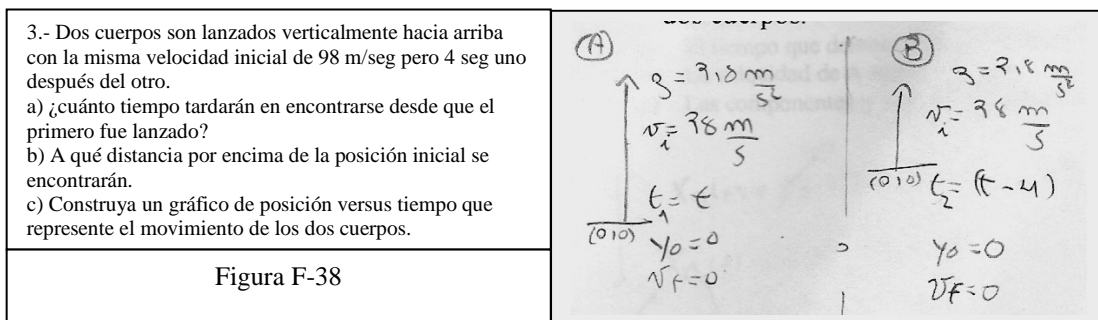
- 128 E: en cualquier sentido, ¿de qué se trata? Dime lo que se te venga a la cabeza.
- 129 A: de movimiento de cuerpos tanto rectilíneos como curvilíneos, acelerados o o
- 130 acelerados... y estudiarlos de esa forma como para poder predecir, de cierto
- 131 modo, en situaciones ideales, sin resistencia de viento...
- 132 E: ¿y qué se necesitaría (conocer) para predecir el movimiento de un cuerpo?
- 133 A: una fuerza o la magnitud de una fuerza... o... la masa. A veces no es necesario la
- 134 masa... una fuerza, una distancia...
- 135 E: ¿te gusta física?
- 136 A: si,
- 137 E: dime tres palabras que asocies con física, lo primero que se te venga a la cabeza.
- 138 A: aceleración, velocidad...
- 139 E: ya.
- 140 A: ¿y esto es para su estudio?
- 141 E: si
- 142 A: Ojala que (con mi entrevista) no le salga tan malo –ríe-. Hasta luego profesora
- 143 E: muchas gracias por venir.

VALENAR

- 1 Entrevistador: ¿Qué hubo distinto en estas clases en comparación con el curso (de
2 Física) anterior?
- 3 Alumno: las pruebas en el curso anterior eran de tipo test con ejercicios.
- 4 E: ya, ¿que más?
- 5 A: la forma de pasar la materia(los contenidos).
- 6 E: ¿Qué diferencias?
- 7 A: como que las fórmulas, las leyes de Newton...Ud. enseñó con más tiempo para
8 explicar de dónde venían las....leyes de Newton....del momentum lineal,
9 explicando qué es el momentum lineal, explicó lo de la primera ley que surgía de
10 la segunda, en relación a la velocidad constante (de un cuerpo). La 1ª vez (que
11 tomé el curso) se explicó que es la 2ª Ley (de Newton) y el profesor se fue más
12 hacia los ejercicios y como que la explicación teórica, igual la hizo, pero no tan
13 extensamente como ahora.
- 14 E: ¿sobre qué tema disertaste?
- 15 A: sobre Aristóteles.
- 16 E: y eso ¿te ayudó en algo?
- 17 A: claro (sí), porque me di cuenta que yo pensaba como Aristóteles.
- 18 E: ¿en serio?
- 19 A: claro (sí), creía que venía de la velocidad la fuerza... ahí me di cuenta que yo
20 estaba equivocado.
- 21 E: ahora que hiciste el curso por 2ª vez, comparado con la primera, ¿cómo
22 estudiaste?
- 23 A: mucha más ejercitación,.... muchos más ejercicios,.... hartos (muchos) ejercicios!
- 24 E: ¿cómo los desarrollabas?
- 25 A: me guiaba por lo que (Ud.) pasaba en las clases, repasaba los ejemplos del
26 cuaderno y después hacía los ejercicios.... de los libros.
- 27 E: ¿cuáles?
- 28 A: el Serway....ya que lo tengo.
- 29 E: ¿y ahí elegías los problemas con respuesta?
- 30 A: Sí, los impares ya que tenían respuesta y así me sentía más seguro y uno sabe “pa
31 donde va la micro” –quiere decir si (yo) está(estoy) bien orientado-. (Si)Estoy
32 mal o estoy bien,..... si no me da el resultado, tendré que revisar (la solución)

VALENAR

- 33 E: usaste solucionarios?
- 34 A: no
- 35 E: ¿tomaste ejercicios como patrón para resolver otros?
- 36 A: los de las clases y el taller, pero yo hacía ejercicios diferentes y ahí me iba
- 37 guiando por el tema central de la unidad (de estudio).
- 38 E: ya, entonces leías el problema y luego ¿que secuencia usabas para continuar?
- 39 A: bueno, seguí el procedimiento que Ud. Enseñó en clases, ver dónde van las
- 40 fuerzas, elegir un sistema (de coordenadas) inercial,.... me iba por ese camino,...
- 41 después calculaba las fuerzas,...
- 42 E: pero antes ¿hacías algún dibujo?
- 43 A: claro, un dibujo.
- 44 E: ¿y si el problema sólo tenía enunciado, sin dibujo?
- 45 A: bueno, entonces intentaba hacer un esquema. Aquí ¿ve? –me muestra un esquema
- 46 que hizo en la pregunta 3 de la 1ª prueba, ver figura F-38- ve que partían del
- 47 mismo lugar, con la misma velocidad inicial, pero uno se lanzaba más tarde, por
- 48 eso yo dije...el A se lanza en un tiempo $t=0$ y demora en encontrarse con B, $t_1=t$
- 49 seg y como el otro se lanza 4 segundos después, entonces aquí el tiempo de
- 50 encuentro es $t_2=t-4$. Entonces, ahí tenía la gravedad, la posición inicial, la
- 51 velocidad inicial y los tiempos.



- 52 E: Cuando tú haces los dibujos, ¿te exiges imaginar lo que está sucediendo?
- 53 A: lógico, me tengo que imaginar la situación, o si no, no se podría hacer (desarrollar)
- 54 el ejercicio.
- 55 E: y la 1ª vez que Ud. Tomó el ramo?
- 56 A: No ahí me tiraba nomás... por los datos me manejaba.... si me daban una
- 57 distancia, decía busquemos una fórmula que tenga distancia. Y si la velocidad
- 58 era uniforme buscaba si tenía distancia y tiempo,... era un manejar y jugar con las
- 59 ecuaciones.

VALENAR

60 E: ¿y ahora tu postura ha sido diferente?

61 A: ahora hago esfuerzo para imaginarme más el problema y entender la situación,...

62 eso era lo que me pasaba la primera vez (que tomé el ramo), no entendía la

63 situación (planteada en un problema), entonces me costaba llegar a un

64 razonamiento, pensé en un momento hasta abandonar la carrera...

65 E: ¿tanto así?

66 A: Sí, yo me había dicho, si me saco una mala nota,.... abandono...

67 E: y en los otros ramos, ¿cómo te fue?

68 A: bien, el calculo lo pasé (aprobé), también la química y Biología, pero en todos

69 tuve dificultad.

70 E: ¿y en calculo también?

71 A: de todos los cálculos (de la carrera), repetí uno solo, el cálculo integral.

72 E: o sea, para ti el cálculo ha sido más fácil de estudiar

73 A: no tanto, pero distingo las situaciones más rápido, es más rápido en

74 entendimiento. Aquí en la física es diferente, uno tiene que pensar primero,

75 imaginarse la situación y después hacer el procedimiento para resolver,... es más

76 complejo. Siempre dicen que las matemáticas es el lenguaje pa(ra) la física....

77 E: ¿tuvo física en el colegio?

78 A: no, estudié en un colegio técnico y sólo nos abocábamos a lo relacionado con el

79 oficio para trabajar,... solo ocupábamos fórmulas para usarlas en el trabajo.

80 E: relacionas las tres unidades estudiadas?

81 A: las que distingo juntas son: dinámica y energía.... la cinemática sirve para

82 entender la dinámica, sería como un preámbulo para la dinámica.

83 E: ¿logras relacionar los conceptos, logras ver la conexión entre los temas

84 estudiados?

85 A: lo veo todo junto, porque la 2ª ley de Newton yo la necesito para calcular la

86 aceleración de un cuerpo y con esto, la cinemática ayuda para conocer la

87 velocidad, por ejemplo,... entonces está todo junto. La 2ª ley de Newton también

88 se relaciona con el momentum lineal, entonces...

89 E: y ¿como se relaciona con la unidad de energía?

90 A: porque igual debo conocer cómo son las fuerzas, si son conservativas o no

91 conservativas para aplicar o no conservación de la energía en un problema, pero

92 es igual que aplicar la 2ª ley de Newton, solo que con la energía es más fácil.

VALENAR

- 93 E: ¿tienes algún procedimiento para estudiar?, ¿cuanto tiempo dedicas para una
94 prueba?
- 95 A: ¡¿la verdad de las cosas?!
- 96 E: siii
- 97 A: en este ramo le dediqué sus dos semanas antes de la prueba,... en las dos primeras
98 (pruebas) principalmente,... me estaba jugando mi estadía en la Universidad, Ud.
99 ¿Me comprende? Le dediqué harto tiempo,...harta (much) ejercitación, hice
100 bastantes ejercicios.
- 101 E: ¿Asististe a todas las clases?, ¿eran las clases y taller importantes para ti o los
102 podías sustituir con los libros?
- 103 A: solo falté a cuatro clases y ahí tuve que leer el libro,... pero en las clases puse
104 mucha atención, casi no puedo tomar apuntes, para mi era importante la
105 explicación de la clase.
- 106 E: y después al repasar en los libros ¿vas recordando las clases?
- 107 A: exactamente, me sirve bastante recordar lo que escuche en clases,... es
108 fundamental.
- 109 E: ¿qué destacas de las clases y taller?
- 110 A: en el caso de las disertaciones, sirvió de harto darse cuenta que pensamos como
111 los antiguos, entonces me di cuenta, puchas!,... que en una prueba yo hice eso, yo
112 puse que la fuerza dependía de la velocidad y me puse a recordar eso ychuta!
113 me equivoqué,... ¡y por eso no pasé el ramo!,... ahí descubrí realmente porqué no
114 pase el ramo...
- 115 E: ¿consultas?
- 116 A: sí, acuértese que venía siempre a molestarla.
- 117 E: no era molestia,... ¿y si quedabas con dudas?
- 118 A: me quedaba inquieto y ahí le venía a preguntar otra vez, pero... reconozco que
119 soy muy tímido para preguntar en la clase.
- 120 E: de veras? No parece!
- 121 A: ¡aunque Ud. No lo crea! Eso sí que yo vengo a (su) la oficina.
- 122 E: ¿estudias sólo o con otra persona?
- 123 A: estudio con CARMOCLAU y LORCAGUS ya que discutíamos mucho y nos
124 ayudábamos. Nos complementábamos. Aprendimos a trabajar así en el taller.
125 Cada uno trabajaba en forma independiente y veíamos quien llegaba al resultado

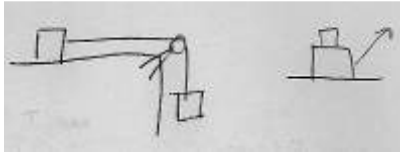
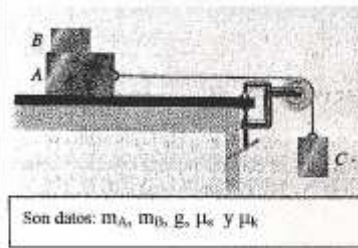
VALENAR

- 126 y... el que llega al resultado tenía la razón y le explicaba a los otros y así nos
 127 dábamos más ánimo,... nos acoplamos bien. Es que nos conocíamos.
- 128 E: ¿llegabas a las pruebas tranquilo?
- 129 A: no, porque... en la primera prueba estaba más nervioso,... porque necesitaba tener
 130 buena nota,... si no me iba. Si me hubiese sacado una mala nota me habría
 131 desmoronado (desilusionado)
-
- 132 E: dime cuanto es $17+9$
- 133 A: 26 –cuenta con los dedos-
- 134 E: siempre cuentas con los dedos?
- 135 A: la mayoría de las veces,... otras lo hago mental
- 136 E: $17+5$
- 137 A: 22 –de inmediato-.
- 138 E: ¿cómo lo hizo?
- 139 A: $7+5.....22...+10....22!$
- 140 E: $33+8$
- 141 A: $8+3....11....+ \text{los } 30....41!$
- 142 E: cuando tu dices 41, lo imaginas?
- 143 A: los imagino como números separados, igual como lo enseñan en el colegio, para
 144 la reserva uso los dedos...pero tengo que usar un lápiz.
-
- 145 E: Veamos las pruebas (2^a y 3^a)
- 146 A: me gustaría ver la 3^a prueba.
- 147 E: bien,-comienzo con la 2^a prueba- ¿cuándo estudiaste para esta prueba habrás
 148 hecho problemas parecidos a éstos?
- 149 A: si
- 150 E: así es que estos te resultaron fáciles...
- 151 A: no,...este fue diferente – me indica el problema 3 de la figura F-39.-. Aquí tuve
 152 que pensar, porque Ud. Había hecho en clases (un ejercicio con) dos bloques
 153 conectados,- los dibuja- y en otro ejercicio con un bloque sobre otro, entonces
 154 aquí tuve que juntar estos dos ejercicios...y esto me complico...me había
 155 enredado con las tensiones,...mmmmm y ahí me salieron las ecuaciones (para
 156 cada cuerpo) y...
- 157 E: pero lo hiciste
- 158 A: sí y con sencillez, con seguridad.
- 159 E: ¿qué te pasó en el problema 4, letra b?

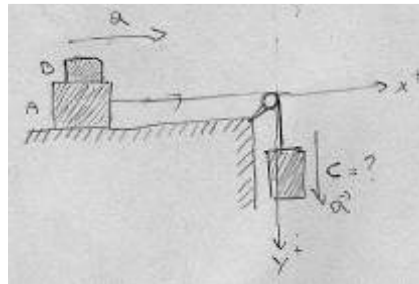
VALENAR

160 A: aquí, calcule bien –se refiere a la velocidad del cuerpo en la parte superior de la
 161 esfera- pero acá –ve la letra b del problema- me equivoqué...-ve la corrección-

3.- El bloque B de masa m_B descansa sobre el bloque A, de masa m_A , que a su vez está sobre una mesa horizontal. El coeficiente de rozamiento cinético entre A y la mesa es μ_k y el coeficiente de rozamiento estática entre A y B es μ_s . Un hilo atado a A pasa por una polea ideal hasta el cuerpo C, que cuelga del otro extremo. ¿Cuál es el máximo valor que puede tener la masa m_C , para que A y B deslicen juntos cuando el sistema se libera del reposo



Figuras F-39



162 E: pero aquí tú usaste el resultado anterior, lee la pregunta

163 A: - la lee- aaahh, en la base de la esfera,... yo lo tomé arriba,... ahí está el error!

164 E: y dime como lo resolverías ahora?

165 A: el análisis de fuerzas es otro, - escribe la 2ª ley aplicada a la parte inferior de la

166 esfera correctamente, como se ve en la figura F-40-...aquí la aceleración del cuerpo

167 es centrípeta...y aquí...la velocidad vale el

168 doble...aquí ya estaba apurado por terminar y no

169 me di cuenta...no lo leí bien.

170 E: ya

171 A: sí, (Ud.) tiene la razón – se refiere a la

172 corrección-...el profesor siempre tiene la

173 razón.

174 E: no siempre, recuerda que los científicos somos

175 refutables,....ja,ja

176 A: si refutables, con Ud. Dice en clases.

177 Aquí yo me equivoqué, porque no consideré el

178 roce – se refiere al problema 1 de la 3ª prueba

179 y me indica su figura, figura F-41 -

180 E: ah, se te fue...

181 A: es que este problema lo había hecho antes, en el curso anterior...

182 E: y no leíste el problema, ¿por qué no tomaste el roce?

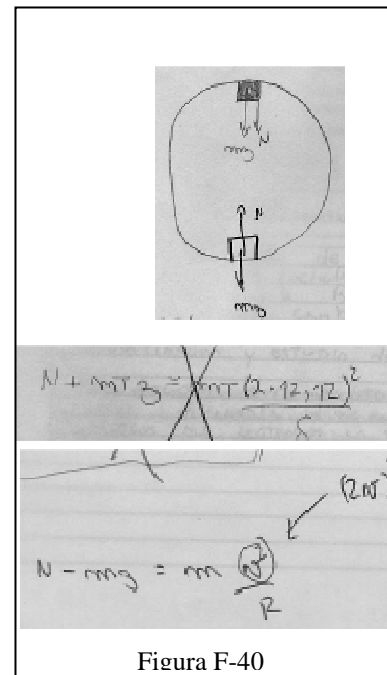


Figura F-40

VALENAR

183 A: emmm,...fue como mecánico,...llegué y me tiré nomás.

184 E: y cómo deberías haberlo resuelto?

185 A: con el teorema del trabajo y la energía. –me contesta en forma inmediata. Da

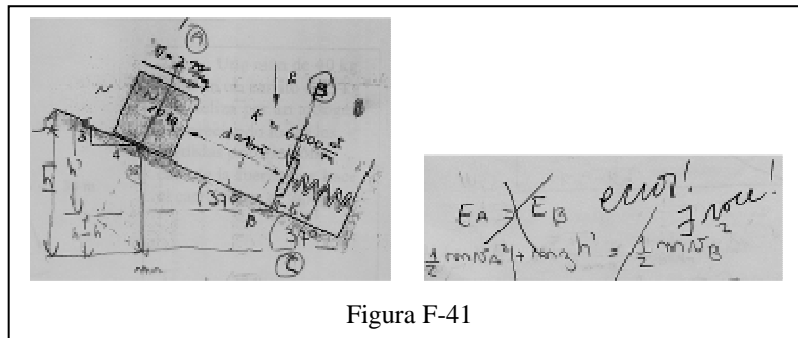


Figura F-41

186 vuelta la hoja y me comenta sobre el siguiente problema, el n° 2 de la 3ª prueba,

187 que resuelve correctamente aplicando conservación de la energía, primero y

188 luego segunda ley de Newton-. Aquí estuve mejor, aquí pensé un poco... ¿me

189 equivoqué en un signo? –me pregunta sorprendido-

190 E: sí, pero fue de un despeje,...una tontera.

191 A: --a vuelta la hoja y me indica el 3° problema, ver figura F-42-

192 E: este estuvo re-bien!

193 A: esto lo tenía muy claro,...pero aquí, -me

194 indica en la parte en que yo corregí

195 rallando con una cruz- aquí con F' qué

196 pasó?...

197 E: es que el coseno no es de 30° , -le explico-

198 A: entonces el ángulo (entre F' y el

199 desplazamiento del cuerpo) es de 75° ,...no me fijé.

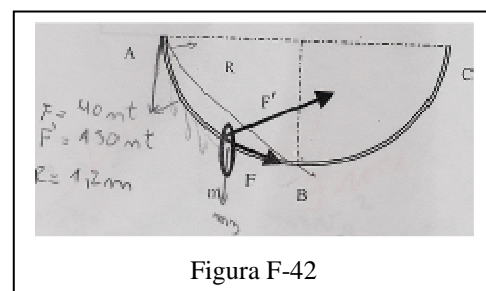


Figura F-42

200 E: bien, ojala que en los ramos que vengan sigas con tu método de estudio.

201 A: tengo que seguir!

202 E: evita lo mecánico para no cometer errores.

203 A: la ejercitación me obliga a pensar,...ayuda mucho.

204 E: es que tu haces ejercicios con la esperanza que te salga algo parecido en la

205 prueba?

206 A: noooo, que me dé el resultado,...el resultado del ejercicio.

207 E: porqué

208 A: para saber si he razonado correctamente y...para saber que no me he equivocado.

209 E: profesora,...Ud. había comentado algo,...sobre ayudantía..

VALENAR

210 A: aahh sí, ¿te vas a presentar al concurso?

211 E: sí, ahora me siento más seguro, de hecho creo que mi experiencia puede servir a

212 mis compañeros.

213 A: estoy totalmente de acuerdo, pero hay un problema, la reglamentación de la

214 Universidad no permite que estudiantes que hayan cursado un ramo dos veces, se

215 presente a ayudantías en ése ramo, pero podrá ser para Física II.

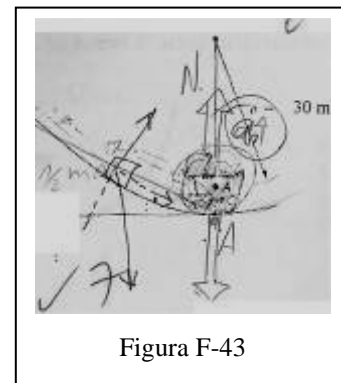
216 E: sí, puede ser.

217 A: te agradezco mucho y te deseo éxito en los ramos de física que tomarás.

218 E: gracias.

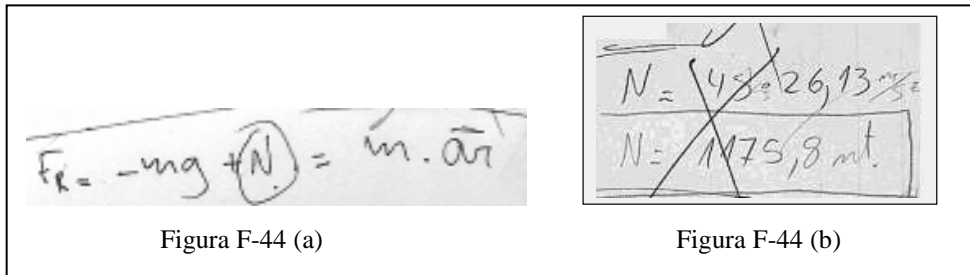
VARJU

- 1 E: Empecemos con la tercera prueba
- 2 A: ¿esta es la última?
- 3 E: la tercera
- 4 A: aahhh, ya...
- 5 E: si porque esta (otra) es la de... leyes de newton
- 6 A: eehhh,...
- 7 E: cuando yo puse este problema – el problema 1 de la 3ª prueba -... ¿te acuerdas
- 8 que era igual a uno que habíamos hecho en el taller? Y que yo le había
- 9 preguntado a los industriales (en la prueba de ellos)... que (el bloque) venía
- 10 (hacia el resorte) rebotaba (en él) y seguía pa(ra) acá (a la izquierda), ¿ah?
- 11 A: ... (silencio)
- 12 E: no te acuerdas de nada.... Este (problema) era lo mismo solo que el plano estaba
- 13 inclinado...
- 14 A: (alumno intrigado como pensando “y que quiere que yo le diga”)
- 15 E: sólo te estoy comentando
- 16 A: - me da vuelta la hoja de la 3ª prueba y me señala el problema 2 que tiene solo
- 17 una parte bien, ver figura F-43 - aquí es donde yo dudé mucho, aquí... en la
- 18 fuerza que hace el carro sobre la rampa (o tobogán)... o sobre la montaña...
- 19 entonces aquí tenía energía... acá...
- 20 E: ¿por qué estas seguro que (en este problema) hay conservación de la energía?
- 21 A: a ver,... mmmm... - lee el problema -... porque no hay fricción, entonces esa
- 22 pérdida (de energía)... esa..... no hay energía... esa (fuerza) no es conservativa
- 23 E: y cuál es la (fuerza) que hace trabajo?
- 24 A: aahhh... mmm,... el peso,.. esa (fuerza) es la conservativa
- 25 E: aahhh,... por eso... por eso se conserva, ya... y calculaste la velocidad ahí ¿y
- 26 luego?
- 27 A: mmm... a ver... calculé la velocidad y saqué la
- 28 aceleración radial que le llaman
- 29 E: ya, claro... ésa...
- 30 A: sí
- 31 E: pero te faltó... ése tema ¿no lo tienes tan claro?,
- 32 pero pusiste la normal y el peso, pero... ¿las
- 33 pusiste iguales?



VARJU

- 34 A: es que en eso, en eso estaba dudando,... porque yo decía... actúa la fuerza peso
 35 hacia abajo y la normal hacia arriba, pero si hay una aceleración radial, entonces
 36 tiene que haber una fuerza que sumadas,... tiene que haber más fuerza hacia
 37 arriba
 38 E: a ver, escríbelo... lo que estás diciendo –escribe la ecuación en figura F-44 (a)-
 39 A: a ver... mmm...
 40 E: ¿entonces tomas positivo en la dirección de la aceleración?
 41 A: claro
 42 E: suma las fuerzas
 43 A: las fuerzas... ya la fuerza resultante es igual a... $-mg + N$ es igual a ¿la masa por
 44 la aceleración?
 45 E: si pues



- 46 A: la aceleración radial... mmm...
 47 E: ¿a la masa de qué objeto te refieres?
 48 A: del carro y de la niña
 49 E: claro, y esta fuerza normal ¿quién la haría?
 50 A: quien hace la fuerza normal...
 51 E: bueno, ahí está bien escrita la ecuación ahora te diste cuenta que aquí – en su
 52 prueba- esta malo, porque... a nooo... aquí está solo la normal, te faltó el peso... –
 53 ver figura F-44 (b)- eso es lo que está malo en este ejercicio, pero ¿porqué lo
 54 haces bien ahora y en la prueba mal?
 55 A: es que yo en este ejercicio dude un montón...
 56 E: este tema, movimiento curvilíneo, ¿no te quedó tan claro?
 57 A: no si lo tengo claro, si... si... no si lo tengo claro, ahora lo que pasa es que yo
 58 decía... no sabía como expresar esto, ahí dude hartó,... porque decía aahhh... la
 59 fuerza sobre el riel que es hacia abajo... es mg
 60 E: aahhh debe ser por la pregunta, que es la fuerza que hace el carro sobre el
 61 tobogán. ¿y esta fuerza quien la hace sobre quién?

62 A: ¿la normal?

63 E: si

64 A: bueno la hace el carro sobre el riel y el riel sobre el carro

65 E: entonces, ¿qué dice la tercera ley de Newton?

66 A: mmm... debía haber sido la suma de todas las fuerzas

67 E: no, era la misma normal

68 A: ¿la normal? Y por eso traté de sacar la normal

69 E: no, pero tu despejas la normal de ahí... sobre el sistema niña carro que es una

70 fuerza normal que apunta hacia arriba, ¿ya?

71 A: y la reacción también apunta hacia abajo

72 E: pero sobre el riel, te confundió esta pregunta – comentario -

73 A: si, ahí estuve harto rato, había dejado todas las preguntas a medias

74 E: pero ahora que yo te lo pregunto si lo sabes hacer, sin embargo acá – le indico su

75 prueba – no pusiste el peso,... ¿estabas nervioso?

76 A: igual estaba complicado, porque necesitaba nota (para aprobar) 2,8 más o menos

77 E: pero este estaba bien – le indico el problema 1 de la 3ª prueba, nuevamente- ¿no

78 empezaste a resolver la prueba por este?

79 A: si empecé por este, pero igual tenía pequeñas dudas, a ver... no, no después lo

80 desarrollé bien,... es que en todos quedé medio bloqueado al principio, no se por

81 qué... llegué hasta por aquí no más

82 E: ¿es que no habías estudiado mucho?

83 A: la verdad es que más o menos

84 E: más o menos... ¿te quedaste solo con lo de la clase?

85 A: mmm...

86 E: - le indico el problema 3 – este no lo sacó casi nadie y estaba en el Alonso-Finn,

87 era de los primeros (de la lista de problemas propuestos)

88 A: la verdad es que yo no hice muchos ejercicios en realidad.

89 E: ya,

90 A: me dediqué a entender la materia no más

91 E: veo que de este no te acuerdas mucho. Con relación a la (aplicación) 2ª ley de

92 Newton, ¿este tema te quedó claro?

93 A: ehhh, si...

VARJU

94 E: -en el problema de la moto –el problema 4 de la 2ª prueba, figuras F-45 (a) y (b)–
 95 la situación es la misma que el que discutíamos recién –de la niña en el tobogán
 96 de la 3ª prueba -¿ves?

97 A: ahí, eso no me quedó tan claro,... lo de la aceleración centrípeta... ya que si lo
 98 tomaba en un solo punto ahí sólo tenía aceleración centrípeta, pero no tomaba en
 99 cuenta que cambiaba la velocidad...

100 E: si, de dirección

101 A: ah, pero esa es la aceleración radial

102 E: o centrípeta, es lo mismo

103 A: no, pero la aceleración tangencial ocurre cuando hay cambio de magnitud (de la
 104 velocidad) y ahí viene cambiando la magnitud así que por eso expresé la
 105 aceleración tangencial,... pero la desprecié... – en realidad no la desprecia -
 106 ¿cuándo se toma solo la radial?, y ¿porqué sólo en un punto?

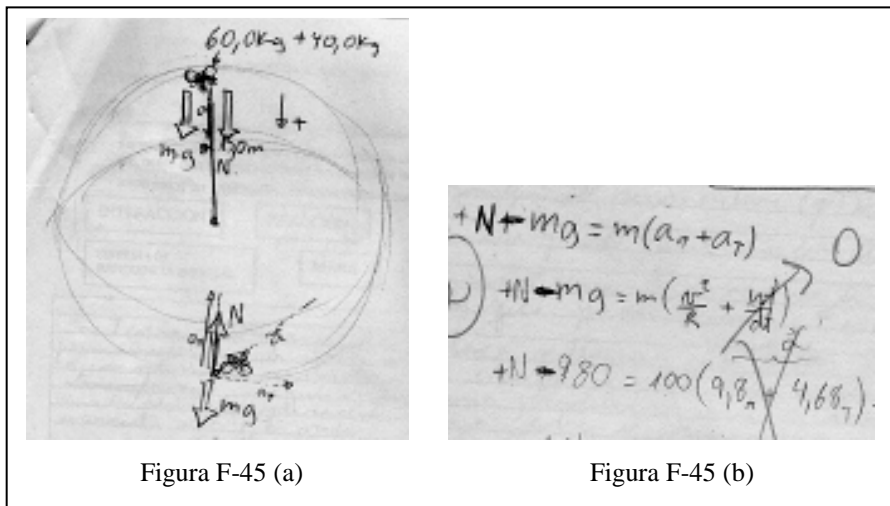


Figura F-45 (a)

Figura F-45 (b)

107 E: --explico – porque todas las fuerzas sobre el vehículo están en dirección radial, no
 108 hay componentes en dirección tangencial, en ese momento – indico el momento
 109 cuando el móvil esta en la parte inferior de su trayectoria -

110 A: ya, o sea cuando está arriba y cuando está abajo.

111 E: Aquí estoy viendo – 3º problema de la 2ª prueba, ver figura F-46 (a) - , que tuvo
 112 dificultad para aplicar la segunda ley de Newton.

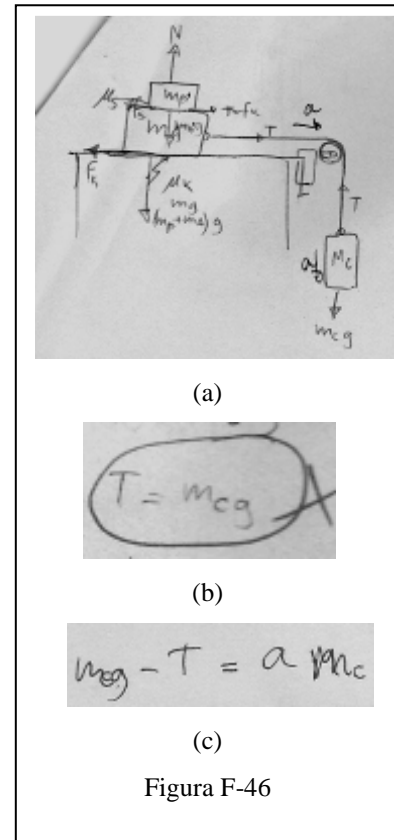
113 A: y ¿en qué me equivoqué?... mmm... es que aquí la fuerza que hace mg que es el
 114 peso de esto – se refiere a m_c - por la gravedad es lo mismo que la tensión –me
 115 muestra lo que escribió y que está en F-46 (b);

116 E: ¿estaría quieto (m_c)?

117 A: aahhh, ¿estaría quieto? –repite-

VARJU

- 118 E: porque todo esto se está moviendo, ¿ve? – leo en voz alta el enunciado del
 119 problema-. ¿Se moverá hacia arriba o hacia abajo?
 120 A: pa(r)a abajo
 121 E: dado que m_c tiene aceleración... dibújala - la dibuja bien -, ¿cual fuerza es mayor?
 122 A: mg es mayor. Entonces la ecuación debería ser... –la escribe correctamente, verla
 123 en figura F-46 (c) -
 124 E: te falta el sentido de la aceleración.
 125 A: es positivo porque tomé mg positivo – señala con
 126 seguridad -
 127 E: y por qué no lo supo (en la prueba), ¿no se te
 128 ocurrió que se igualaba fuerzas la masa (m_c) iba a
 129 estar en reposo?
 130 A: mmm... si yo partí de... mmm... a ver... será de las
 131 fuerzas... dinámica... ahí me equivoque tal vez,
 132 porque yo creía ver que esto estuviera estático...
 133 esto no estuviera en movimiento, - se refiere al
 134 bloque m_B que está sobre m_A -
 135 E: pero si está en movimiento, pero si este – nuestro
 136 m_A – esta quieto en relación a este – nuestro m_B -
 137 A: mmm... al final la fuerza que lleva a este objeto es
 138 la tensión... no tiene que ser...es igual a la fuerza
 139 estática... al μ por la normal para que no se mueva,... ¿o no?
 140 E: lo que pasa es esto, ¿ve que van juntos?- le explico la situación con una carpeta y
 141 un estuche que lo muevo encima de mi escritorio -
 142 A: mmm...
 143 E: ¡estas bien débil en realidad!
 144 A: si
 145 E: ¿eso como fue que lo hiciste? es que ¿habías resuelto problemas parecidos?
 146 A: si este problema es similar a algo que se trabajó en el taller y eso fue lo único que
 147 estudié...
 148 E: ¿estas haciendo el curso por 1ª o 2ª vez?
 149 A: por 2ª
 150 E: ¿por qué reprobaste la vez anterior?, ¿notaste alguna diferencia entre lo que tu
 151 hiciste este semestre y el año pasado?



VARJU

- 152 A: la verdad es que... fue todo responsabilidad mía. Me dediqué a dos ramos que (ya
153 había reprobado dos veces, los) estaba cursando por tercera (vez)
- 154 E: aahhh, tenías razones de peso...
- 155 A: no estudié física en realidad, así que en este curso fue igual que hacerlo por
156 primera vez.
- 157 E: te resulta desagradable estudiar física
- 158 A: no, cuando estudié me pareció entretenido.
- 159 E: tu ya estás aprobado, te ruego que no trates de agradarme en esta entrevista, te
160 ruego que no digas nada que no sientas.
- 161 A: no, si es verdad, me gustó preparar la disertación...
- 162 E: sobre qué tema te preparaste.
- 163 A: sobre Buridan y la teoría de la fuerza impresa,... además yo tengo una pizarrita
164 donde hago ejercicios.
- 165 E: ya...
- 166 A: yo estudié con un compañero – Olguirra - para la 2ª prueba y me sentía mejor
167 preparado, pero me confundí con las unidades de fuerza. Yo tenía claro el
168 ejercicio, pero no sabía traspasar de kilogramos fuerza a newton, no vi la fórmula
169 que Ud. Escribió en la pizarra; o si no igual lo hubiese tenido bueno. Igual
170 estudié con él y avanzamos harto.
- 171 E: Y él te explicaba
- 172 A: no, yo le expliqué
- 173 E: y él estaba en 2º (año)
- 174 A: sí, estaba en el curso, claro que a él no le fue muy bien. Eso si que estudiamos
175 solo para la 2ª prueba nada más. Igual hicimos hartos ejercicios y fue
176 entretenido.
- 177 E: fue la única vez
- 178 A: si
- 179 E: y ese fue el único momento entretenido que recuerdas
- 180 A: nooo,... incluso en la última materia yo estaba bastante relajado... no sabía que,...
181 a ver, era un día jueves la prueba y yo pensaba que era un día viernes y me
182 dijeron “oye has estudiado pa la prueba” , si... mas o menos “es que es
183 mañana”.... oohhh... así es que me fui rapidito pa(ra) la casa....
- 184 E: ya, súper relajado en realidad. Pero no te creo cuando dices que te has entretenido
185 con la física

VARJU

- 186 A: es que en realidad me gusta la física, es que no tengo todo el tiempo... hago
187 muchas cosas...
- 188 E: ¿tu trabajas?, ¿en que?
- 189 A: si, hago hartas cosas artesanía en cuero orfebrería, jardinería el fin de semana
- 190 E: y eso te quita tiempo
- 191 A: y además que este año a sido malo. Empecé (en la universidad) con una deuda de
192 300.000 pesos y no me podía matricular si no os pagaba así es que tuve que
193 trabajar harto para continuar, por eso uve tantos problemas el primer semestre...
194 no quiero justificarme, pero... me ha costado harto... y me he cambiado de casa
195 como siete veces
- 196 E: es que vives con otros estudiantes
- 197 A: trate de armar un grupo, pero no encontré la gente adecuada, así es que ahora
198 estoy viviendo con mi polola (novia)...
- 199 E: ah ya,... bueno ahí no se gana plata pero lo pasan mejor
- 200 A: mmm
-
- 201 E: ¿tuviste física en el colegio?, ¿dónde estudiaste?
- 202 A: en el Darío Salas en Santiago, pero lo que yo saco es que de la (enseñanza) media
203 no aprendí nada. Me pasaron ondas y un par de cosas... y era muy desordenado
204 y... nunca me dediqué a estudiar, además estuve estudiando en el tiempo en que
205 los profesores estuvieron en huelga en su lucha por aumentar los sueldos, así es
206 que habían re-pocas clases... y era desordenado igual si...
- 207 E: ¿Así es que estas repitiendo calculo integral también?. Tengo la idea que juegas a
208 la ruleta rusa con los ramos (asignaturas)
- 209 A: es que este año ha sido complicado, muchas deudas...
- 210 E: ¿tú pagas tus estudios?
- 211 A: si soy independiente. Ya pague todas las deudas y tengo (un crédito fiscal por) el
212 100% (del valor de la universidad) y espero mantenerlo, así ya estarían mejor las
213 cosas.... y a dedicarse a subsistir no más...
- 214 E: y aprovechar el tiempo,... ya que dices el semestre pasado distes dos ramos por
215 segunda vez y ahora has reprobado cálculo y aquí veo que aprobaste como
216 “raspando” (o apenas), o sea que juegas a la ruleta rusa – en cualquier momento
217 puede morir o perder la Universidad -, porque la verdad de las cosas es que
218 ahora, por lo que te he escuchado (en esta entrevista) me doy cuenta que tu

VARJU

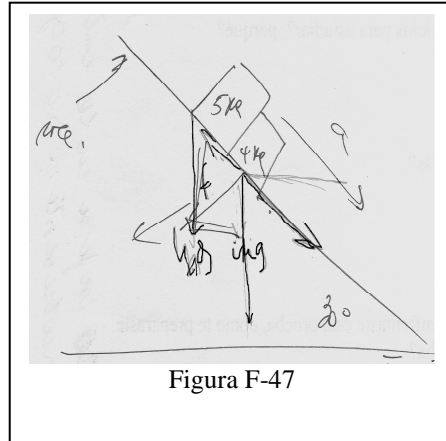
- 219 aprobación tiene más que ver con la suerte que con conocimientos. Porque los
220 conocimientos no los recuerdas, a pesar de tener las pruebas (sobre el escritorio)
221 A: a lo mejor se me han olvidado porque estudie muy...
222 E: muy superficialmente...
223 A: muy para la ocasión nada más.
224 E: dime si te acuerdas de tu primera relación sexual
225 A: si – ríe -
226 E: bueno es que eso ha sido significativo para ti. Luego pienso que esto no ha sido
227 tan importante para ti, porque sino te acordarías de algo...
228 A: mmm...
229 E: si algún compañero te pidiera que le explicaras de que trata este curso, ¿qué le
230 dirías?
231 A: de que se trata... como usted decía igual... todo se trata de las leyes de Newton
232 E: explica más
233 A: le explicaría que... que...
234 E: ¿para que sirve la 2ª ley de Newton?
235 A: para explicar y predecir los movimientos – recita parte de una definición dada en
236 clases -
237 E: lo repites de memoria. El movimiento de qué
238 A: de objetos o de partículas u objetos tomados como partículas
239 E: en base a la segunda ley de newton, que se necesita saber para poder predecir el
240 movimiento de un determinado cuerpo
241 A: eehhh... conocer su masa?, la fuerza que se aplica...
242 E: y quienes aplican fuerza sobre un objeto?
243 A: otros objetos... que lo rodean,... que están en el medio
244 E: ya, ¿tu encuentras alguna relación entre las tres unidades estudiadas?, ¿te
245 acuerdas cuáles eran las tres unidades?
246 A: mmm...
247 E: - le recuerdo las tres unidades -
248 A: igual están todas relacionadas... bueno como las vimos nosotros... la prueba es
249 que estaban los movimientos curvilíneos, los movimientos rectilíneos... en la
250 segunda unidad también... bueno todo tiene que ver con el movimiento... todo
251 esta integrado a la velocidad, a la aceleración, todo tiene que ver,... de más que
252 sí...

VARJU

- 253 E: Cuando tu resuelves un problema, debes hacer un dibujo, tienes algún
254 procedimiento para resolverlo?
- 255 A: mmm... hice pocos problemas, sólo hice más problemas para la 2ª prueba
- 256 E: y cómo los elegías?
- 257 A: bueno los del libro no más,... los que me parecían más entretenidos,... con dibujos
258 o los impares,... que presenten situaciones distintas, con poleas,...
- 259 E: ¿cuánto es $17+8$?
- 260 A: - demora - ¿ 26 ?... no 25
- 261 E: $13+5$
- 262 A: 18
- 263 E: $18+3$
- 264 A: 21
- 265 E: cómo lo haces?
- 266 A: $18+2=20$ y sobra 1 , así que es 21 .
- 267 E: $14+8$
- 268 A: 22
- 269 E: cómo lo hizo
- 270 A: $14+6+2=20+2=22$
- 271 E: $24+19$
- 272 A: 43 ?
- 273 E: lo hiciste igual
- 274 A: igual fui separando, $20+10+9+4=30+10+3=40+3=43$
- 275 E: se ve que tienes un procedimiento para sumar, ¿tu dirías que tienes un
276 procedimiento para estudiar física?
- 277 A: mmm... bueno leer el problema y tratar de entenderlo.
- 278 E: que más
- 279 A: cuando se bien la materia, me voy directamente a lo que me piden, pero cuando
280 no me la se muy bien me fijo en los datos y trato de asociarlos...
- 281 E: imagina un plano inclinado áspero sobre el cual hay dos bloques, uno de 4 kg y
282 otro de 5 kg – le dibujo-. ¿Qué fuerzas actúan sobre el cuerpo de 4 kg ? –le
283 nuestro es dibujo de la figura F-47-
- 284 A: ... actúa mg , ... mmm, todas las masas tienen igual aceleración,... y la fuerza de
285 roce...

VARJU

- 286 E: pero si tu sumas estas dos fuerzas obtienes una resultante que no es paralela a la
287 aceleración, ¿cómo explicas eso?
288 A: mmm... mmm... debe haber una influencia en esa dirección – me muestra la
289 dirección del plano inclinado – que debe ser mayor que la fuerza de roce
290 E: - no sabe explicar la presencia del otro bloque – bueno eso sería toda a entrevista.
291 Un millón de gracias.



VELMARI

- 1 E: ¿cuántos ramos tomaste este semestre?
- 2 A: cinco
- 3 E: ¿qué ramos?
- 4 A: física, química orgánica (por 2ª)...
- 5 E: ¿cómo te fue, lo terminaste?
- 6 A: si, bien... ecuaciones diferenciales,... también lo pasé...
- 7 E: estabas bien atrasada con física
- 8 A: si, desde...
- 9 E: porque ecuaciones diferenciales está, ¿en qué semestre, 2º año?
- 10 A: en tercero
- 11 E: ¿estabas haciendo física por segunda vez también?
- 12 A: si.
- 13 E: cuéntame, ¿qué te acuerdas de eso?. Háblame... lo que pienses dilo en voz alta...
- 14 A: no me acuerdo... es que me equivoqué en una tonterita
- 15 E: ¿qué era que no me acuerdo?
- 16 A: el signo de... como tomé el eje (coordinado)
- 17 E: ya,... ¿te acuerdas o no?, o ¿está como olvidado todo eso?
- 18 A: debería acordarme, pero no sé que quiere que le diga
- 19 E: no, no,... (es que) como tu tomaste las pruebas...
- 20 A: es que pensaba revisar y ver qué nota me había sacado en la última (prueba) – es
- 21 la **3ª prueba** -
- 22 E: ¿no habías visto la última (prueba)?, échale una mirada, pero di en voz alta lo que
- 23 observes.
- 24 A: pero no sé que quiere que le diga
- 25 E: cachai (te das cuenta),... en este (el 1^{er}
- 26 problema) lo que te faltó ahí, porque
- 27 dice ahí... lo que arrastra... -indico
- 28 figura F-48- es el roce o no,... lo que
- 29 arrastra...
- 30 A: es que yo lo tomé hasta ahí, me faltó
- 31 sumarle (la parte de compresión del
- 32 resorte)...
- 33 E: ehhh,... era parecido a uno que

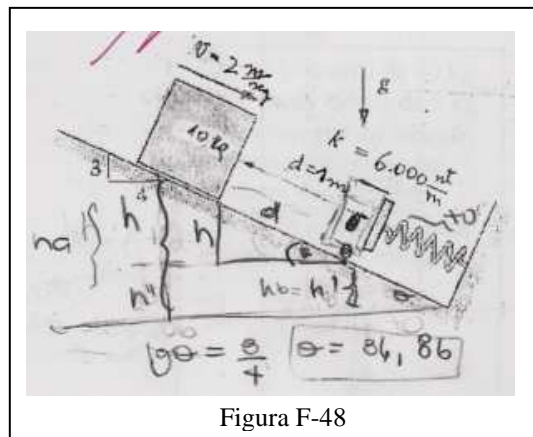


Figura F-48

VELMARI

- 34 hicimos en el taller, ¿te acuerdas?, sólo que estaba horizontal
- 35 A: si, me acuerdo.
- 36 E: pero el resto esta bien. Sigue (revisando tu prueba)
- 37 A: estaba bien este, yo pensé que estaba mal – se refiere al problema 2 que esta
- 38 resuelto impecablemente -
- 39 E: ¿por qué pensaste que estaba mal?
- 40 A: es que como mis compañeros comparaban resultados,... después yo dije... aahhh
- 41 me equivoqué, pero sabía que la velocidad la tenía bien.
- 42 E: porque es conservativo
- 43 A: si, porque se conservaba la energía...
- 44 E: eso es lo que tus compañeros tenían mal – le indico el análisis de fuerzas en la
- 45 parte más baja del tobogán - . ¿y quién hace esa fuerza normal? Sobre el carro?
- 46 A: el piso
- 47 E: pero aquí se preguntaba...
- 48 A: ... era al revés,... si después yo me dije... aahhh la puse al revés.
- 49 E: si, ahí se preguntaba la fuerza que hace el carro sobre el piso y cómo...
- 50 A: eran iguales y contrarias...
- 51 E: eran igual y contraria, por eso la respuesta estaba bien, pero de casualidad,... no
- 52 alcanzaste a pensar...
- 53 A: después, igual (me di cuenta)
- 54 E: o sea le achuntaste
- 55 A: y en la 1ª (pregunta) no sabía que me preguntaban, porque decía –lee el
- 56 enunciado del problema – encuentre la fuerza máxima inducida sobre... entonces
- 57 yo dije cuando se comprime, pero...
- 58 E: pero tu calculaste bajo la suposición de máxima compresión porque te tincó eso?
- 59 A: es que yo pensé que podría ser así... (que) será la fuerza máxima cuando se
- 60 comprime (el resorte)... no entendí bien la pregunta
- 61 E: bueno por ahí va... es decir cuando el resorte se comprime al máximo ejerce
- 62 sobre el cuerpo la mayor de las fuerzas
- 63 A: entonces habrá que empezar por ahí – dice muy bajo -
- 64 E: Cómo, a ver escribe.... Si tu tuvieses el valor de la máxima compresión (del
- 65 resorte)...
- 66 A: bueno (la fuerza es) lo que se comprime por el k parece que es...
- 67 E: si, la constante del resorte.

VELMARI

- 68 A: mmm – afirma -
- 69 E: si pues esa era todo. Pero más o menos lo tenías en mente, solo que no llegó (a tu
- 70 mente) en el momento oportuno – nos reímos - ¿y el otro (problema)? –
- 71 revisamos el 3^{er} problema -
- 72 A: aquí, a ver...
- 73 E: o sea calculaste...
- 74 A: el trabajo que hacía F
- 75 E: ¿y este 1,88 de dónde salió?
- 76 A: a ver saqué la... a ver ¿qué hice? – trata de recordar revisando su prueba – lo
- 77 debo haber sacado (calculado) por aquí por el π ...
- 78 E: no sé si lo tienes claro, ¿cómo lo hiciste?
- 79 A: no me acuerdo... a ver $2\pi r$...
- 80 E: de pura casualidad está bien hecho.
- 81 A: ya ni me acuerdo qué hice
-
- 82 E: bueno, entonces, porque tu crees que te fue mal la primera vez (que cursó esta
- 83 asignatura)?
- 84 A: yo creo que ha sido el formato de las pruebas – eran de tipo test – porque yo me
- 85 acuerdo que para la 1^a prueba profesora, yo me hice todos los ejercicios del
- 86 Serway y llegué a la prueba y era con alternativas... y de repente... como que
- 87 era como pura materia y yo me acuerdo que las dos primeras hojas del cuaderno
- 88 tenían casi lo mismo (de algunas preguntas)... yo hice mas ejercicios...(la
- 89 profesora) sacó no se cuantas (un sinnúmero de) preguntas y ay... y los
- 90 (compañeros) que estudiaron solamente del cuaderno sacaron 5,0 – queriendo
- 91 indicarme que obtuvieron mejores notas -
- 92 E: pero, eso significa que para hacer ejercicios no necesitas repasar la materia (los
- 93 contenidos)
- 94 A: si, pero es que habían unas preguntas de de cómo era el fluido de algo de unas
- 95 cañerías o algo así – se refiere a un ítem que definía el flujo de agua y se
- 96 preguntaba las dimensiones del flujo – y yo como que no le di mucha
- 97 importancia
- 98 E: ah era del tema de dimensiones
- 99 A: claro y yo dije, no creo que (la profesora) pregunte algo así y me dedique a hacer
- 100 más ejercicios que a tratar de entender (los contenidos)

VELMARI

- 101 E: pero eso sería una sola pregunta
- 102 A: claro, igual había una de un vector unitario y (la profesora) sacó como cinco
- 103 preguntas relacionadas y si uno tenía mal esa, tenía varias (preguntas) malas. Esa
- 104 tampoco la pude hacer
- 105 E: te acuerdas bien de las preguntas, tienes buena memoria. ¿Como hiciste ahora
- 106 para estudiar?
- 107 A: para esta (la tercera prueba) no estudié casi nada, porque tenía muchas pruebas
- 108 esa semana
- 109 E: y en las otras?
- 110 A: en esta estudié más (la 2ª prueba), porque me gustaba (el tema) de las fuerzas
- 111 E: ya, esto te resultó más fácil
- 112 A: estudié con GONZACA, al comienzo, y con Daniela – esta alumna se retira del
- 113 curso -, que fue unos días a mi casa, ya que quería que le enseñara
- 114 E: cual es la Daniela, que no me acuerdo
- 115 A: no, si no viene mucho (a clases). Este tema me gustaba más, por las fuerzas
- 116 E: y CHAMOMIUR?
- 117 A: CHAMOMIUR, estudió para esta prueba (la 3ª) conmigo, la última. Quería que
- 118 le enseñara.
- 119 E: y para las otras
- 120 A: no no quiso estudiar con nosotras
- 121 E: ahora que has terminado este curso, ¿consideras tú que la nota que has obtenido
- 122 refleja lo que tu has trabajado
- 123 A: yo creo que si,... porque al principio no estudie casi nada y después si...
- 124 E: pero en general si consideras el esfuerzo de todo el semestre?
- 125 A: yo creo que si. Claro que hubiese estudiado más para la primera hubiese tenido
- 126 un promedio más alto
- 127 E: Si alguien te preguntase: “tú que aprobaste Mecánica dime ¿en qué consiste este
- 128 curso?”, ¿tu qué le contestarías?
- 129 A: se ríe... ¿qué le diría?
- 130 E: así en pocas palabras...
- 131 A: que se trata... de que estudiábamos el origen de las fuerzas, eehhh... las... las
- 132 magnitudes de los vectores, cómo están dirigidas las fuerzas, qué las ocasiona,
- 133 qué generan, el trabajo que realizan, la energía...
- 134 E: pero no sólo estudiamos fuerzas, ¿qué mas nos interesaba de los cuerpos?

VELMARI

- 135 A: su movimiento, que lo podríamos predecir, su trayectoria...
- 136 E: y el respaldo teórico?
- 137 A: la 2ª ley de Newton.
- 138 E: y la 1ª y la 3ª?
- 139 A: también es que la 2ª es la más importante, ya que las otras salen (derivan) de allí
- 140 E: ¿cómo la 2ª ley de Newton puede predecir el movimiento de un cuerpo? O ¿qué
- 141 se necesita saber para explicar el movimiento de un cuerpo?
- 142 A: la aceleración, o sea del conocimiento de la aceleración puedo deducir cómo es la
- 143 velocidad de un cuerpo y...
- 144 E: ¿y cómo haces para conocer la aceleración de un cuerpo?, ¿qué necesitas
- 145 previamente saber?
- 146 A: mmm... ¿ay no se (qué quiere preguntar)?
- 147 E: ¿qué conocimiento previo te exige la 2ª ley de Newton para poder predecir el
- 148 movimiento de un cuerpo?
- 149 A: las fuerzas que van a actuar sobre el cuerpo.
- 150 E: ¿y cómo tu sabes qué fuerzas actúan sobre un cuerpo?
- 151 A: haciendo un análisis sobre el cuerpo
- 152 E: pero ¿qué necesitas saber para hacer el análisis de fuerzas sobre el cuerpo?
- 153 A: que la masa es constante.
- 154 E: por ejemplo, imagina que se tienen dos cuerpos sobre un plano inclinado y que
- 155 los cuerpos están unidos por un listón, entonces ¿qué necesitas saber para
- 156 predecir el movimiento de éste cuerpo? – le indico el cuerpo de debajo de la
- 157 figura F-49 -
- 158 A: - observa la figura -
- 159 E: quienes hacen fuerza sobre ese cuerpo
- 160 A: el peso del cuerpo
- 161 E: ¿quien hace esa fuerza?
- 162 A: la tierra,... (También está) la (fuerza) normal
- 163 E: ¿y quien la hace?
- 164 A: la superficie sobre el cuerpo,... ¿se esta desplazando?
- 165 E: si
- 166 A: la fricción.
- 167 E: ¿y la presencia del listón?
- 168 A: ah, es que este otro cuerpo también tiene... entonces aquí hay tensión

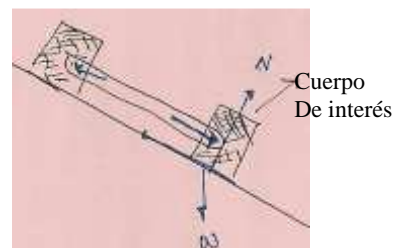


Figura F-49

VELMARI

- 169 E: pero es un listón de madera
- 170 A: ah...
- 171 E: no es un cable
- 172 A: yo diría que es igual
- 173 E: ¿el listón influirá en el movimiento de ese cuerpo?
- 174 A: debe ser por el peso
- 175 E: ¿el peso del listón?
- 176 A: todo este conjunto – me muestra listón y cuerpo superior empuja el (cuerpo de
- 177 interés) hacia abajo
- 178 E: entonces dibuja la fuerza que el listón hace sobre el cuerpo
- 179 A: es hacia abajo del plano, empujando al cuerpo (de interés)
- 180 E: entonces es distinto a un cable...
- 181 A: si, claro, el cable no empuja.
- 182 E: ¿estás segura?
- 183 A: es que una parte del peso de este conjunto (listón más bloque superior) que
- 184 empuja al cuerpo
- 185 E: pero también podría darse que el listón tirara (jalara) hacia arriba sobre el cuerpo
- 186 de interés, ¿de que dependería eso?
- 187 A: del peso de los cuerpos. ¿Está bien? – quiere la reafirmación de su respuesta -
-
- 188 E: Vimos tres unidades, cinemática (descripción de movimientos), dinámica (leyes
- 189 de Newton) y la relación fuerza movimiento en un cuerpo y la tercera era
- 190 energía, ¿tu los ves como temas distintos, separados?
- 191 A: no, están todos relacionados.
- 192 E: ¿las ves – las tres unidades - como un solo tema?
- 193 A: si, en la parte del movimiento (de un cuerpo) aprendimos a describir... si están
- 194 todos relacionados –afirma-
- 195 E: pensemos en la 2ª Ley de Newton para el caso en que la masa de un cuerpo
- 196 determinado es constante, ¿en que parte de esta ecuación está la cinemática?
- 197 A: en (el termino de) la aceleración
- 198 E: y la dinámica.
- 199 A: en la sumatoria de las fuerzas, que explica el entorno en que se encuentra el
- 200 cuerpo.
- 201 E: ¿y la energía?
- 202 A: en el trabajo que realizan esas fuerzas

VELMARI

- 203 E: ¿y porque esas fuerzas realizarían un trabajo sobre el cuerpo?
- 204 A: porque podrán desplazarlo
- 205 E: lo entiendes realmente o lo repites de memoria
- 206 A: ¡pero es que es así! –afirma con pasión–
-
- 207 E: ¿cuánto tiempo necesitas para preparar una prueba de física?
- 208 A: más de una semana.
- 209 E: ¿estudias en grupo?
- 210 A: no, prefiero estudiar sola.
- 211 E: ¿cómo estudias?
- 212 A: de los libros, del Serway, Halliday...
- 213 E: y los apuntes de clases o las clases mismas cómo te sirven para estudiar
- 214 A: lo que Ud. explica lo voy relacionando con los libros. Cuando leo los libros, voy
- 215 recordando la clase y reafirmando lo que se dijo.
- 216 E: y como usas el libro para estudiar
- 217 A: bueno, leo la materia y después veo los ejemplos del libro y luego hago los
- 218 ejercicios por sección.
- 219 E: ¿por qué haces ejercicios?, ¿será con la esperanza que te salga algo similar en la
- 220 prueba (que estás preparando)?
- 221 A: no es que me gustaba, los de fuerza me gustaba hacerlos... cuando me da el
- 222 resultado - o cuando logra llegar a un resultado – siento alegría, satisfacción –
- 223 dice con entusiasmo.
- 224 E: - yo me río de su asertividad gestual –
- 225 A: Pero cuando no me da... mmm..., a pesar que insisto hasta que me dé. Ahí voy
- 226 donde mis compañeros y les digo “oye éste no me dio” y lo tratamos de hacer
- 227 (juntos)
- 228 E: pero en clases eres muy tranquila, no consultas,... ¿si te quedas con dudas, como
- 229 lo haces (para resolverlas)?
- 230 A: lo busco (en los libros de texto) o lo discuto con los compañeros... a veces
- 231 discutimos hasta enojarnos...
- 232 E: cuando eliges problemas para resolver, comienzas con los impares?
- 233 A: si, o si no ¿cómo voy a saber que está bien?
- 234 E: ¿y los pares no los haces?
- 235 A: si después de resolver los impares sigo con los pares y voy comparando
- 236 resultados (con mis compañeros)

VELMARI

- 237 E: ¿te gusta empezar con los ejercicios con dibujos o sin dibujos?
- 238 A: prefiero los con dibujos, porque son más claros.
- 239 E: ¿y te complican mucho los (problemas) sin dibujos?
- 240 A: no me gustan mucho,
- 241 E: porque te cuesta entenderlos.
- 242 A: no porque no me gustan.
- 243 E: ¿y que haces entonces?
- 244 A: obligada a hacer un dibujo – se ríe -
- 245 E: En un problema determinado, ¿qué pasos sigues para resolverlo?
- 246 A: Bueno, lo leo anotando lo que dice, los datos, veo la pregunta y veo como
- 247 relacionar los datos...
- 248 E: ¿Te haces algún esquema o de repente salta una idea para resolverlo?
- 249 A: tengo los datos,... empiezo a imaginar (la situación planteada), luego digo
- 250 “podría hacer esto” y me pongo a hacerlo... tengo las fórmulas a mano (o cerca)
- 251 E: ¿siempre estas con un formulario?
- 252 A: si, cuando estoy pensando digo “¿que (ecuación) me podrá servir?, esto si, esto
- 253 no...”, pero igual tengo que imaginar la situación.
- 254 E: tienes dificultad para imaginar...
- 255 A: No, una vez Ud. habló – era un ejemplo – de un perro que corría al lado de un
- 256 tren y yo en mi mente lo veía como corría y todo... lo veo como en una película
- 257 (mental)
- 258 E: y si el problema no lo entiendes ¿qué pasa con esa “película mental”?
- 259 A: si no lo entiendo bien, no lo puedo imaginar.
- 260 E: es decir no puedes resolver algo si no tienes clara esa película.
- 261 A: no, no puedo... tengo que tener bien claro para resolver,... no puedo hacer cosas
- 262 si no...
- 263 E: dime ¿cuánto es $13+8$?
- 264 A: 21
- 265 E: ¿cómo lo hiciste?
- 266 A: $8+3=11$ y después le sume 1 al primero – lo explica en un papel -
- 267 E: y ¿ $28+7$?
- 268 A: 35
- 269 E: ¿logras entender cómo lo hiciste?
- 270 A: dije $8+8=16$, menos 1, 15.

VELMARI

- 271 E: si, pero la respuesta es 35, en que momento le agregaste el 2 (de las decenas)
- 272 A: ay, no sé – me responde sorprendida de hacer algo, sin estar conciente de cómo lo
- 273 hace -
- 274 E: salió no más – me refiero al resultado -
- 275 A: ¿pero está bien!
- 276 E: ¿si claro, y si fuera 25+36?
- 277 A: 51
- 278 E: ¿51?
- 279 A: no, 61
- 280 E: ¿y ahí eres conciente de cómo lo hiciste?
- 281 A: claro, hice $5+6=11$ y después $5+1$ (las decenas) es 6 y así da 61
- 282 E: cuando sumas, ¿imaginas los números?
- 283 A: ay no sé, como en una pizarra
- 284 E: veamos $27+6$
- 285 A: 35, no... si 35,... ay me equivoqué, es 33, pero igual hago $7+7$ (las unidades) es
- 286 14 menos 1 es 13 y luego digo $1+2$ es 3, o sea 33.
-
- 287 E: ¿cuando vas de compras, vas calculando tus gastos?
- 288 A: si
- 289 E: pero, te cuesta llevar la cuenta o haces aproximaciones
- 290 A: es que hace mucho tiempo no voy de compras... - ríe – pero hago
- 291 aproximaciones.
- 292 E: y al pagar revisas el vuelto – es el dinero que el vendedor debe devolverle cuando
- 293 no paga en forma exacta -
- 294 A: si y ahí reviso mentalmente.
- 295 E: ¿tu estudias de la misma forma que tus compañeros o tienes algún procedimiento
- 296 particular?
- 297 A: cuando voy a estudiar me gusta estar sola. A veces ocupo una pizarra en mi casa
- 298 y hablo sola al resolver...
- 299 E: a veces durante una prueba te veo hacer gestos...
- 300 A: - ríe – estoy imaginando. Hablo sola y digo “qué pasaría si hago esto o hago esto
- 301 otro” y a veces me corrijo y digo “no, en verdad no es así si ...” – no termina la
- 302 frase -
- 303 E: ¿sufriste mucho con este curso?
- 304 A: no, ahora no. El semestre pasado sí.

VELMARI

305 E: ¿por qué?

306 A: porque ahora me empezó a gustar otra vez. Cuando estaba en el colegio me
307 gustaba física. Y después cuando llegué (a la Universidad), todos hablaban de
308 física, con terror y yo decía “si a mi me gusta, me tiene que ir bien”, pero cuando
309 los ejercicios de las pruebas me empezaron a salir mal, ahí yo dije aahhh...
310 nooo..., esto no.

311 E: y ahí te asustaste

312 A: si, pero en la primera (de este curso) prueba tuve un 3,2 y yo dije “pero si no estoy
313 tan mal y a mi me gusta”, pero después, Ud. dió un trabajo y ahí me volvió a
314 gustar...

315 E: ¿sobre que tema disertaste?

316 A: Bruno, Giordano Bruno.

317 E: ¿te sirvió de algo haber hecho ese trabajo?

318 A: si, ya nos dimos cuenta de cual era el pensamiento de los otros (científicos pre-
319 galileanos). Y nos dábamos cuenta que nuestro pensamiento era como el de los
320 otros. Porque realmente..., uno mismo se tiende a equivocar por contestar a la
321 rápida, sin pensar. Así nos dimos cuenta que teníamos que pensar más

322 E: ¿y como te influyó el taller?

323 A: A mi me sirvió, porque de repente estudiábamos y veíamos las dudas. A Ud. le
324 preguntábamos casi siempre todo. Es decir anotábamos dudas para preguntarlas
325 en el taller. En la última (prueba) no habíamos estudiado casi nada, estábamos
326 perdidas, pero servían los talleres.

327 E: o sea en resumen, te gusta estudiar sola...

328 A: si me gusta estudiar sola.

329 E: ya y después que has estudiado sola

330 A: y después les pregunto a mis compañeros “¿quieren estudiar?”, y como a los que
331 no entienden les trato de ayudar...

332 E: siempre lo haces así.

333 A: si y en todos los ramos.

334 E: ¿qué dirías tú que es más fácil cálculo o física?

335 A: es que cálculo es como que uno aprende un poco... y es más mecánico. La física
336 me hace pensar y me gusta

337 E: tienes necesariamente que estudiar.

338 A: si

VELMARI

339 E: ¿dónde estudiaste?

340 A: en La Igualdad.

341 E: y quién te hizo clases de Física

342 A: Ramón Young – que es un ex alumno de la entrevistadora y que hizo conmigo su

343 tesis de pedagogía en un tema sobre Física y Juguetes -

344 E: aahhh, él es una persona muy amena y entusiasta

345 A: si, él era como loco, por eso me gustaba física. El tema de las fuerzas, sobretodo.

ANEXO G: Cuestionario: Conocimiento sobre teorías educativas de profesores de Física.

El objetivo de esta encuesta es averiguar el grado mínimo de conocimiento de los profesores de física acerca de algunas teorías educativas. En primer lugar esta encuesta fue contestada por cada profesor y posteriormente los profesores fueron entrevistados para que hiciesen algunos comentarios acerca de sus respuestas.

Teorías educativas

1.- Indique con una línea el enfoque teórico educativo de los siguientes personajes:

Piaget	
Vygotsky	Conductismo
Ausubel	Cognitivismo
Skinner	
Pavlov	Lo Ignoro

2.- Señale con una línea los conceptos básicos que identifican a los siguientes autores:

Piaget	Zona de desarrollo próximo
Vygotsky	Teoría del refuerzo
Ausubel	Estadios del conocimiento
Skinner	Subsunsores o subsumidores
Pavlov	Estímulo
Vergnaud	Modelos mentales
Johnson-Laird	Campos conceptuales
	Lo ignoro

- 3.- ¿En la preparación de sus clases, se basa en alguna teoría educativa?

Sí	No
----	----
- 4.- ¿Usa Ud. alguna técnica estadística de evaluación en el proceso de calificación de sus estudiantes?

Sí	No
----	----
- 5.- ¿Cree Ud. que las teorías educativas influyen favorablemente en el rendimiento de sus estudiantes?

Sí	No
----	----

UNIVERSIDAD DE PLAYA ANCHA
 ING. CIVIL AMBIENTAL
1ª PRUEBA DE FISICA GENERAL MECÁNICA I

Octubre/2003

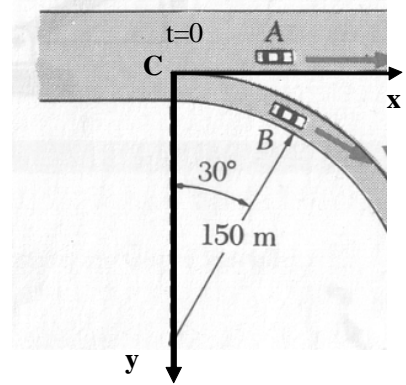
1.- El automóvil A está viajando por una carretera recta, mientras que el automóvil B se mueve a lo largo de un desvío circular de radio 150 m.

Los dos automóviles llegan al cruce con la velocidad de 20 (m/seg).

Pero a partir del cruce ($t=0$), la velocidad de A aumenta su velocidad a razón de $1,5 \text{ m/seg}^2$, mientras que el automóvil B mantiene la magnitud de su velocidad.

En el momento que B logra la posición indicada en la figura, calcule

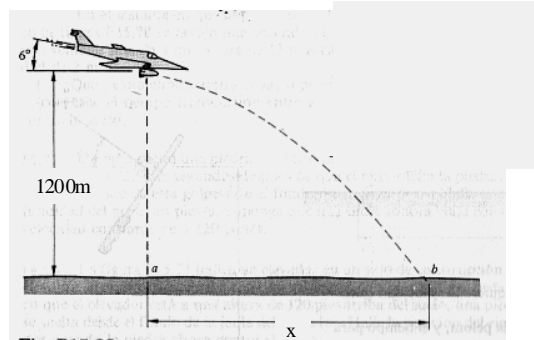
- El tiempo que demora B en lograr la posición indicada.
- La velocidad de A según B
- Las componentes x e y de la aceleración de B



2.- Un bombardero vuela en picada con una dirección constante y con velocidad de magnitud 200 m/seg, como se indica en la figura. Cuando el bombardero está sobre a deja caer una bomba que cae justo en b.

Calcule:

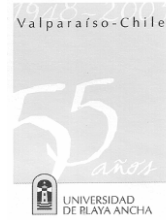
- el tiempo que la bomba demora en caer y
- El alcance x logrado por la bomba.



3.- Dos cuerpos son lanzados verticalmente hacia arriba con la misma velocidad inicial de 98 m/seg, pero 4 seg uno después del otro.

- ¿Cuánto tiempo tardarán en encontrarse desde que el primero fue lanzado?
- ¿A qué distancia por encima de la posición inicial se encontrarán.
- Construya un grafico de posición versus tiempo que represente el movimiento de los dos cuerpos.

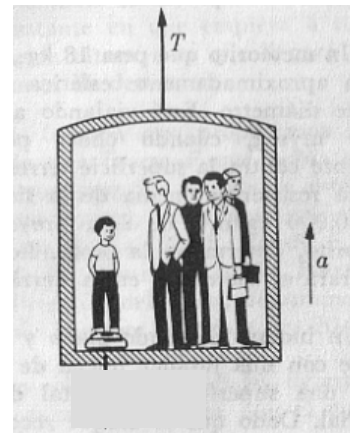
UNIVERSIDAD DE PLAYA ANCHA
 ING. CIVIL AMBIENTAL
2ª PRUEBA DE FÍSICA GENERAL MECÁNICA I
 NOVIEMBRE/2003



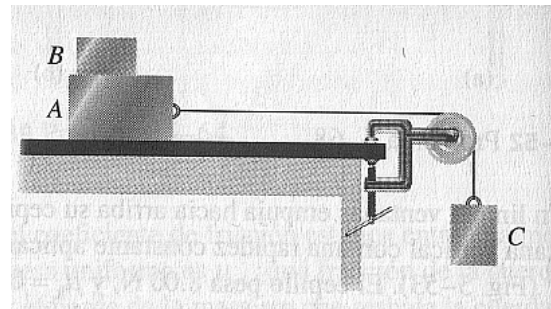
1.- La profesora necesita saber como se maneja con el lenguaje científico. Para esto comente con sus propias palabras acerca de la teoría newtoniana. Incluya los conceptos que Ud. conozca o recuerde..

Utilice una página para escribir lo que Ud. sabe.

2.- Un ascensor tiene una aceleración de magnitud a_0 hacia arriba, como se indica en la figura. Un niño de 34,5 kg ve que la balanza le marca 41 kgf. Si la masa total del elevador y sus pasajeros es de 1100 kg, encontrar el valor de la aceleración a_0 y la tensión en el cable que sostiene al ascensor.



3.- El bloque B de masa m_B descansa sobre el bloque A, de masa m_A , que a su vez está sobre una mesa horizontal. El coeficiente de rozamiento cinético entre A y la mesa es μ_k y el coeficiente de rozamiento estática entre A y B es μ_s . Un hilo atado a A pasa por una polea ideal hasta el cuerpo C, que cuelga del otro extremo.
 ¿Cuál es el máximo valor que puede tener la masa m_C , para que A y B deslicen juntos cuando el sistema se libera del reposo



Son datos: m_A , m_B , g , μ_s y μ_k

4.-Un motoneta conduce su moto dentro de una esfera de plástico transparente. Una vez que adquiere suficiente velocidad, describe un círculo vertical de radio 15,0 m. El motoneta tiene una masa de 60,0 kg y su moto 40,0 kg.

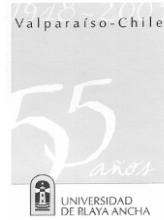
- ¿cuál debe ser la magnitud mínima de su velocidad en la parte superior de la esfera para no perder el contacto con ella?
- En la base de la esfera su velocidad es el doble de la calculada en a), ¿qué magnitud tiene la fuerza normal ejercida por la esfera sobre la moto en este punto?

UNIVERSIDAD DE PLAYA ANCHA

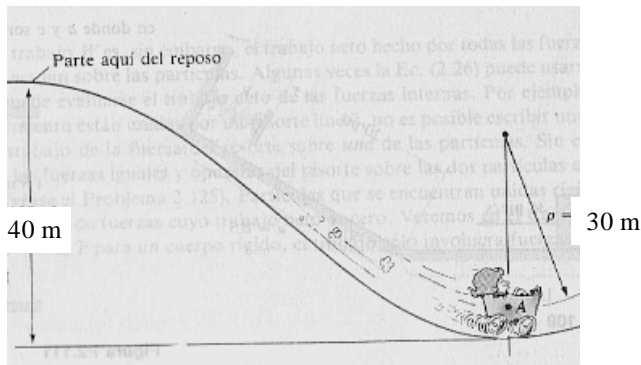
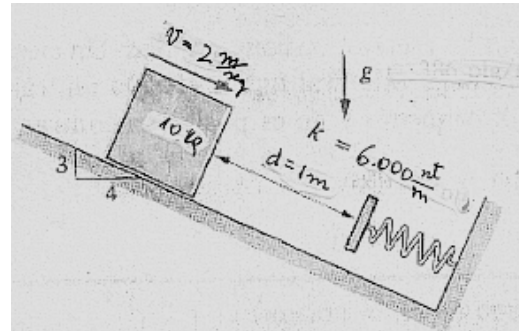
ING. CIVIL AMBIENTAL

3ª PRUEBA DE FÍSICA GENERAL MECÁNICA I

NOVIEMBRE/2003

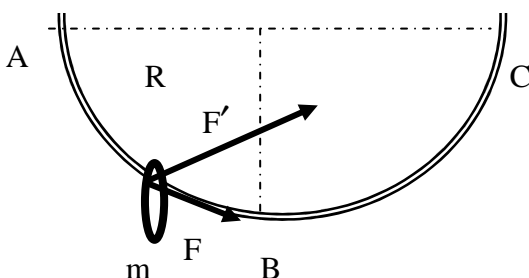


1.- El bloque mostrado en el diagrama resbala sobre una superficie inclinada cuyo coeficiente de fricción es $\mu=0,3$. Encuentre la fuerza máxima inducida en el resorte si el movimiento comienza bajo las condiciones mostradas en la figura.



2.- Una niña de 40 kg viaja en un carrito de 5 kg que desliza por un tobogán. Despreciando todas las pérdidas por fricción, calcule la fuerza que hace el carro sobre el tobogán.

3.- Un anillo m kg de masa resbala a lo largo de un arco metálico ABC muy pulido que es arco de una circunferencia de 1,2 m de radio. Sobre el anillo actúan dos fuerzas F y F' , cuyas magnitudes son 40 nt y 150 nt respectivamente. La fuerza F es siempre tangente a la circunferencia. La fuerza F' actúa en dirección constante formando un ángulo de 30° con la horizontal.



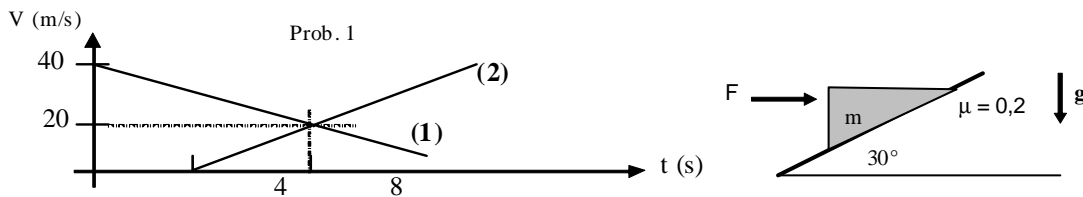
- Calcular el trabajo que realiza cada fuerza aplicada a m al moverse desde A hasta B, y
- Calcular la velocidad de m en B

UNIVERSIDAD DE PLAYA ANCHA
FISICA GENERAL: MECANICA I
 INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

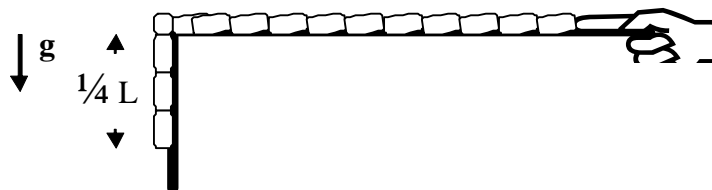
PRUEBA ACUMULATIVA

1. Dos móviles, (1) Y (2), se encuentran en el mismo punto en $t = 0$. Sus velocidades cambian en el tiempo según la gráfica que se muestra. Determinar cuando y donde volverán a encontrarse.

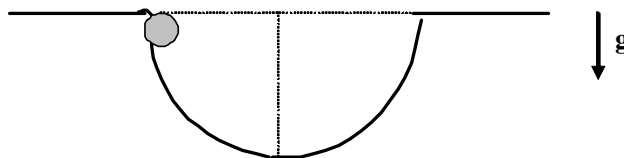
2.- Al bloque de masa m de la figura se le aplica una fuerza horizontal constante de magnitud $F = mg/3$. Si el coeficiente de roce entre el carro y el plano inclinado es $\mu = 0,2$ y la inclinación del plano inclinado es $\theta = 30^\circ$, determinar la magnitud y dirección de la aceleración con que se mueve el carro.



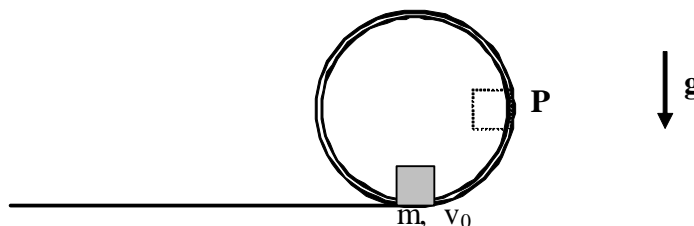
3.- ¿Cuál es el trabajo mínimo que debe hacer la mano para subir la cadena a la mesa, completamente, a partir de la posición mostrada en la figura? La masa de la cadena es M y su largo es L . No existe roce entre M y la mesa.



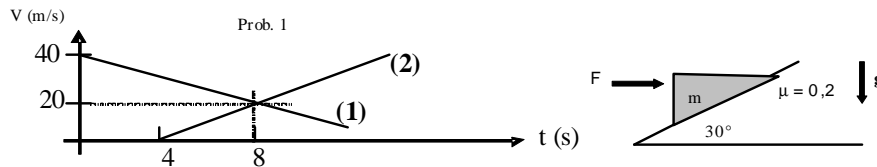
4.- Una partícula de masa m , se suelta desde el borde de una superficie semi-cilíndrica lisa de radio R . ¿Cuál es la **fuerza neta** sobre la partícula, cuando la masa m pasa por el punto más bajo de su trayectoria?



5.- Una masa m , entra con velocidad v_0 por una vía circular. Si la masa realiza una vuelta completa por la vía y luego se detiene en el punto P. Determine el trabajo realizado por las fuerzas de rozamiento en toda su trayectoria circular.



- 1.- Dos móviles (1) y (2) se encuentran en el mismo punto en $t=0$. Sus velocidades cambian en el tiempo según la gráfica que se muestra. Determinar cuándo y dónde volverán a encontrarse.

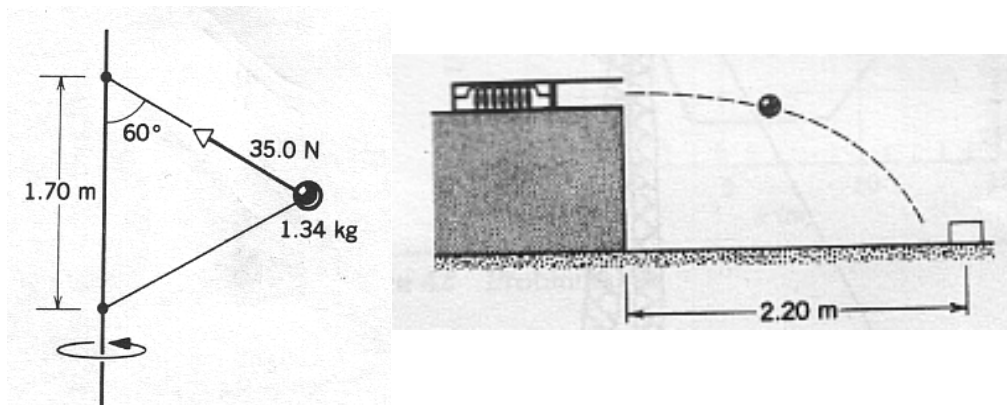


- 2.- Al bloque de masa m de la figura se le aplica una fuerza horizontal constante de magnitud $F=mg/3$. Si el coeficiente de roce entre el bloque y el plano inclinado es $\mu=0,2$ y la inclinación del plano es 30° , determinar la magnitud y dirección de la aceleración con que se mueve el bloque.

3.- Una bola de 1,34 kg está unida a una varilla vertical rígida por medio de dos cordones sin masa, cada uno de 1,70 m de largo. Los cordones están unidos a la varilla con una separación de 1,7 m de separación. El sistema está girando con respecto al eje de la varilla, quedando ambos cordones tirantes y formando un triángulo equilátero con la varilla.

Si la tensión en el cordón superior es de 35,0 Nt, hallar:

- La tensión en el cordón inferior,
- La fuerza neta sobre la bola en el instante mostrado en la figura y
- La velocidad de la bola



- 4.- Dos niños están jugando a tratar de golpear una pequeña caja que está en el suelo, disparándole una bolita a través de un rifle de resorte que se encuentra montado sobre una mesa como se muestra en la figura. Robertito comprime el resorte 1,10 cm, pero a la bolita le faltan 27 cm para dar en el blanco. ¿Qué tanto tendrá que comprimir Juanito el resorte para dar en el blanco?



Universidad de Playa Ancha
Departamento de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología
Ingeniería Civil Ambiental

PROGRAMA

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

NOMBRE	:	FÍSICA GENERAL: MECÁNICA I
CLAVE	:	CCA 3221
		PRE REQUISITO CCA 2163 MATEMÁTICAS II: CÁLCULO DIFERENCIAL
SEMESTRE	:	TERCERO
FACULTAD	:	CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
Nº DE HORAS SEMANALES	:	4,5 hrs.

2.- DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

Es un curso teórico destinado a alumnos de Ingeniería que deberá permitir a éstos la construcción de conocimientos en el dominio de la Mecánica de la partícula.

3.- OBJETIVOS GENERALES

- Formular, Explicar, analizar, fundamentar las leyes que describen la relación entre fuerza y movimiento para una partícula y de un cuerpo sólido.
- Formular, explicar y fundamentar los teoremas de conservación de la energía, momentum lineal y angular para el movimiento de una partícula y de un cuerpo sólido.

4.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS: se señalan en cada unidad temática.

5.- UNIDADES TEMÁTICAS

Unidad I: Cinemática

Objetivos específicos:

- Distinguir, identificar los sistemas de unidades técnicos y científicos.
- Identificar la existencia de cantidades físicas escalares y vectoriales.
- Definir una cantidad física vectorial y aplicar el álgebra vectorial correspondiente a operaciones con cantidades físicas vectoriales.
- Definir, explicar y aplicar los conceptos básicos que describen el movimiento de una partícula.
- Reconocer y recalcar la importancia de los sistemas coordenados inerciales para la descripción del movimiento de una partícula.
- Explicar, enseñar y aplicar las ecuaciones de transformación de Galileo para el movimiento relativo de un cuerpo.

Contenidos:

- Introducción. Mediciones y unidades. Vectores. Fuerzas: Equilibrio.
- Cinemática: Movimiento rectilíneo (desplazamiento, velocidad, aceleración. Movimiento curvilíneo. Movimiento bajo aceleración constante. Movimiento de proyectiles. Movimiento circular (velocidad angular, aceleración angular). Movimiento curvilíneo general en el plano.
- Movimiento relativo: Velocidad relativa. Movimiento relativo bajo traslación Uniforme. Movimiento relativo bajo rotación uniforme. Transformadas de Galileo.

Unidad II: Dinámica

Objetivos específicos:

- Formular las leyes del movimiento de Newton aplicadas a una partícula.
- Establecer la segunda ley de Newton en función de su momentum lineal.
- Enumerar y analizar algunas fuerzas o interacciones que pueden intervenir en el movimiento de una partícula.

- *Describir las fuerzas de fricción en seco y fluida y aplicar sus conceptos a diferentes situaciones problemáticas.*
- *Aplicar las leyes de Newton para predecir las características del movimiento de una partícula cuando se conocen las fuerzas que actúan sobre ella.*

Contenidos:

- Introducción. Ley de Inercia. Momentum lineal. Segunda Ley de Newton. Tercera Ley de Newton.
- Fuerzas de fricción. Fuerzas de fricción en Fluidos
- Sistemas masa variables
- Movimiento curvilíneo
- Fuerzas centrales

Unidad III: Energía

Objetivos específicos:

- Relacionar y definir, en términos conceptuales, los conceptos de trabajo, energía y potencia.
- Definir operacionalmente el trabajo realizado sobre un cuerpo por una fuerza variable y constante.
- Enunciar, demostrar, analizar y aplicar el teorema del trabajo y la energía cinética.
- Identificar y definir una fuerza conservativa y su relación con la energía potencial de una partícula.
- Enunciar, explicar, analizar y aplicar el teorema de conservación de la energía mecánica.
- Discutir acerca de las curvas de energía potencial como un mecanismo para describir el movimiento de un cuerpo sometido a fuerzas conservativas.
- Enunciar y aplicar el teorema del virial

Contenidos:

- Introducción. Trabajo. Potencia. Energía cinética y potencial. Conservación de la energía. Movimiento bajo fuerzas conservativas. Discusión de curvas de energía potencial. Teorema del virial

6.- METODOLOGÍA

Las clases serán de tipo expositivo- participativo en dos sesiones semanales más una sesión de taller de aprendizaje colaborativo significativo. Los estudiantes podrían contar con sesiones de ayudantía para la resolución de problemas.

7.- EVALUACIÓN

Se consideran tres pruebas integrales coeficiente dos por cada una de las unidades y en forma optativa pruebas parciales coeficiente uno.

8. - BIBLIOGRAFÍA

FUNDAMENTAL

SERWAY. Física. Ed. McGraw-Hill. 4ª edición

COMPLEMENTARIA

ALONSO-FINN. "Física" Volumen I, Mecánica, Editorial Fondo Educativo Interamericano.

RESNICK - HALLIDAY " Física para estudiantes de Ciencias e Ingeniería " Tomo I.

SEARS - ZEMANSKY "Física Universitaria" Editorial Fondo Educativo Interamericano.

GETTYS – KELLER – SKOVE. Física para ciencias e ingeniería. Tomo I. Ed. Mc Graw Hill 2ª edición.

GIANCOLI. Física: Principios con aplicaciones. Ed. Prentice Hall, 4ª edición

SEARS-ZEMANSKY-YOUNG-FREEDMAN" Física Universitaria. Ed. Pearson Educación, Novena edición



Universidad de Playa Ancha
Departamento de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología
Ingeniería Civil Ambiental

PROGRAMA

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

<i>NOMBRE</i>	:	<i>FÍSICA GENERAL: MECÁNICA II</i>
<i>CLAVE</i>	:	<i>CCA 4221</i>
		<i>PRE REQUISITOS CCA 3163</i>
		<i>MATEMÁTICAS III: CALCULO INTEGRAL Y SERIES.</i>
		<i>CCA 3221 FÍSICA GENERAL: MECÁNICA I.</i>
<i>SEMESTRE</i>	:	<i>CUARTO</i>
<i>FACULTAD</i>	:	<i>CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS</i>
<i>N° DE HORAS SEMANALES</i>	:	<i>4,5 hrs.</i>

2.- DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

En este curso de carácter teórico que analiza y describe las leyes del movimiento de Newton a sistemas de partículas y a fenómenos ondulatorios. Además trata sobre la ley de gravitación universal para completar la teoría newtoniana.

3.- OBJETIVOS GENERALES

- Reformular y ampliar los conceptos de la teoría newtoniana al aplicarla a sistemas de partículas y cuerpos sólidos, rígidos.
- Aplicar la mecánica Newtoniana para analizar el movimiento ondulatorio de una partícula, sistemas de partículas y un sólido rígido
- Completar la teoría newtoniana con el estudio de los fenómenos de gravitación.

4.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS: *se señalan en cada unidad temática*

5.- UNIDADES TEMÁTICAS

Unidad I: Mecánica de sistemas de partículas

Objetivos específicos:

- Identificar, localizar y analizar el centro de masas de un sistema y su movimiento de traslación.
- Desarrollar, analizar y aplicar los teoremas de conservación de la energía, del momentum lineal y del momentum angular para sistemas de partículas.
- Definir las cantidades físicas cinemáticas para la rotación pura de un objeto sólido rígido.
- Deducir y aplicar la relación fuerza-movimiento para un sólido en rotación pura y en rodadura.
- Enunciar, explicar, analizar y aplicar el teorema de conservación de la energía mecánica para cuerpos sólidos, rígidos.

Contenidos:

Sistemas de muchas partículas. Centro de masa. Momentum lineal de una partícula y de muchas partículas. Conservación del momentum lineal. Energía de un sistema de partículas. Momentum angular de un sistema de partículas. Colisiones.

Dinámica de Rotación. Momentum angular de un cuerpo rígido. Cálculo del momento de Inercia. Ecuación del movimiento de rotación de un cuerpo rígido. Energía cinética de la rotación. Movimiento giroscópico

Unidad II: Movimiento oscilatorio

Objetivos específicos:

- Definir y distinguir entre Movimiento armónico simple, movimiento armónico amortiguado y movimiento armónico amortiguado y forzado.
- Definir, analizar, distinguir y aplicar las características del movimiento armónico simple de un objeto.
- Definir, analizar, distinguir y aplicar las características del movimiento armónico amortiguado de un objeto.
- Analizar el fenómeno de resonancia.
- Deducir y analizar, las superposiciones existentes entre movimientos armónicos de distinto tipo.
- Deducir y aplicar la ecuación del movimiento para sistemas con dos (o tres) grados de libertad.

Contenidos:

Sistemas oscilatorios. Oscilador armónico simple. Movimiento armónico simple. Energía en el movimiento armónico simple. Aplicaciones del movimiento armónico simple. Movimiento armónico simple y su relación con el movimiento circular. Combinaciones de movimientos armónicos simples. Oscilaciones amortiguadas. Oscilaciones forzadas. Impedancia de un oscilador. Osciladores acoplados

Unidad III: Gravitación

Objetivos específicos:

- Describir relatando la historia sobre el movimiento de los cuerpos celestes hasta establecer las leyes de Kepler.
- Identificar, analizar y aplicar la ley de gravitación universal a diversas situaciones.
- Distinguir las características de la fuerza gravitacional.
- Definir energía potencial gravitatoria.
- Definir y discutir sobre el concepto de campo gravitacional y aplicar a situaciones relativas a masas puntuales como distribuciones continuas de masas.

Contenidos:

Introducción. Leyes de Kepler. Newton y la ley de gravitación universal. La constante de gravitación universal. Gravedad en la superficie de la Tierra. Energía potencial gravitatoria. Movimiento general bajo la interacción gravitacional. El campo gravitacional. Campo gravitacional debido a un cuerpo esférico. Principio de equivalencia. La gravitación y las fuerzas intermoleculares

6.- METODOLOGÍA

Las clases serán de tipo expositivo- participativo en dos sesiones semanales más una sesión de taller de aprendizaje colaborativo significativo. Los estudiantes podrían contar con sesiones de ayudantía para la resolución de problemas.

7.- EVALUACIÓN

Se consideran tres pruebas integrales coeficiente dos por cada una de las unidades y en forma optativa pruebas parciales coeficiente uno.

8.-BIBLIOGRAFÍA

FUNDAMENTAL

SERWAY. Física. Ed. McGraw-Hill. 4ª edición

COMPLEMENTARIA

ALONSO-FINN. "Física" Volumen I, Mecánica, Editorial Fondo Educativo Interamericano.

RESNICK - HALLIDAY " Física para estudiantes de Ciencias e Ingeniería " Tomo I.

SEARS - ZEMANSKY "Física Universitaria" Editorial Fondo Educativo Interamericano.

GETTYS – KELLER – SKOVE. Física para ciencias e ingeniería. Tomo I. Ed. Mc Graw Hill 2ª edición.

GIANCOLI. Física: Principios con aplicaciones. Ed. Prentice Hall, 4ª edición

SEARS-ZEMANSKY-YOUNG-FREEDMAN" Física Universitaria. Ed. Pearson Educación, Novena edición.

Valparaíso, 24 de Abril del 2009

Estimados

**CARMOCLAU, VALENAR, VARJU, MATUMA, SOSER, BADA VI,
ARZOJONA, PERALMAR, GONZALORE, LORCAGUS, VELMARI,
GONZACA, ALCAPAU, CARMOJO¹⁸**

Presente

Primero tengo que felicitar a los que ya están titulados. También a las personas que están por dar su examen de grado, desde ya les deseo que les vaya muy bien y también a todos los alumnos que están pronto a terminar su carrera.

Todos Uds., junto a CHAMOMIUR y NURRO constituyeron mis alumnos investigados en el trabajo de tesis doctoral que me encuentro terminando. Cuando fui su profesora, en Mecánica I (y después, para algunos, en Mecánica II), traté de implementar una metodología que incluía disertaciones sobre historia de la relación fuerza movimiento, los talleres de resolución de problemas, los portafolios y clases centradas en lo fundamental de la teoría Newtoniana. Todo eso ocurrió al inicio de sus carreras.

Entonces quiero molestar vuestra atención para pedirles lo siguiente:

1. Escriban en unas pocas líneas si Uds. lograron apreciar una metodología diferente, si ésta les sirvió en cursos posteriores, si notaron la diferencia con otras asignaturas, si Uds. recomendarían la metodología y cualquier aspecto positivo o negativo. Si recuerdan de lo fundamental estudiado. Unas pocas palabras redactadas como se le vengán a la cabeza.
2. Y lo otro es que me gustaría tener una foto de Uds. y su autorización para publicar sus declaraciones.

Chiquillos, espero no haberles molestado demasiado y ojala tenga sus respuestas a la brevedad.

Les saludo con afecto.

**Ester López Donoso
Profesora de Física
Facultad de Ciencias Naturales y Exactas**

¹⁸ se escriben nombres ficticios para preservar la identidad de las personas, en la carta van sus nombres reales.