

**UNIVERSIDAD DE BURGOS**

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

*Departamento de Didácticas Específicas*



**SOFTWARE GENERADOR DE SITUACIONES-  
PROBLEMA PARA LA EXPANSIÓN DEL DOMINIO DEL  
CAMPO CONCEPTUAL DE LAS ESTRUCTURAS  
ADITIVAS Y MULTIPLICATIVAS EN ALUMNOS DE 2º  
A 5º CURSO DE LA ENSEÑANZA PRIMARIA**

**TESIS DOCTORAL**

**BERENICE DE OLIVEIRA BONA**

**Burgos, septiembre 2012**



# UNIVERSIDAD DE BURGOS

## PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOCTORADO *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*

*Departamento de Didácticas Específicas*



UNIVERSIDADE DE BURGOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO  
GRANDE DO SUL

### **SOFTWARE GENERADOR DE SITUACIONES- PROBLEMA PARA LA EXPANSIÓN DEL DOMINIO DEL CAMPO CONCEPTUAL DE LAS ESTRUCTURAS ADITIVAS Y MULTIPLICATIVAS EN ALUMNOS DE 2º A 5º CURSO DE LA ENSEÑANZA PRIMARIA**

**BERENICE DE OLIVEIRA BONA**

Tesis Doctoral realizada por **D<sup>a</sup> Berenice de Oliveira Bona**, 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. María Concesa Caballero**.

**Burgos, septiembre de 2012**



# DEDICATORIA

*A los estudiantes,  
objetivo mayor de toda  
la actividad científica.*



# AGRADECIMIENTOS

En este espacio, intentaré expresar mis sentimientos que no se resumen solamente a un agradecimiento, sino a una sensación de ser privilegiada por haber tenido la oportunidad de conocer y de ser auxiliada por grandes personas. A lo largo de estos 5 años, muchas personas me auxiliaron con conocimiento, incentivo, amistad y cariño. Fueron momentos compartidos con intensidad y ahora que llegamos al final es el momento de expresar mis más sinceros agradecimientos:

- ✓ A Dios, que me guía en todos los momentos de mi vida y que me dotó de inteligencia y salud protegiéndome con su infinita sabiduría. Sin Él, nada sería posible.
- ✓ A los compañeros de esta construcción: mi hijo Matheus Bona, mi sobrino Leandro Oliveira y mi alumno Alexandre Granville. Sin ustedes, ciertamente, yo no conseguiría llegar al término de esta tesis.
- ✓ A toda mi familia y, en especial, a mi esposo Aramis Bona, por la comprensión, colaboración e incentivo que demostró durante todo el tiempo que el estudio me mantuvo muy ocupada.
- ✓ Al profesor Dr. Marco Antonio Moreira, por la contribución a mi crecimiento profesional, por la competencia de su orientación y, en especial, por la confianza que depositó en mí a lo largo del trabajo. Gracias, profesor, por aceptar el desafío de orientar esta persona de muchas fragilidades y de hábitos simples; eres un profesional de calidad inmensurable.
- ✓ A la Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Concesa Caballero Sahelices por la acogida en su país. Es una persona muy especial que nos mostró que sus conocimientos científicos sólo eran ultrapasados por sus cualidades humanas.
- ✓ A todos los alumnos y a las escuelas que colaboraron en la realización de esta investigación, permitiendo mi presencia en el universo de su trabajo y auxiliándome en el despertar de nuevos cuestionamientos en busca de alternativas para mejorar la enseñanza y el aprendizaje.



- ✓ A la Prof.<sup>a</sup> Nelci Ehrhardt, por la amistad, compañerismo y competencia en las innumerables horas - diurnas y nocturnas - dedicadas a la revisión de la redacción de este trabajo.
- ✓ A los profesores del Programa Internacional de Doctorado Enseñanza de las Ciencias de la Universidad de Burgos por las preciosas enseñanzas durante el curso.
- ✓ A la profesora Blanca Martín Salvago por la dedicación y determinación en la traducción de la tesis.
- ✓ A grandes compañeros que conocí en el doctorado, compañeros en trabajos especiales y con quienes tuve el honor de compartir muchos momentos de compañerismo y amistad, en tierras tan distantes.

En fin, a todos los que, directa o indirectamente, auxiliaron en la elaboración y perfeccionamiento de este trabajo,

Mi cariño

¡GRACIAS!



# RESUMEN

En este trabajo de investigación se presenta el proceso para el desarrollo de un sitio educativo compuesto por un conjunto de softwares, juegos educativos de matemáticas y objetos de aprendizaje denominado “CIAMATE” - CENTRO INTERACTIVO DE ACTIVIDADES MATEMÁTICAS. El objetivo del trabajo es ofrecer subsidios para el desarrollo de la estructura cognitiva de niños de 2º a 5º curso de la enseñanza fundamental, enseñando y proporcionando aprendizajes significativos de conceptos matemáticos y desarrollando habilidades para la resolución de situaciones-problema de Estructura Aditiva y Multiplicativa.

Las características del software, el proceso de desarrollo informático y las diferentes situaciones ofrecidas para ayudar en los aprendizajes de conceptos matemáticos se describen juntamente con los resultados de verificación de las potencialidades del mismo, a partir de los datos obtenidos de su aplicación en trece muestras en escuelas públicas y privadas de la ciudad de Carazinho, en el Estado de Río Grande do Sul, Brasil.

Las situaciones-problemas presentadas en el software se apoyan en la teoría de los campos conceptuales de Gérard Vergnaud y en el de aprendizaje significativo crítico de Marco Antonio Moreira que añade nuevos elementos a la teoría de David Ausubel, propiciando, así, un aprendizaje constructivo piagetiano que ejercita la formación de la conciencia crítico-reflexiva en el proceso enseñanza-aprendizaje.

La construcción de los conceptos matemáticos se dio en ambientes de aprendizaje significativo, en los cuales los alumnos tuvieron oportunidad de vivir situaciones-problema similares a las encontradas en la vida diaria, tales como: comprar, vender, calcular, pagar, dar y recibir cambio. También se presentan situaciones-problema con temática de educación ambiental, con el objetivo de destacar la importancia del medio ambiente, para desarrollar en los niños una conciencia crítica sobre el mismo.

Los resultados de esta tesis muestran que el software construido para el desarrollo de la investigación contribuyó para un aprendizaje significativo crítico de los conceptos de las estructuras aditivas y multiplicativas de los alumnos, provocando una expansión del dominio conceptual de los mismos. Se observaron mejoras estadísticamente significativas en el desempeño de ocho muestras, en las que se usaron diferentes metodologías para los experimentos. Se puede afirmar que las situaciones-problema programadas con base en la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, que son actividades que forman parte del software CIAMATE, auxiliaron en la expansión del dominio conceptual de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas, contribuyendo a la evolución de las estructuras de pensamiento (dimensión racional) de los sujetos de la investigación.

**Palabras clave:** software educativo, aprendizaje significativo, Estructuras Aditivas y Multiplicativas.



# ABSTRACT

This research work presents the process for developing an educational site consisting of a set of software, educational math games and learning objects called “CIAMATE” - INTERACTIVE CENTER FOR MATHEMATICAL ACTIVITIES. The objective of this work is to offer subsidies for the development of cognitive structure of children who attend classes from first to fifth grade of Elementary School, teaching and promoting meaningful learning of mathematical concepts and developing skills for solving problem-situations of additive and multiplicative structure.

The characteristics of the software, the process of IT development and the different situations offered to help in the learning of mathematical concepts are described together with the results of verifying its potential, from the data obtained from practical application at thirteen different public and private schools.

The problem-situations presented in the software are supported in the Gérard Vergnaud's Theory of Conceptual Fields and in Moreira's Theory of Critical Meaningful Learning that adds new elements to the Ausubel's Theory, in that way nurturing a Piagetian's constructive learning that exercises the formation of critical-reflective consciousness touted by Freire and contributing to the empowerment of those involved in the teaching-learning process.

The construction of mathematical concepts arised in critical meamingful learning environments, in which students had the opportunity to experience problem-situations similar to those found in everyday life, such as buying, selling, calculate, pay, give and receive change. Furthermore, problem-situations of environmental education were presented, aiming to highlight the importance of the environment issues as well developing critical awareness in children about the theme.

The results of this thesis show that the software built for the research development and subjected to students, contributed to a critical learning meamingful of concepts from additive and multiplicative estructures generating an expansion of their conceptual domain. There were statistically significant improvements in the performance of eight samples in which different methodologies were applied for the experiments and for the data collection, allowing to state that the problem-situations that were programmed based on the Vergnaud's Theory of Conceptual Fields, which are activities's steps of the CIAMATE software, helped in the expansion of conceptual domain of the additive and multiplicative structures contributing to the evolution of the structures of thought (rational dimension) of the students evolved in this research.

**Keywords:** educational software, meaningful learning, additive and multiplicative structures.



# ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>06</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>29</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	31
1.1 FENÓMENOS DE INTERÉS DEL PROBLEMA CENTRAL DE ESTUDIO.....	33
1.2 CUESTIÓN CENTRAL DE LA INVESTIGACIÓN Y SU RELEVANCIA PARA LA ENSEÑANZA EN EL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS.....	34
1.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	35
1.4 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	36
<b>CAPÍTULO II - REVISIÓN DE LA LITERATURA..</b>	<b>38</b>
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	40
2.1 ANÁLISIS DE SOFTWARE EDUCATIVO EN LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS EN LOS PRIMEROS AÑOS DE LA ENSEÑANZA PRIMARIA.....	40
2.1.1 Introducción.....	40
2.1.2 ¿Los <i>softwares</i> educativos pueden contribuir a la construcción del conocimiento?.....	41
2.1.3 <i>Software</i> educativo de Matemáticas para los primeros años de la enseñanza primaria.....	42
2.1.4 Consideraciones finales sobre los análisis de software.....	64

2.2 LA PRODUCCIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA PARA LA ENSEÑANZA FUNDAMENTAL - AÑOS INICIALES.....	65
2.2.1 Introducción.....	65
2.2.2 Breve caracterización y análisis de las investigaciones dirigidas a la enseñanza primaria del 1º al 5º curso producidos en Brasil en el período de 2005-2010.....	67
2.2.3 Algunas consideraciones sobre los trabajos investigados.....	109
2.3 ALGUNAS PRODUCCIONES INTERNACIONALES RELACIONADAS CON LA INSERCIÓN DE RECURSOS COMPUTACIONALES EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS.....	121
<b>CAPÍTULO III - BASE TEÓRICA Y CONCEPTUAL.....</b>	<b>128</b>
3. BASE TEÓRICA Y CONCEPTUAL.....	130
3.1 EL USO DE SOFTWARE EDUCATIVO EN LA COMUNICACIÓN MATEMÁTICA.....	130
3.2 ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS.....	131
3.3 EL CONSTRUCTIVISMO.....	132
3.4 LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES DE GÉRARD VERGNAUD.....	133
3.4.1 Campos Conceptuales.....	133
3.4.2 Concepto.....	134
3.4.3 Situaciones.....	134
3.4.4 Esquemas.....	135
3.4.5 Invariantes Operatorios.....	136

3.5 RELACIÓN EXISTENTE ENTRE EL SOFTWARE Y LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES.....	136
3.6 ¿CÓMO APRENDE UN ALUMNO EN SITUACIÓN?.....	137
3.7 INTERACCIÓN ESQUEMA-SITUACIÓN.....	138
3.8 EL CAMPO CONCEPTUAL DE LAS ESTRUCTURAS ADITIVAS Y MULTIPLICATIVAS.....	139
3.8.1 El Campo Conceptual de la Estructura Aditiva.....	141
3.8.2 El Campo Conceptual de la Estructura Multiplicativa.....	147
3.9 TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO (TAS) DE DAVID AUSUBEL.....	150
3.9.1 La teoría de la asimilación y de la retención del aprendizaje significativo de Ausubel.....	151
3.9.2 La contribución de Novak a la Teoría del Aprendizaje Significativo.....	153
3.9.3 La contribución de Gowin a la Teoría del Aprendizaje Significativo.....	154
3.9.4 El aprendizaje significativo y el aprendizaje mecánico.....	156
3.9.5 Evidencia de aprendizaje significativo.....	157
3.9.6 Fases de Madurez Cognitiva y de Prontitud para el Aprendizaje.....	158
3.9.7 La importancia del aprendizaje y de la retención significativos en la educación.....	158
3.10 LA TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO-CRÍTICO (TASC) DE MARCO ANTONIO MOREIRA.....	159
3.10.1 Aprendizaje significativo y aprendizaje significativo-crítico.....	160
3.10.2 Condiciones para facilitar y promover aprendizaje significativo-crítico.....	161

3.11 LA TEORÍA DEL DESARROLLO COGNITIVO DE JEAN PIAGET.....	165
---	-----

3.11.1 La Teoría de Piaget y la Educación.....	167
--	-----

## **CAPÍTULO IV -BASES METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN..... 168**

4. BASES METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	170
---	-----

4.1 ERGONOMÍAS EN SOFTWARE EDUCACIONAL.....	170
---	-----

4.2 HEURÍSTICAS CONSIDERADAS EN LA PLANIFICACIÓN DE LA INTERFAZ DEL SOFTWARE CIAMATE.....	171
---	-----

4.3 ASPECTOS RELEVANTES CONSIDERADOS EN EL DESARROLLO DEL SOFTWARE CIAMATE CON BASE EN LA TEORÍA DE LA CARGA COGNITIVA.....	173
---	-----

4.4 HISTÓRICOS DE LAS ETAPAS DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	174
--	-----

4.5 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL PROYECTO DE <i>SOFTWARE</i> - PLAN 2006.....	174
--	-----

4.6 SINOPSIS DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA PRIMERA VERSIÓN DEL SOFTWARE "APRENDEX" - PLAN 2007.....	175
---	-----

4.6.1 Contexto de Desarrollo de la Versión Test "APRENDEX".....	176
---	-----

4.6.2 Algunas características del programa "APRENDEX".....	176
--	-----

4.7 SINOPSIS DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA SEGUNDA VERSIÓN DEL SOFTWARE "RPM ONLINE" - PLAN 2008.....	182
---	-----

4.7.1 Principales características del <i>software RPM Online</i> .....	184
--	-----

4.7.2 Pantalla inicial del software "RPM Online".....	184
---	-----

4.7.3 Programa 1 - Ayuda a través de mapas conceptuales (sistema de ayuda).....	185
4.7.4 Programa 2 - Problemas sobre la temática Educación Ambiental.....	186
4.7.5 Programa 3 - Sistema Monetario Nacional.....	190
4.7.6 Programa 4 - Problemas sobre el Cuisenaire Virtual.....	191
4.7.7 Programa 5 - Campeonato de Video Game.....	192
4.7.8 Programa 6 - Prueba de Matemáticas SAERS/2007.....	193
4.7.9 Consideraciones sobre la evaluación del software RPM Online.....	194
4.7.10 Evidencias de aprendizaje significativo.....	196
4.8 METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN: CREACIÓN DEL SOFTWARE EDUCATIVO "CIAMATE" INTEGRADO A LA WEB - VERSIÓN 2009-2011.....	197
4.8.1 Metodología empleada en el desarrollo del sitio "CIAMATE" y de sus tareas de intervención.....	198
4.8.2 Metodología de evaluación del aprendizaje de los alumnos y de las potencialidades del sitio CIAMATE.....	220
4.8.3 Estructuración de los instrumentos de evaluación (validez y confiabilidad).....	222
4.8.4 Caracterizaciones de los Grupos y procedimientos metodológicos adoptados...	224
4.8.5 Procedimientos metodológicos.....	225
<b>CAPÍTULO 5 - ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES EN EL USO DE LOS PROGRAMAS DEL SITIO CIAMATE.....</b>	<b>228</b>

5. ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES EN EL USO DE LOS PROGRAMAS DEL SITIO CIAMATE.....	230
5.1 ANÁLISIS DE LOS GRUPOS DE LA ESCUELA A.....	231
5.2 ANÁLISIS DE LOS GRUPOS DE LA ESCUELA B.....	239
5.3 ANÁLISIS DE LOS GRUPOS DE LA ESCUELA C.....	242
5.4 ANÁLISIS DEL ESTUDIO INDIVIDUAL.....	246
5.4.1 Portafolio de aprendizaje del alumno del estudio individual.....	247
5.4.2 Primer Encuentro.....	247
5.4.3 Segundo Encuentro.....	253
5.4.4 Tercer Encuentro.....	255
5.4.5 Cuarto Encuentro.....	258
5.4.6 Quinto Encuentro.....	259
5.4.7 Resultado de la Evaluación Cualitativa.....	262
5.4.8 Resultados del pretest y postest del estudio individual.....	263
5.5 ANÁLISIS DEL GRUPO 8 DE LA ESCUELA D.....	263
5.6 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN CUALITATIVA.....	266
5.7 CONCEPTUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS ADITIVAS Y	

MULTIPLICATIVA.....	270
<b>CAPÍTULO 6 - DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>275</b>
6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	277
6.1 - ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE 2007/2008.....	279
6.2 RESULTADOS EN 2009/2010.....	282
6.3 RESULTADOS DEL AÑO 2010.....	285
6.4 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN CUALITATIVA.....	286
6.5 ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS RELATIVAS A LA CONCEPTUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS ADITIVAS Y MULTIPLICATIVAS.....	288
<b>CAPÍTULO VII - CONSIDERACIONES FINALES.</b>	<b>290</b>
7. CONSIDERACIONES FINALES.....	292
7.1 DE LOS RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS.....	292
7.2 DEL CAMBIO DE PARADIGMAS Y TECNOLOGÍA.....	294
7.3 DEL PAPEL DEL PROFESOR EN EL USO DEL SITIO CIAMATE.....	295
7.4 DE LA MOTIVACIÓN PARA APRENDER .....	296
7.5 ¿QUÉ SE PUEDE MEJORAR EN EL SITIO CIAMATE?.....	299
7.6 DIAGRAMA V DE LA TESIS.....	301
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>303</b>

<b>APÉNDICES.....</b>	<b>319</b>
<b>APÉNDICE A-</b> Pretest y Postest.....	321
<b>APÉNDICE B -</b> Instrumento de evaluación cualitativa.....	337
<b>APÉNDICE C -</b> Registro escrito por la alumna del estudio individual.....	338
<b>APÉNDICE D -</b> Registros escritos por los alumnos sobre las actividades desarrolladas con el uso del sitio CIAMATE.....	339
<b>APÉNDICE E -</b> Testimonio de la escuela sobre el aprovechamiento de la alumna del estudio individual.....	342

# LISTAS DE TABLAS

TABLA 1 – Sinopsis de softwares educativos que estaban a disposición en internet en 2008.....	63
TABLA 2- Tareas con uso de algoritmos de operaciones.....	110
TABLA 3 - Tareas de resolución de problemas.....	111
TABLA 4 – Empleo de softwares y espacios virtuales.....	114
TABLA 5- Propuestas de enseñanza usando test de evaluación, juegos y actividades lúdicas.....	115
TABLA 6 - Propuestas de intervenciones variadas de enseñanza.....	116
TABLA 7 - Procedimientos metodológicos para el <i>software</i> versión test.....	175
TABLA 8 - Media de las muestras del test piloto-2007.....	181
TABLA 9 - Procedimientos de modelado, arquitectura y construcción del <i>software</i> RPM Online.....	183
TABLA 10 - Procedimientos de evaluación de los alumnos y de la calidad del <i>software</i> .....	184
TABLA 11 - Medias evolutivas del pretest y postest en la evaluación del <i>software</i> RPM Online.....	195
TABLA 12 - Desarrollo de la metodología del Sitio CIAMATE, período 2009-2011...	199

TABLA 13 – Desarrollo de la metodología de evaluación del aprendizaje de los alumnos en el uso del Sitio CIAMATE, periodo 2009-2011.....	221
TABLA 14 - Equivalencia entre la Enseñanza Primaria de 9 años y la Enseñanza Primaria de 8 años.....	233
TABLA 15 – Diálogo de la investigadora con la alumna en la resolución del problema de adición.....	249
TABLA 16 - Diálogo entre la investigadora y la alumna en la resolución del problema de sustracción.....	251
TABLA 17- Diálogo de la investigadora con la alumna en la resolución de problema con operaciones de multiplicación y sustracción.....	254
TABLA 18 - Resultado de las pruebas del estudio individual.....	263
TABLA 19- Porcentaje de respuestas correctas por problema de la estructura aditiva.	271
TABLA 20 - Porcentaje de respuestas correctas por problema de la estructura multiplicativa.....	272
TABLA 21- Nivel de significancia estadística de los grupos 2007/2008.....	279
TABLA 22- Nivel de significancia estadística de los grupos 2009/2010.....	282

# LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Tipos de Estructuras Aditivas.....	141
FIGURA 2 - Estructura Aditiva - categoría 1.....	142
FIGURA 3- Estructura Aditiva - categoría 2.....	143
FIGURA 4 - Estructura Aditiva - categoría 3.....	144
FIGURA 5- Estructura Aditiva - categoría 4.....	145
FIGURA 6 - Estructura Aditiva - categoría 5.....	146
FIGURA 7 - Estructura Aditiva - categoría 6.....	147
FIGURA 8 - Categorías de la Estructura Multiplicativa.....	149
FIGURA 9 - Organigrama de los tipos de Aprendizaje Significativo de Lopez y Bona (2006).....	152
FIGURA 10 - Pantalla inicial del software APRENDEX.....	177
FIGURA 11- Pantalla de actividades del software APRENDEX.....	178
FIGURA 12 - Pantalla de actividades en secuencias numéricas del <i>software</i> APRENDEX.....	179
FIGURA 13 - Pantalla de actividades de compra y venta del <i>software</i> APRENDEX.....	180
FIGURA 14 - Pantalla inicial del <i>software RPM online</i> .....	185

FIGURA 15 - Programa 1- Mapas Conceptuales.....	186
FIGURA 16 - Pantalla de exhibición de educación ambiental.....	187
FIGURA 17 - Situación-problema sobre educación ambiental.....	188
FIGURA 18 - Ejemplo de texto de educación ambiental.....	189
FIGURA 19 - Ejemplo de situación-problema de educación ambiental.....	190
FIGURA 20 - Ejercicio sobre el sistema monetario.....	191
FIGURA 21 - Ejercicio usando Cuisenaire Virtual.....	192
FIGURA 22 - Situación-problema del programa campeonato de video game.....	193
FIGURA 23 - Ejercicio de la prueba SAERS-2007.....	194
FIGURA 24 - Ejemplo de problemas con voz y representación simbólica.....	204
FIGURA 25 - Ejemplo de situación-problema presentado en el programa Vergnaud.....	205
FIGURA 26 - Ejemplo de problemas abiertos.....	209
FIGURA 27 - Situación-Problema de Lógica.....	211
FIGURA 28 - Interfaz del primer programa 2011.....	213
FIGURA 29 – Interfaz del gestor de preguntas del programa CIAMATE -2011...	214
FIGURA 30 – Juego Nombres y Formas.....	215

FIGURA 31- Interfaz del simulador de operaciones “Aritmética”.....	216
FIGURA 32 - Juego Tangram.....	216
FIGURA 33 – Juego Montaña Matemática.....	217
FIGURA 34 - Juego ¿Cuál es la señal?.....	217
FIGURA 35 - Interfaz de la primera página del sitio CIAMATE.....	218
FIGURA 36 - Menú de los programas principales del sitio CIAMATE.....	219
FIGURA 37- Situación-problema de transformación positiva sobre el estado inicial.....	248
FIGURA 38 - Situación-problema utilizando la operación de sustracción.....	250
FIGURA 39 - Situación-problema que implica la Composición de dos Relaciones Estáticas.....	252
FIGURA 40 - Situación-problema con operaciones de multiplicación y sustracción.....	254
FIGURA 41 - Algunas producciones de la alumna de la entrevista individual.....	260
FIGURA 42 - Objeto de aprendizaje: reloj analógico y digital.....	261
FIGURA 43 - Clases de aplicación del software en el aula de Informática de la escuela.....	269
FIGURA 44 - Alumnos realizando actividades en el software.....	269

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Gráfico de la situación-problema 6.....	210
GRÁFICO 2 - Comparativo entre las notas del pretest (evaluación diagnóstica) y las notas del postest (después de la aplicación del software) de la escuela pública del 3 <sup>er</sup> año.....	234
GRÁFICO 3 - Resultado de la media de la clase de 3 <sup>er</sup> año de la escuela A.....	234
GRÁFICO 4 – Comparativo entre las notas del pretest y del postest del grupo experimental de 3 <sup>er</sup> curso de la escuela A.....	235
GRÁFICO 5 - Comparativo entre las notas del pretest y del postest del grupo de control de 3 <sup>er</sup> curso de la escuela A.....	236
GRÁFICO 6 - Resultados de la media de 3 <sup>er</sup> curso de la escuela A.....	237
GRÁFICO 7 - Comparativo entre las notas del pretest y del postest del grupo experimental de 4 <sup>o</sup> curso de la escuela A.....	237
GRÁFICO 8 - Comparativo entre las notas del pretest y del postest del grupo de control de 4 <sup>o</sup> curso de la escuela A.....	238
GRÁFICO 9 - Resultados de la media de 4 <sup>o</sup> curso de la escuela A.....	239
GRÁFICO 10 - Comparativo de las notas del grupo experimental en el pretest y en el postest del 4 <sup>o</sup> curso de la escuela B.....	240
GRÁFICO 11 - Comparativo de las notas del grupo control en el pretest y en el	

postest del 4° curso de la escuela B.....	241
GRÁFICO 12 - Resultados de la media de 4° curso de la escuela B.....	241
GRÁFICO 13 - Comparativo entre las notas del pretest y del postest de los alumnos del 2° año de la escuela C.....	243
GRÁFICO 14 - Resultado de las medias de 2° año, escuela C.....	243
GRÁFICO 16 – Resultado de la media del desempeño de 3 <sup>er</sup> curso de la escuela C...	245
GRÁFICO 17 - Comparativo entre las notas del pretest y del postest de la clase de 4° curso de la escuela C.....	245
GRÁFICO 18 – Resultado de la media del desempeño de 4° curso de la escuela C...	246
GRÁFICO 19 - Comparativo entre la nota del pretest y del postest del grupo experimental de 5° año de la escuela D.....	265
GRÁFICO 20 - Comparativo entre las notas del pretest y del postest del grupo control de 5° año de la escuela D.....	265
GRÁFICO 21 - Resultados de las medias de 5° año de la escuela D.....	266
GRÁFICO 22 - Resultados de la tabulación de las evaluaciones cualitativas.....	267
GRÁFICO 23 - Porcentaje de aciertos por categoría de problemas.....	274
GRÁFICO 24 - Evolución de la media de los grupos.....	278
GRÁFICO 25 - Media del 3 <sup>er</sup> curso en 2007, que corresponde al 4° curso de 2008....	280
GRÁFICO 26 - Porcentaje de satisfacción en el uso del sitio CIAMATE.....	286

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**



# 1. INTRODUCCIÓN

Las investigaciones y los indicadores educacionales cada vez están manifestando más el problema actual del aprendizaje en las escuelas públicas y privadas de Brasil. Diversas evaluaciones regionales, nacionales e internacionales han revelado índices deficitarios, mostrando la seriedad del problema.

El desempeño de estudiantes de todos los niveles ha sido evaluado por diversos sistemas y mecanismos como: Sistema de Evaluación del Rendimiento Escolar de Río Grande do Sul (SAERS), Programa Internacional de Evaluación de Alumnos (PISA), Sistema de Evaluación de la Educación Básica (SAEB), Prueba Brasil, Examen Nacional de la Enseñanza Media (ENEM) y Examen Nacional de Desempeño de Estudiantes (ENADE). El desempeño de los alumnos brasileños en esas evaluaciones ha presentado resultados que manifiestan niveles deficitarios de aprendizaje, en los contenidos y competencias evaluados.

El problema de aprendizaje deficiente en las asignaturas de las áreas de las ciencias exactas como las Matemáticas, la Física y la Química no es una prerrogativa brasileña, sino que es un problema que se agrava a nivel mundial. En los últimos años, las Matemáticas están presentando resultados insatisfactorios con relación a las demás asignaturas, inquietando los sistemas educativos, los legisladores y los administradores. Es grande la preocupación con respecto a la forma en que se están preparando los estudiantes para vivir en una economía cada vez más globalizada y en una sociedad marcada por cambios tecnológicos, con nuevos paradigmas políticos, culturales y educacionales en continua ascensión.

En Brasil, los resultados en el aprendizaje significativo en Matemáticas, en las escuelas de enseñanza primaria y secundaria, muestran un escenario de gran dificultad, con estudiantes que presentan campos conceptuales inadecuados o insuficientemente desarrollados, una enseñanza que privilegia la reproducción de contenidos e incentiva la memorización, sin la menor preocupación por la compleja tarea de la construcción de conceptos y producción de conocimientos y con profesores que tienen que luchar constantemente para intentar captar la atención de los alumnos y mantener el interés por las clases.

Sin embargo, hay buenas señales de que el panorama de la educación, en lo que se refiere al desempeño de los estudiantes, puede estar mejorando. En 2007 se creó el Índice de

Desarrollo de la Educación Básica (IDEB). El indicador, elaborado por el Instituto Nacional de Estudios e Investigaciones Educativas Anísio Teixeira (Inep /MEC), mide la calidad de la educación, mostrando las condiciones de la enseñanza en Brasil. El nuevo indicador utilizó en la primera medición datos recogidos en 2005 y realizó una evaluación dos años más tarde, en 2007. La media nacional del IDEB en 2005 fue de 3,8 en los primeros años de la enseñanza primaria. En 2007, esa nota subió para 4,2 y en 2009 se elevó para 4,6, índice superior a lo que preveían las proyecciones para ese período. Si se mantiene el ritmo, Brasil llegará a una media superior a 6,0 en 2022, lo que significa que tendremos una educación compatible con la de países del primer mundo.

Aunque los datos anteriores sean alentadores, el desempeño en Matemáticas continúa teniendo resultados bajos. En 2009, se presentaron los resultados del Sistema de Evaluación del Rendimiento Escolar de Río Grande do Sul (SAERS), creado por decreto del gobierno del Estado, en 2007, para obtener informaciones sobre la calidad de la enseñanza en las escuelas del Estado de Río Grande do Sul. Participaron 243,5 mil estudiantes de la red del Estado. Los resultados revelaron la discrepancia existente entre el conocimiento de los alumnos y las metas establecidas. De acuerdo con los números, más del 70% de los estudiantes de la enseñanza primaria y secundaria de las escuelas de la red de enseñanza del Estado poseen desempeño inferior al que se considera adecuado en Matemáticas.

En ese contexto desolador, la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas tienen que ser repensados, exigiendo que se creen nuevas maneras de enseñar y aprender, nuevas habilidades en la producción y uso de los conocimientos. Los avances tecnológicos, principalmente las herramientas proporcionadas por la informática, a pesar de que aún están excesivamente distanciadas del día a día de la escuela, pueden ser importantes aliadas en la búsqueda de soluciones para el problema del aprendizaje. Su utilización en la escuela debe venir acompañada de la posibilidad de apropiación plena, para que puedan atender, adecuadamente, las necesidades y los deseos de una nueva sociedad, promoviendo la inclusión social y capacitando el ciudadano para un saber significativo.

En ese sentido, se presenta un desafío: ¿Cómo cambiar la situación en la que se encuentra la enseñanza de las Matemáticas? ¿Cómo preparar el estudiante, que vive una enseñanza con predominio de la transmisión o reproducción de conocimientos, para ser un ciudadano apto para aprender y producir conocimiento a lo largo de su vida? ¿Por dónde empezar y qué se puede hacer para transformar ese escenario de aversión a las Matemáticas que, muchas veces, ya se inicia en los primeros años de la enseñanza primaria?

Así, ese proyecto de investigación tiene el objetivo de buscar y apuntar caminos para el desarrollo de un aprendizaje significativo en Matemáticas, con énfasis en la construcción del conocimiento, en el argumento lógico, en la distinción de casos, en la crítica de los resultados obtenidos y en el constante direccionamiento para el pensamiento independiente, competencias básicas para vivir en una sociedad de información y comunicación.

Con el objetivo de encontrar respuestas y alternativas a éstos y otros cuestionamientos, se propuso esta tesis, dentro del Programa Internacional de Doctorado Enseñanza de las Ciencias, que se realiza a través del acuerdo de colaboración académica entre las Facultades de Ciencias, Humanidades y Educación de la Universidad de Burgos en España y el Instituto de Física de la Universidad Federal de Río Grande do Sul-Brasil, en la línea de investigación en Aprendizaje Significativo.

## **1.1 FENÓMENOS DE INTERÉS DEL PROBLEMA CENTRAL DE ESTUDIO**

Como consecuencia de lo expuesto, el área de interés de la investigación se centró en la construcción de un software educativo sobre la conceptualización de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas y su utilización en proyectos, como alternativa para potenciar el proceso de aprendizaje de alumnos de 2º a 5º curso de la enseñanza primaria, en el área de Matemáticas, en Escuelas Públicas de la 39ª Secretaría Regional de Educación del Estado de Río Grande do Sul, Brasil.

En la urgencia de alternativas de superación de los graves problemas de aprendizaje de las Matemáticas, se procuró investigar soluciones para el problema de cómo mejorar el proceso de aprendizaje de los alumnos en el área.

En ese sentido, se defiende la tesis de que la aplicación de softwares educativos de explotación de Campos Conceptuales es capaz de potenciar procesos de aprendizaje, considerando que estén fundamentados en teorías de aprendizajes aceptadas por la comunidad científica. Por eso, se cree que cuando se aplican a alumnos, en proyectos desarrollados en las clases o fuera de ellas, pueden hacer que éstos pasen de un estado de menor conocimiento para un estado de mayor conocimiento, mejorando el desempeño en Matemáticas y obteniendo progresos cognitivos.

## 1.2 CUESTIÓN CENTRAL DE LA INVESTIGACIÓN Y SU RELEVANCIA PARA LA ENSEÑANZA EN EL ÁREA DE LAS MATEMÁTICAS

El cuadro teórico para la concepción del *software* fue desarrollado con base en las Teorías de Aprendizaje de David Ausubel, de Gérard Vergnaud y de Marco Antonio Moreira. Conforme esas teorías, un concepto es gradualmente aprehendido por un individuo en la medida en la que domina muchas situaciones que hacen significativas las propiedades (invariantes) del mismo y las diferentes formas de representarlo.

La variedad de situaciones-problema utilizadas en las investigaciones y presentadas por Vergnaud son ampliamente trabajadas en las actividades del *software*, con el objetivo de ampliar el campo conceptual de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas, pues, según Vergnaud (1991, p.161), “existen varios tipos de relaciones aditivas, y como consecuencia, varios tipos de (situaciones-problema de) suma y resta”. Esta distinción es necesaria, pues cada tipo de problema implica un raciocinio diferente para ser resuelto, desencadenando la construcción de otros y atribuyendo significado a las situaciones matemáticas.

Los campos conceptuales de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas trabajadas en el *software* CIAMATE respetan un trío en el que se presenta un conjunto de situaciones-problema en las que se usan invariantes (propiedades, objetos y relaciones) que dan sentido a los conceptos de sumar, restar, multiplicar y dividir. Se utiliza un conjunto de representaciones simbólicas para representar las situaciones y los invariantes. Se trabajan ampliamente esas representaciones simbólicas (dibujos, animaciones interactivas, sonidos) en el desarrollo de ese recurso con el objetivo de facilitar el aprendizaje del alumno y servir como un medio de elevación de los conocimientos, en la medida en que propicia una etapa intermedia para que el aprendiz pueda alcanzar su objetivo de aprendizaje.

La investigación se dirige al dominio progresivo de campos conceptuales adecuados para la promoción de aprendizaje Matemático significativo de 2° a 5° curso de la enseñanza primaria y se plantea la siguiente pregunta:

- 1) *¿El software construido para el desarrollo de la investigación con las diferentes categorías de situaciones-problema de la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, cuando lo utilizan los alumnos, puede contribuir al aprendizaje significativo de los conceptos de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas?*

Con el convencimiento de que tiene que cambiar la situación en la que se encuentra la enseñanza de las Matemáticas en nuestro país, se considera que ese proyecto de investigación podrá contribuir de forma relevante para la enseñanza y la investigación en el área de Ciencias, por la posibilidad de ofrecerles a los niños brasileños una herramienta de aprendizaje que les permite la construcción y el desarrollo de competencias complejas, por el aprendizaje significativo en Matemáticas, con énfasis en el arte de construir conocimientos, en el argumento lógico, en la distinción de casos, en la crítica de los resultados obtenidos y en la constante orientación al pensamiento independiente.

De acuerdo con investigaciones realizadas por Campos & Magina (PUC-São Paulo, 2004), se constató que en Brasil, parece que los profesores no están preocupados en trabajar problemas que puedan extender el Campo Conceptual de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas de los alumnos. Muchos de ellos parece que desconocen (y es posible que la mayoría no conozca) la Teoría de los Campos Conceptuales y, por eso, se limitan a trabajar con los niños sólo una pequeña porción de situaciones, exigiendo raciocinios bastante elementales en los problemas, como en preguntas sobre cómo encontrar el todo, o cómo encontrar la parte, extendiendo el campo conceptual de los niños de forma muy tímida. Los alumnos ampliarán más su comprensión con respecto a las operaciones y aumentarán el repertorio de estrategias en la medida en que conozcan más tipos diferentes de problemas.

La disponibilidad de acceso al *software* CIAMATE, por estar en la Web y por ser gratuito, podrá ser un auxiliar para el profesor y para el alumno, en la comprensión y en la extensión del campo conceptual aditivo y multiplicativo. Podrá ser constantemente actualizado, permitiendo, en cualquier momento, la inclusión de links interesantes para los niños, además de nuevas actividades que podrá sugerir o desarrollar la investigadora u otras personas interesadas en contribuir a la mejora del aprendizaje de las Matemáticas en nuestro país.

### **1.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS**

El objetivo general de la presente tesis es, a partir de la propuesta y validación de una metodología de apoyo al proceso de aprendizaje, a través de un software educativo de resolución de situación-problema relativo a las Estructuras Aditivas y Multiplicativas, que tiene como base la Teoría de los Campos Conceptuales, de Vergnaud, del Aprendizaje Significativo, de Ausubel, y del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira, ofrecer la

oportunidad de un aprendizaje constructivo y verificar las contribuciones de ese proceso en la potenciación de aprendizajes, en el área de las Matemáticas de la enseñanza primaria, con alumnos de 2° a 5° curso.

Además del objetivo general, se desea alcanzar también los siguientes objetivos específicos:

- ▶ Ayudar al alumno en el proceso de construcción de conocimientos matemáticos.
- ▶ Desarrollar la autonomía del raciocinio, la reflexión y la creación de soluciones y situaciones favorables al aprendizaje de los conceptos matemáticos.
- ▶ Promover un aprendizaje significativo de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas en los primeros años de la enseñanza primaria.
- ▶ Disponer de datos cuantitativos y cualitativos, para socializarlos con la comunidad científica escolar, acerca de los niveles de contribución de esa metodología para la potenciación del proceso de aprendizaje en el área de las Matemáticas.
- ▶ Posibilitar el acceso al software producido en la red mundial de ordenadores.
- ▶ Crear espacios de concienciación para la comunidad escolar de la(s) escuela(s) participante(s) y de las Escuelas de la 39ª CRE que permitan reflexionar sobre la importancia del uso pleno de las tecnologías de información y de la comunicación en el proceso de aprendizaje escolar.

## **1.4 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO**

La presente tesis está organizada en siete capítulos. El Capítulo 1 es la Introducción que presenta una visión general del trabajo. En el capítulo 2 se presenta una revisión de la literatura con los resultados de la investigación relativa al análisis de cien (100) softwares educativos o aplicativos disponibles en Internet, con una sinopsis de los contenidos trabajados, idioma, licencia y dirección para *download*. El propósito de ese estudio fue identificar los contenidos presentes en las herramientas y verificar las que posibilitan la construcción de los conceptos de Estructuras Aditivas y Multiplicativas. En ese capítulo también se realiza una revisión bibliográfica a nivel nacional e internacional sobre la producción en Educación Matemática para la enseñanza primaria - años iniciales, que se fundamenta en la investigación de tesis y tesinas, elaboradas a partir de 2005.

El capítulo 3 describe el marco teórico para la fundamentación teórica de la investigación y para el análisis de los resultados recogidos. En ese capítulo se profundiza en

las cuestiones relacionadas con la Teoría de Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud, Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y Aprendizaje Significativo Crítico, de Marco Antonio Moreira.

El capítulo 4 presenta la base metodológica de la investigación y las trayectorias realizadas para recoger datos, buscar evidencias y subsidios para ayudar en la comprobación de las hipótesis y, así, responder la pregunta central de esta investigación.

La metodología de desarrollo de la investigación, con base en los estudios de Bona & Moreira (2007, 2009, 2010), consideró dos escenarios de desarrollo:

- ✓ Descripción de la metodología empleada en el desarrollo del software y de sus tareas de intervención;
- ✓ Descripción de la metodología de evaluación de las potencialidades del software en el aprendizaje de los estudiantes cuando se aplican y utilizan.

El capítulo 5 presenta la organización y presentación de los resultados del desempeño de los estudiantes en el uso de los programas del sitio CIAMATE.

El Capítulo 6 presenta el análisis y reflexión de los resultados obtenidos en los grupos de investigación de modelo experimental. Se discute el conjunto de todas las alteraciones evolutivas desde el nivel de partida hasta la evaluación final de la presente tesis, considerando la convergencia de la propuesta, teniendo como referencia los resultados de las evaluaciones presentadas en el capítulo 5 y la relación con la fundamentación teórica y conceptual del capítulo 3.

En el capítulo 7 se presentan las consideraciones finales, describiendo las exposiciones derivadas de la trayectoria de esta investigación, así como de sus resultados y algunas indicaciones para trabajos futuros.

**CAPÍTULO II**  
**REVISIÓN DE LA**  
**LITERATURA**



## **2. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **2.1 ANÁLISIS DE SOFTWARE EDUCATIVO EN LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS EN LOS PRIMEROS AÑOS DE LA ENSEÑANZA PRIMARIA<sup>1</sup>**

#### **2.1.1 Introducción**

Los avances en ritmo acelerado de la tecnología, con aparatos electrónicos de costes cada vez más bajos y en cantidades cada vez mayores, ha permitido que una amplia parcela de la población tenga acceso a esos recursos, disponibles en el mercado. Ya es común en la mayoría de las residencias el uso de ordenadores conectados a Internet y esa nueva realidad ha hecho que crezca el interés de los jóvenes por las nuevas tecnologías para informarse, comunicarse y divertirse.

Ante esa realidad de avances científicos y tecnológicos, la reacción de los niños y de los jóvenes en el ambiente escolar también es muy distinta de la que se observaba hace algunas décadas, siendo necesario repensar los objetivos básicos y los enfoques de la enseñanza de las Matemáticas para los niños. Es necesario ir más allá de la enseñanza tradicional, empleando estrategias eficientes para que puedan enfrentar nuevas situaciones y desafíos con creatividad.

Los *softwares* educativos pueden ser una notable ayuda para que el alumno adquiera conceptos en determinadas áreas del conocimiento, pues el conjunto de situaciones, procedimientos y representaciones simbólicas ofrecidas por esas herramientas es muy amplio y con un potencial que atiende buena parte de los contenidos de las asignaturas. Esas herramientas permiten ayudar a los alumnos para que les den nuevos significados a las tareas de enseñanza y al profesor le ofrece la oportunidad de planear, de forma innovadora, las actividades, de manera que atiendan a los objetivos de la enseñanza.

Un *software* será relevante para la enseñanza de las Matemáticas si su desarrollo está fundamentado en una teoría de aprendizaje científicamente comprobada y que pueda

---

<sup>1</sup> Artículo publicado en Experiencias en Enseñanza de Ciencias - V4(1), pp.35-55, 2009.

permitirle al alumno desarrollar la capacidad de construir, de forma autónoma, el conocimiento sobre un determinado asunto.

Otro aspecto relevante que hay que considerar es la construcción de los conceptos matemáticos en la organización de las tareas de aprendizaje propuestas a los niños. En este sentido, la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud puede servir de base en la construcción de *softwares*, pues dice que el desarrollo cognitivo depende en gran medida de crear situaciones y conceptualizaciones específicas. Para el autor, campo conceptual es un conjunto informal y heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y operaciones de pensamiento, conectados unos a los otros y, probablemente, entrelazados durante el proceso de adquisición (VERGNAUD, 1998). Esos campos conceptuales son recortes del mundo físico con un fuerte componente cultural asociado. Una ventaja de trabajar con la Teoría de los Campos Conceptuales en la planificación y en el análisis de situaciones de enseñanza es que se trata de una teoría que aborda el desarrollo cognitivo y el aprendizaje a partir de los propios contenidos del conocimiento y el análisis conceptual de su dominio (MOREIRA, 2002).

### **2.1.2 ¿Los *softwares* educativos pueden contribuir a la construcción del conocimiento?**

Las novedades tecnológicas y la gran variedad de *softwares* educativos disponibles en la red mundial de ordenadores pueden contribuir de forma expresiva para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje y ofrecer para el profesor diferentes y enriquecedoras alternativas didácticas auxiliares. Muchos *softwares* educacionales son una solución reveladora e interesante, pues se emplean en las más variadas situaciones, tales como simulaciones, que sustituyen sistemas físicos reales de la vida profesional y testan diferentes alternativas de optimización de sistemas. Además, también pueden contribuir al estímulo del raciocinio lógico y, por consiguiente, de la autonomía, en la medida en que los alumnos pueden levantar hipótesis, hacer inferencias y sacar conclusiones, a partir de los resultados presentados.

Los proyectos de *softwares* educacionales contienen, de forma consciente o no, opciones teóricas de enseñanza y de aprendizaje, que se distinguen por los tipos de espacios educacionales, que ofrecen en mayor o menor grado, interactividad, participación y control en la construcción del conocimiento.

Cybis (2002, p. 9) hace referencia a estudios realizados en Psicología y aborda dos escuelas: comportamentalista y constructivista. La escuela comportamentalista se centra exclusivamente en la relación entre el estímulo y el comportamiento humano observable. La

escuela cognitivista/constructivista postula la existencia y propone modelos teóricos para diversas estructuras cognitivas internas responsables del tratamiento de la información.

En los *softwares* de concepción comportamentalista, el alumno actúa de forma pasiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En ellos se observa la presencia de imágenes y mensajes en los que el alumno repite los ejercicios propuestos, siendo controlado por el mismo. El alumno es dirigido para que tome algunas actitudes frente a los estímulos que se le presentan, pero no hay una preocupación por el proceso de raciocinio. Se utilizan artificios de refuerzo como notas y elogios y, si el alumno falla en alguna actividad, no se le da la posibilidad de que pueda reflexionar y reconstruir su respuesta, ya que el mensaje sólo informa que el alumno se equivocó. Ésa es una metodología aceptada en muchas áreas pedagógicas por la facilidad de desarrollo de *softwares*.

Los *softwares* de concepción constructivistas se basan en el aprendizaje interactivo. El alumno es el centro del proceso enseñanza-aprendizaje, transformándose en un ser activo en el proceso. En esos *softwares* se tienen en cuenta el conocimiento actual del alumno y sus características para el aprendizaje.

Son relevantes las palabras de Bonilla (1995, p. 68)

... para que un *software* promueva realmente el aprendizaje debe estar integrado al plan de estudios y a las actividades de las clases, estar relacionado a lo que el alumno ya sabe y ser bien trabajado por el profesor. El ordenador no actúa directamente sobre los procesos de aprendizaje, sino que sólo le proporciona al alumno un ambiente simbólico donde éste puede razonar o elaborar conceptos y estructuras mentales, derivando nuevos descubrimientos de lo que ya sabía.

Esto muestra que es posible trabajar en una línea constructivista de aprendizaje utilizando recursos de la tecnología de información.

### **2.1.3 Softwares educativos de Matemáticas para los primeros años de la enseñanza primaria**

Existe actualmente una infinidad de materiales disponibles que fueron elaborados para trabajar contenidos en el espacio virtual como una manera de dinamizar las clases de Matemáticas, lo cual hace necesario realizar estudios y reconocer los diversos softwares educativos y su clasificación para que se puedan aplicar, con éxito, como recurso didáctico para apoyar, reforzar o complementar las clases teóricas. Se presenta a continuación, en la

Tabla1 una sinopsis de 100 *softwares* educativos de Matemáticas, para la enseñanza primaria, del primero al quinto año, disponible en Internet.

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>1. Kolobok 2.0</b>	Calcula el máximo común divisor, el mínimo común múltiplo y tiene opción de cálculos de suma, resta, multiplicación y división.	Inglés	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld49892.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld49892.htm</a>
<b>2. MatematicasD</b>	El programa pone en práctica ejercicios para aprender a contar usando bolas.	Portugués	Gratuito	<a href="http://www.oscargarcia.es/binarios/MatematicasD.zip">http://www.oscargarcia.es/binarios/MatematicasD.zip</a>
<b>3. Math-a Maze</b>	Es un juego en el que hay que encontrar la salida a través del laberinto de números y operaciones matemáticas.	Inglés	Gratuito	<a href="http://www.reasonablegames.com/ours/vb6.html">http://www.reasonablegames.com/ours/vb6.html</a>
<b>4. Mathematics 9.2</b>	Realiza operaciones básicas, conversiones, ángulos, vectores, geometría, dibujo geométrico, cálculos de área, álgebra, trigonometría, simplificación, ecuaciones, gráficos, finanzas personales, estadística, números binarios.	Inglés	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld45834.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld45834.htm</a>
<b>5. Smart Panda</b>	Un juego que mezcla la acción de plataformas con el raciocinio matemático. Para niños y adultos.	Portugués	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld37161.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld37161.htm</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>6. MathGames Level 1</b>	Aplicativo para enseñar suma y multiplicación con números que van de 1 a 12.	Inglés	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld48598.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld48598.htm</a>
<b>7. Mario The Mathematician</b>	Juego que presenta las 4 operaciones.	Inglés	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld47939.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld47939.htm</a>
<b>8. Super Brain 1.0</b>	Practica las habilidades cerebrales usando problemas lógicos con operaciones matemáticas, palabras e imágenes.	Inglés	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld41535.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld41535.htm</a>
<b>9. CD Matematicarlos-Números Decimais 1.0</b>	Presenta clases sobre números decimales. Por el hecho de ser una versión DEMO, los recursos disponibles son limitados y básicos.	Portugués	Gratuito para testar	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld29517.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld29517.htm</a>
<b>10. Formulator Tarsia 3.7</b>	Editor para crear actividades matemáticas en forma de juegos de dominós, cartas y rompecabezas. Crea problemas simples, incluyendo cálculos fáciles, fracciones, álgebra, aritmética y geometría, teoría de los números, vectores, raíz cuadrada, integrales y guarismos griegos. Es posible hacer problemas en forma de texto y dejar que el alumno complete las respuestas.	Inglés	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld42639.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld42639.htm</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>11. Math Stars</b>	Juegos matemáticos para practicar suma, resta, multiplicación y división con factores y múltiplos. El juego ofrece varios niveles de dificultad para adaptarse a niños de todas las edades.	Inglés	Gratuito para testar	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld41183.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld41183.htm</a>
<b>12. MEG 1.0</b>	Es un programa que genera cálculos matemáticos para niños hasta el 3 <sup>er</sup> curso, creando cuentas de suma, resta, multiplicación y división.	Inglés	Gratuito para testar	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld38319.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld38319.htm</a>
<b>13. Tux of the Math Command</b>	Ofrece actividades para que el usuario piense de forma rápida, desarrollando la lógica matemática y la velocidad de raciocinio.	Inglés	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld45841.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld45841.htm</a>
<b>14. Twenty Four 1.0</b>	El objetivo de ese juego es sumar 24 puntos con apenas 4 cartas. Para esto se pueden utilizar las cuatro operaciones fundamentales de las Matemáticas: suma, resta, división y multiplicación.	Inglés	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld43023.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld43023.htm</a>
<b>15. Desafíos Matemáticos 2.7</b>	Exhibe 50 evaluaciones interactivas basadas en preguntas básicas de Matemáticas.	Portugués	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld6742.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld6742.htm</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENÇA	DOWNLOADS
<b>16. Ejercicios de Matemáticas</b>	Es un <i>software</i> generador de ejercicios que trabaja sumas, diferencias, multiplicaciones, divisiones exactas, fracciones, series numéricas, porcentaje, áreas, perímetros, álgebra elemental, ecuaciones, medidas y fracciones. Los usuarios pueden escoger los ejercicios.	Español	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld48585.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld48585.htm</a>
<b>17. Multidominó 1,0</b>	Crea juegos de dominó matemático para imprimirlos. Los juegos varían de dificultad de acuerdo con la preferencia del usuario, y pueden incluir las cuatro operaciones aritméticas.	Portugués	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld41792.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld41792.htm</a>
<b>18.AddOrSubtract</b>	Tutor de Matemáticas para enseñar a hacer sumas y restas. Elabora ejercicios con números entre 1 y 1000. Hace el registro del porcentaje de aciertos, registrando las preguntas que el alumno resolvió con dificultad.	Inglés	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld42690.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld42690.htm</a>
<b>19. Math Flight 1.42</b>	El programa efectúa operaciones de suma, resta, multiplicación, división y una mezcla de todas las operaciones, usando como tema el descubrimiento de nuevos países.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld29352.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld29352.htm</a>
<b>20. Mind4Math Advanced 1.0</b>	Es un asistente para profesores que ofrece varias planillas con funciones matemáticas básicas, con ejercicios para los alumnos.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld28867.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld28867.htm</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>21. Math Homework Maker 1.0</b>	Trabaja con operaciones, conversiones de fracciones, trigonometría, geometría, estadística y álgebra.	Inglés	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld27073.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld27073.htm</a>
<b>22. Math 1</b>	Presenta las 4 operaciones básicas de las Matemáticas, incluyendo números, fracciones y números decimales.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld24286.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld24286.htm</a>
<b>23. MathQuiz 2.01</b>	Juego en el que el desafío para el niño consiste en acertar el resultado de los cálculos de multiplicación.	Inglés	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld48438.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld48438.htm</a>
<b>24. Math Practice 3.0.1</b>	Permite la resolución de operaciones con suma, resta, división, multiplicación, álgebra y guarismos romanos.	Inglés	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld48421.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld48421.htm</a>
<b>25. Mind4Math Decimals 1.1</b>	Es un asistente para profesores y padres que enseña operaciones matemáticas para los niños. Recomendado para reforzar el aprendizaje del niño.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld33856.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld33856.htm</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>26. PhET</b>	Es un conjunto de aplicativos en Java que simula diversos eventos relacionados con las Ciencias Naturales. Las simulaciones están relacionadas a las siguientes áreas: Física, Química, Biología, Ciencias de la Tierra y Matemáticas. El programa tiene algunas simulaciones en Lengua Portuguesa.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://baixaki.ig.com.br/download/PhET.htm">http://baixaki.ig.com.br/download/PhET.htm</a>
<b>27. Box &amp; Whiskers Drill 1.0</b>	Programa para enseñar Matemáticas para niños con habilidades contextuales. Los alumnos usan conjuntos de datos para construir cajas.	Inglés	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld31958.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld31958.htm</a>
<b>28. My Sudoku 1.62</b>	El My Sudoku es un creador y solucionador de rompecabezas. Es posible resolver un rompecabezas paso a paso, a través de informaciones, o resolverlo de una vez.	Inglés	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld42065.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld42065.htm</a>
<b>29. Matego 1.32</b>	Semejante al ajedrez, se juega contra un ejército donde los soldados son números y las armas operaciones básicas de Matemáticas.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld10871.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld10871.htm</a>
<b>30. Trilha Matemática 1.0</b>	Para avanzar por el camino, el jugador debe resolver expresiones Matemáticas.	Portugués	Gratuito	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=30690">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=30690</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>31. Operações Matemáticas 1.0</b>	Es una colección de cuatro juegos para practicar la resolución de las operaciones fundamentales de las Matemáticas.	Portugués	Gratuito para probar	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=35247">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=35247</a>
<b>32. Brain Challenge</b>	Es un conjunto de juegos separados en categorías como memoria, visualización, lógica, Matemáticas y concentración.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=54574">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=54574</a>
<b>33. GCompris 8.3.5</b>	Juegos con números, actividades de álgebra, enigma de los formularios, ejercicios de escalas. Ese <i>software</i> sigue la filosofía de la enseñanza behaviorista en la que cada vez que el niño ejecuta una operación correcta, recibe una recompensa en forma de puntos que permiten pasar para una fase de operaciones más complicadas.	Inglés- Tiene ayuda en Portugués.	Gratuito para probar	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=27793">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=27793</a>
<b>34. Multiplication Game 1.1</b>	Juego de multiplicación para revisar la tabla del 1 al 9.	Inglés	Gratuito	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=31552">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=31552</a>
<b>35. Memória 1.21</b>	Juego de la Memoria con operaciones matemáticas, que hay que resolver para poder formar las parejas.	Portugués	Gratuito	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=25959">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=25959</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>36. Tux Math</b> <b>Scrabble 4.0</b>	Juego educativo para la práctica de la suma, resta, división y multiplicación.	Portugués	Open source (formato código-abierto generalmente gratis) que, por definición, no perderá sus funcionalidades.	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=25215">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=25215</a>
<b>37.MathFlashcards 1.0</b>	Se usan tarjetas para realizar las operaciones de suma, resta, multiplicación y división.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=32504">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=32504</a>
<b>38. Multi Maze Mountain 2 1.2</b>	Juego que simula un laberinto en la que el niño tiene que resolver operaciones básicas hasta encontrar la puerta de salida. Tiene 8 niveles de dificultad.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=8237">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=8237</a>
<b>39. Timez Attack</b>	Juego para hacer cálculos de multiplicación.	Inglés	Gratuito	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=53950">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=53950</a>
<b>40. MatheMax Pro</b>	Presenta cálculos básicos con diversos números y operadores.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=4812">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=4812</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>41. Ma Tris</b>	Ofrece operaciones matemáticas con preguntas en inglés.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=4641">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=4641</a>
<b>42. Equilibrio 1.0</b>	Rompecabezas cuyo objetivo es encontrar los valores para los pesos de forma que el sistema alcance el equilibrio. (Par de fuerzas)	Portugués	Gratuito	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=37543">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=37543</a>
<b>43. Conexões 1.0</b>	Es un juego que consiste en relacionar los círculos numerados a través de líneas que no se pueden cruzar. El guarismo presente en cada punto indica el número de líneas que pueden partir de él.	Portugués	Gratuito	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=37387">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=37387</a>
<b>44. Números Corretos 1.0</b>	El juego rellena los espacios en blanco, con números y operadores matemáticos de tal forma que las ecuaciones obtenidas en las horizontales y verticales sean verdaderas.	Portugués	Gratuito	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=49588">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=49588</a>
<b>45. Math Men From Mars 1.0</b>	Es un juego de resolución de operaciones básicas.	Portugués	Gratuito para probar	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=32533">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=32533</a>

SOFTWARE	SINOPSE	IDIOMA	LICENÇA	DOWNLOADS
<b>46. mWorksheet</b>	Crea planillas para suma, resta, multiplicación y división, pudiendo configurar parámetros para toda planilla o para operadores. Los ejercicios son generados aleatoriamente.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=28310">http://superdownloads.uol.com.br/redir.cfm?softid=28310</a>
<b>47. A Nova Aritmética da Emília</b>	Trabaja números arábigos, romanos, cantidades, lógica matemática, instrumentos de medida del tiempo y las 4 operaciones matemáticas.	Portugués	Gratuito para probar	<a href="http://www.jacotei.com.br/software-sitio-do-picapau-a-nova-aritmetica-da-emilia-positivo.html">http://www.jacotei.com.br/software-sitio-do-picapau-a-nova-aritmetica-da-emilia-positivo.html</a>
<b>48. Ábaco</b>	Juego para componer y descomponer números en unidades, decenas, cientos y millares.	Portugués	Gratuito	<a href="http://www.somatematica.com.br/software/abaco.zip">http://www.somatematica.com.br/software/abaco.zip</a>
<b>49. Mundo da Criança</b>	Es un rompecabezas Tangran que permite crear imágenes combinando figuras geométricas; permite el reconocimiento de formas geométricas y el entrenamiento de resolución de problemas elementales usando figuras.	Portugués	Gratuito para probar	<a href="http://www.mundodacrianca.com/download/InstalarMDC.exe">http://www.mundodacrianca.com/download/InstalarMDC.exe</a>
<b>50. Cabri Geometry II Plus</b>	Trabaja contenidos de Geometría, dibuja y manipula figuras en el plano y en el espacio, de las más simples a las más complejas. Permite mover objetos, efectuar cálculos, hacer alteraciones. Concebido para profesores y para estudiantes, desde la enseñanza primaria hasta la universidad.	Inglés, Francés, Español, Italiano, Alemán, Portugués.	Gratuito para probar	<a href="http://www.cabri.com">http://www.cabri.com</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>51. Visual Class</b>	<i>Software</i> de Autoría para la creación de proyectos multimedia, como clases, exposiciones, libros electrónicos, catálogos, CDs institucionales, cursos de enseñanza a distancia y sitios en Internet. Su interfaz orientada a objetos permite crear aplicaciones multimedia, eliminando la necesidad de lenguaje de programación, haciendo el proceso de creación accesible para usuarios no especializados.	Portugués	Gratuito para testar	<a href="http://www.classinformatica.com.br">http://www.classinformatica.com.br</a>
<b>52. Math Blaster 1</b>	Juego que usa el tema educación ambiental en actividades matemáticas como secuencias numéricas, suma, resta, aproximación, multiplicación, división, fracciones, decimales o porcentajes.	Inglés	Gratuito para testar	<a href="http://www.softmarket.com.br/SoftwareDetalhe.asp?Software=447">http://www.softmarket.com.br/SoftwareDetalhe.asp?Software=447</a>
<b>53. Aprendo Matemática</b>	Las actividades están incluidas en un contexto: "Paseo en el Parque" y "Cofre Automático", con cerca de 200 problemas ya elaborados y posibilita que el profesor cree problemas nuevos. Permite también elegir las cuatro operaciones y la combinación de las mismas.	Portugués	Gratuito para testar	<a href="http://www.softmarket.com.br/Demonstrativos.asp?Software=404">http://www.softmarket.com.br/Demonstrativos.asp?Software=404</a>
<b>54. Coleção Coelho Sabido</b>	En las cuatro series se presentan actividades con diferentes niveles de habilidad en: Matemáticas, Lenguaje, Ciencias, vocabulario, ortografía, lógica y raciocinio y creatividad.	Portugués	Gratuito para testar	<a href="http://www.softmarket.com.br/Demonstrativos.asp?Software=404">http://www.softmarket.com.br/Demonstrativos.asp?Software=404</a>
<b>55. Fraction Calculator and Cheat 1.0.4</b>	Es una calculadora que trabaja con fracciones, realizando las cuatro operaciones aritméticas básicas y presentando el resultado en la forma de fracción. El programa tiene un sistema de ayuda para que el usuario comprenda cómo se realizan las operaciones con fracciones.	Inglés	Gratuito para testar	<a href="http://www.download.com/Fraction-Calculator-and-Cheat/3000-2053_4-10032960.html?tag=mncol">http://www.download.com/Fraction-Calculator-and-Cheat/3000-2053_4-10032960.html?tag=mncol</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>56. Gerador de MDC e MMC</b>	Planilla que calcula el máximo común divisor (MCD) y el mínimo común múltiplo (MCM) de los valores presentados.	Portugués	Gratuito	<a href="http://www.somatematica.com.br/">http://www.somatematica.com.br/</a>
<b>57. Multiplication Master 2.1</b>	Sirve para practicar la tabla de multiplicar.	Inglés	Gratuito	<a href="http://www.somatematica.com.br/">http://www.somatematica.com.br/</a>
<b>58. The Illogical Journey of Orez</b>	Es un juego con desafíos de lógica y problemas matemáticos con una propuesta lúdica y divertida.	Inglés	Gratuito	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/the-illogical-journey-of-orez.htm">http://www.baixaki.com.br/download/the-illogical-journey-of-orez.htm</a>
<b>59. Quick Math</b>	Es un juego que sirve para testar el raciocinio con relación a las cuentas básicas de Matemáticas: suma, resta, multiplicación y división.	Inglés	Gratuito	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/quick-math.htm">http://www.baixaki.com.br/download/quick-math.htm</a>
<b>60. Kitsune 2.0</b>	Es un juego en el que se deben crear varias cuentas de suma, resta, división y multiplicación para llegar a un resultado específico. El usuario puede usar las cuatro operaciones para obtener el valor del desafío.	Inglés	Gratuito	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/kitsune.htm">http://www.baixaki.com.br/download/kitsune.htm</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>61. Math Ninja 1.01</b>	Es un juego de raciocinio matemático para desarrollar la habilidad para hacer cálculo mental. Trabaja con números naturales y enteros.	Inglés	Gratuito	<a href="http://www.baixaki.com.br/site/dwnld48426.htm">http://www.baixaki.com.br/site/dwnld48426.htm</a>
<b>62. mBasics 1.0</b>	Ese <i>software</i> hace <i>worksheets</i> de Matemáticas para suma, resta, multiplicación y división, colocando parámetros.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/mbasics.htm">http://www.baixaki.com.br/download/mbasics.htm</a>
<b>63. Flash Math 1.04</b>	Es una metodología de enseñanza que tiene como objetivo crear un espacio de reflexión y problematización usando la innovación de los ordenadores. Presenta ejercicios con escalas apropiadas para niños.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/flash-math.htm">http://www.baixaki.com.br/download/flash-math.htm</a>
<b>64. Penny Penguin`s Math Bingo (32-bit) 3.1</b>	Hace revisión de algunos contenidos básicos de Matemáticas.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/penny-penguin-s-math-bingo-32-bit-3-1.htm">http://www.baixaki.com.br/download/penny-penguin-s-math-bingo-32-bit-3-1.htm</a>
<b>65. Matrix Sudoku 2.1</b>	Es un juego numérico para perfeccionar su raciocinio lógico y matemático. Posee 3 niveles diferentes de dificultad: fácil, medio y difícil.	Inglés	Gratuito	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/matrix-sudoku.htm">http://www.baixaki.com.br/download/matrix-sudoku.htm</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>66. Big Math Attack (32-bit) 2.50</b>	Juego de habilidades usando Matemáticas.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/big-math-attack-32-bit-2-50.htm">http://www.baixaki.com.br/download/big-math-attack-32-bit-2-50.htm</a>
<b>67. Aprendendo a Contar 2.1.7</b>	El juego presenta tres niveles de dificultad: el primero exhibe sumas con resultado hasta 9, el segundo hasta 30 y el tercero sumas de resultado hasta 50. En cada uno de ellos se exhiben figuras animadas.	Portugués	Gratuito para probar	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/aprendendo-a-contar.htm">http://www.baixaki.com.br/download/aprendendo-a-contar.htm</a>
<b>68. Dino Trilogy 4.0</b>	Son 3 juegos para niños de 5 a 12 años: Dino Match (para la memoria), Dino Numbers (habilidades matemáticas) y Dino Spell (práctica de palabras). Cada juego tiene 3 grados de dificultad.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/dino-trilogy.htm">http://www.baixaki.com.br/download/dino-trilogy.htm</a>
<b>69. Evaluating Crossnumber Puzzles 1.0</b>	Es un solucionador de rompecabezas con la evaluación de expresiones. Usa sólo números naturales.	Inglés	Gratuito	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/evaluating-crossnumber-puzzles.htm">http://www.baixaki.com.br/download/evaluating-crossnumber-puzzles.htm</a>
<b>70. Strange Attractors 2</b>	Es un juego que hace uso de las leyes de la Física y de las Matemáticas. El usuario puede aumentar o disminuir la gravedad a su alrededor, la simulación física del juego permite utilizar la ley de atracción gravitacional.	Inglés	Gratuito para probar	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/strange-attractors-2.htm">http://www.baixaki.com.br/download/strange-attractors-2.htm</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>71. Imagine</b>	El Imagine es un <i>software</i> de Autoría de Lenguaje de Programación LOGO que realiza gráficos y animaciones. Permite la creación de proyectos multimedia, presentaciones para clases, exposiciones, libros electrónicos con animación e interacción, catálogos, CDs institucionales y educativos y ambientes de simulación.	Portugués	Gratuito para testar	<a href="http://www.imagine.etc.br/imagine/demo.htm">http://www.imagine.etc.br/imagine/demo.htm</a>
<b>72. Xlogo</b>	Es un software de lenguaje LOGO ideal para personas que quieren iniciar sus conocimientos más elementales en programación. A través de comandos pre-definidos, es posible realizar innumerables actividades.	Alemán, árabe, francés, inglés, español, portugués, galés y esperanto.	Gratuito	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/xlogo.htm">http://www.baixaki.com.br/download/xlogo.htm</a>
<b>73. SuperLogo</b>	La interacción con el ambiente LOGO es a través de un cursor en formato de tortuga que obedece a los comandos que le da el usuario. Para elaborar los programas, el usuario le “enseña” a la tortuga, siendo posible desarrollar proyectos en cualquier área de conocimiento.	Portugués	Gratuito	<a href="http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/software/slogo30.zip">http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/software/slogo30.zip</a>
<b>74. KTurtle</b>	El KTurtle es un programa libre que rueda en ambiente KDE (sistema operacional Linux). No es exactamente un programa LOGO, pero fue idealizado para iniciantes o para personas que disponen de ordenadores con pocos recursos.	Inglés	Gratuito	<a href="http://br.geocities.com/projetologo/logo/kturtle.html">http://br.geocities.com/projetologo/logo/kturtle.html</a>
<b>75. Elica</b>	El Elica es una implementación para el lenguaje LOGO que ofrece la posibilidad de desarrollar animaciones tridimensionales con diferentes objetos. Ese recurso puede ser utilizado en diferentes contextos: modelos virtuales animados, visualización matemática, juegos y otros.	Inglés	Gratuito	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/elica.htm">http://www.baixaki.com.br/download/elica.htm</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>76. Ábaco</b>	El ábaco electrónico es un manipulador que se puede utilizar para efectuar operaciones aritméticas.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_1_96_g_2_t_1.html?open=activities">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_1_96_g_2_t_1.html?open=activities</a>
<b>77. Ábaco de Fichas</b>	Manipulador electrónico, que sirve para representar valores de posición y hacer cambios entre las bases 2, base 5 y base 10.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_2_09_g_2_t_1.html?open=activities">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_2_09_g_2_t_1.html?open=activities</a>
<b>78. Árbol de Factores</b>	Manipulador electrónico que permite construir la descomposición en factores primos para dos números. Después, es posible identificar el mínimo común múltiplo y el máximo común divisor.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_2_02_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_2_02_g_2_t_1.html</a>
<b>79. Barra de Fracciones</b>	Este manipulador electrónico les permite a los estudiantes trabajar conceptos matemáticos, desde la suma y la resta de números enteros hasta la multiplicación y división. También permite trabajar con fracciones.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_2_03_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_2_03_g_2_t_1.html</a>
<b>80. Bloques de Base</b>	Los bloques de base permiten representar el valor posicional de los números permitiendo conocer los algoritmos de la suma y de la resta.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_1_52_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_1_52_g_2_t_1.html</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>81. Círculo 0, 21, 3, 99.</b>	Rompecabezas que permite sumar y restar números enteros positivos y negativos, de modo que la suma sea cero, veintiuno, tres y noventa y nueve.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_122_g_2_t_1.html?open=instrucciones">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_122_g_2_t_1.html?open=instrucciones</a>
<b>82. Diagrama de Venn</b>	Este <i>software</i> presenta tres conjuntos que se pueden usar para representar las operaciones de Unión y Intersección de conjuntos.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_153_g_2_t_1.html?open=instrucciones">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_153_g_2_t_1.html?open=instrucciones</a>
<b>83. Diffy</b>	Diffy es un <i>software</i> para la enseñanza de la operación substracción. El estudiante debe encontrar la diferencia entre dos números (número mayor menos número menor).	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_326_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_326_g_2_t_1.html</a>
<b>84. Dinero</b>	El propósito de este <i>software</i> es ayudar a los estudiantes a familiarizarse con el dinero de los Estados Unidos, tanto monedas como billetes.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_325_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_325_g_2_t_1.html</a>
<b>85. División Rectangular</b>	Ese <i>software</i> sirve para trabajar y practicar divisiones y multiplicaciones usando imágenes.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_193_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_193_g_2_t_1.html</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>86. Estacas</b>	Este <i>software</i> es un rompecabezas virtual de lógica.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_182_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_182_g_2_t_1.html</a>
<b>87. Fichas de color para Suma y Resta.</b>	Este <i>software</i> tiene el objetivo de desarrollar el significado de combinar y operar números enteros positivos y negativos.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_161_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_161_g_2_t_1.html</a>
<b>88. Fracciones – Suma.</b>	Reconoce formas equivalentes de fracciones. Es posible también crear operaciones aritméticas con fracciones.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_106_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_106_g_2_t_1.html</a>
<b>89. Graficador.</b>	Permite estudiar el comportamiento de las funciones de forma gráfica.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_109_g_2_t_1.html?open=activities">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_109_g_2_t_1.html?open=activities</a>
<b>90. Gráfico de barras.</b>	Con este <i>software</i> es posible representar datos, mostrar el cálculo de porcentajes.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_323_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_323_g_2_t_1.html</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>91. Mastermind</b>	Ese aplicativo virtual es una versión de un juego de lógica para desarrollar y evaluar pruebas y argumentos lógicos.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_179_g_2_t_1.html?open=instruccions">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_179_g_2_t_1.html?open=instruccions</a>
<b>92. Multiplicación Rectangular</b>	Este <i>software</i> presenta tres algoritmos diferentes para explicar el proceso de la multiplicación de números enteros.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_192_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_192_g_2_t_1.html</a>
<b>93. Multiplicación Rectangular de Enteros.</b>	Este <i>software</i> permite la multiplicación de Enteros positivos y negativos.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_322_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_322_g_2_t_1.html</a>
<b>94. Patrones de colores</b>	Clasifica objetos por patrones de colores.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_184_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_184_g_2_t_1.html</a>
<b>95. Porcentaje</b>	Con este <i>software</i> se pueden descubrir relaciones entre fracciones, porcentajes y decimales.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_160_g_2_t_1.html?open=activities">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_160_g_2_t_1.html?open=activities</a>

SOFTWARE	SINOPSIS	IDIOMA	LICENCIA	DOWNLOADS
<b>96. Reta Numérica-Aritmética</b>	Identifica y usa relaciones entre las operaciones, utilizando diferentes métodos para el cálculo. Desarrolla combinaciones de números para multiplicación y división.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_197_g_2_t_1.html?open=activities">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_197_g_2_t_1.html?open=activities</a>
<b>97. Padrão de Números</b>	Ese <i>software</i> les permite a los estudiantes hacer el reconocimiento de patrones simples en secuencias numéricas.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_185_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_185_g_2_t_1.html</a>
<b>98. Recta Numérica de Barras</b>	Ese manipulador virtual utiliza barras ajustables coloreadas para representar las operaciones de suma, resta, multiplicación y división en la recta numérica.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_180_g_2_t_1.html?open=activities">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_180_g_2_t_1.html?open=activities</a>
<b>99. Recta Numérica Saltos.</b>	Ese <i>software</i> se puede usar para visualizar operaciones en la recta numérica y crear expresiones numéricas para representar la secuencia de operaciones.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_107_g_2_t_1.html">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_107_g_2_t_1.html</a>
<b>100. Rompecabezas</b>	Este <i>software</i> crea problemas que requieren colocar números dentro del diagrama de manera que la suma de los números en cada línea sea igual a un número dado.	Inglés, Francés y Español.	Gratuito para testar.	<a href="http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_157_g_2_t_1.html?open=instructions">http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_157_g_2_t_1.html?open=instructions</a>

Tabla 1 – Sinopsis de softwares educativos que estaban a disposición en internet en 2008.

### 2.1.4 Consideraciones finales sobre los análisis de softwares

Los *softwares* presentados son una ilustración del tipo de material que está a disposición en la red, para escuelas y educadores. De todos los modelos analizados, solamente los de lenguaje de programación LOGO (Superlogo, Xlogo, Kturtle, Elica, Imagine) hacen referencia al uso de teorías constructivistas. Los demás no hacen referencia a ninguna teoría de aprendizaje que los fundamente, llevando a creer que el objetivo principal es la simple comercialización, sin una preocupación mayor por esa información, posiblemente considerada innecesaria.

Hay que destacar también que la cantidad de *softwares* existente para la enseñanza mediada por ordenador es muy grande. Por este motivo, consideramos apenas los *softwares* disponibles en Internet, que no suponen la totalidad de la oferta. El análisis no es, ciertamente, exhaustivo; pero pretende destacar características de interés en el contexto de las Matemáticas para los primeros años de la enseñanza primaria.

La muestra investigada presenta características heterogéneas. No son pocos los softwares que son resultado de traducciones de otros idiomas, sin adaptaciones a las características de nuestra realidad. Otros también se limitan a utilizar algún personaje de éxito o del cine. En muchos softwares, no hay una concepción pedagógica clara y mucho menos se basan en una teoría de aprendizaje.

Con relación a los 100 softwares analizados, se observaron los siguientes resultados:

- 71 softwares se presentan en inglés, de éstos sólo 3 presentan soporte en Lengua Portuguesa.

Los educadores, que creen que Internet es una posible solución para parte de los problemas relativos a la educación en Brasil, enfrentan la exclusión digital debido a la falta de conocimiento de lenguas extranjeras, lo cual dificulta el uso de la mayoría de los *softwares* disponibles en la red. Según lo observado, la mayoría de las páginas y *softwares* existentes se encuentra en inglés o en otras lenguas diferentes del Portugués, por tanto, no se adaptan a la realidad de los niños y profesores brasileños.

- 58 presentan Estructuras Aditivas y Multiplicativas, pero las actividades trabajadas, en su gran mayoría, son simples cuentas repetidas y sin significado, sin ninguna preocupación por proponer situaciones en las que las operaciones tengan sentido. Los campos conceptuales son trabajados de forma muy superficial en las dos estructuras. La aditiva se limita a situaciones de composición de medidas (parte y todo) y transformaciones; la multiplicativa generalmente se limita a trabajar algunas

situaciones de isomorfismo de medidas, generalmente las que requieren sólo multiplicación. Esa pequeña porción del campo conceptual de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas trabajadas en los *softwares* no permite que los mismos sean muy relevantes para facilitar la construcción de conceptos, pues las actividades carecen de un vasto campo de situaciones y de significados.

Conforme Magina (2001), uno de los aspectos que se pueden observar es la posibilidad de que el *software* haga emerger un conjunto de estrategias eficaces y conocimientos relevantes sobre el campo conceptual que supone el *software*. Un buen *software* para aprendizaje de los conceptos debe disponer de significativa variedad de ejercicios, discutir diferentes enfoques y representaciones de los conceptos involucrados, además de presentar articulación entre ellos.

- 57 de los *softwares* examinados exigen licencia, es decir, no son gratuitos. Se observa también que son pocos los *softwares* brasileños o adaptados para el uso en Brasil que no tienen un coste financiero.

Estas informaciones pueden orientar al profesor de 1° a 5° curso de la enseñanza primaria en la elección de un *software* y en su uso, aun cuando los softwares se limiten a algunos pocos elementos del campo conceptual.

## **2.2 LA PRODUCCIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA PARA LA ENSEÑANZA FUNDAMENTAL - AÑOS INICIALES, EN TESIS Y DISERTACIONES**

### **2.2.1 Introducción**

Esa revisión bibliográfica se fundamenta en la investigación de tesis y disertaciones, desarrolladas a partir del año 2005 hasta el año 2010 en Brasil. La investigación fue realizada en la herramienta “búsqueda” en la relación de tesis y disertaciones de Máster y Doctorado en Educación Matemática, organizadas por la Revista Zetetiké de la Facultad de Educación Matemática de la UNICAMP, en el banco de tesis y disertaciones de la Universidad Federal de Río Grande do Sul - UFRGS, en el banco de tesis y disertaciones de la Capes y en el Portal Dominio Público del Gobierno Federal. De un universo de aproximadamente 992 trabajos pertenecientes al área de Educación Matemática, 51 fueron seleccionados para componer este

trabajo de investigación por pertenecer a los años iniciales de la enseñanza primaria y se dirigen a la enseñanza y aprendizaje de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas.

Así, el presente trabajo presenta los resultados de la investigación en 51 tesis de Máster o Doctorado, apuntando cuáles son los temas abordados, los referenciales teóricos y los procedimientos metodológicos utilizados por los profesores para el desarrollo del contenido de enseñanza de esas investigaciones. Se investiga también si hubo implantación e incorporación de la construcción del conocimiento en las actividades de enseñanza de ese contenido. Conocer el actual escenario en el que se desarrollan las investigaciones en enseñanza-aprendizaje permite dirigir nuevas investigaciones, teniendo en cuenta el perfeccionamiento del aprendizaje de las Matemáticas.

El proceso de constante reflexión sobre las prácticas cotidianas por parte del profesor influye fuertemente en el desarrollo de su trabajo con los alumnos.

El profesor, al realizar su trabajo, se apoya en los conocimientos disciplinares, didácticos y pedagógicos adquiridos en su escuela de formación y en los conocimientos del plan de estudios vehiculados en programas y libros didácticos. En Tardif (2000), los saberes que componen la docencia son: el conocimiento del contenido específico, el conocimiento pedagógico general, el conocimiento pedagógico del contenido que incluye la experiencia, el conocimiento de los alumnos y sus características y conocimiento del contexto educacional y de los fines educacionales.

En Rodrigues (2006, p. 65), el perfil del profesor que actúa en los primeros años de la enseñanza primaria de nuestro país, es delineado como generalmente polivalente (da clases de todas las materias para enseñanza primaria) y es graduado en escuelas de Magisterio o en cursos de Pedagogía, con una formación pedagógica y de los contenidos profesionales en algunos casos superficial y/o insuficiente, y tiene el libro didáctico como una de las fuentes principales para orientar su práctica.

El trabajo en las clases exige que el profesor busque constantemente estrategias que hagan viable el aprendizaje de los alumnos con relación a los conocimientos que desea que construyan los mismos. El profesor tiene que ofrecer y organizar situaciones que ayuden a los alumnos a avanzar en la construcción y ampliación de sus conceptos, permitiéndoles así la apropiación de conocimientos nuevos y significativos.

## 2.2.2 Breve caracterización y análisis de las investigaciones dirigidas a la enseñanza primaria del 1° al 5° curso producidas en Brasil en el período de 2005-2010

Presentamos a continuación una sinopsis de la producción científica de los investigadores en educación matemática brasileños del período 2005 a 2010

:

---

<i>1) BRANDT, Célia Finck (2005)</i>	<i>Contribuciones de los registros de representación semiótica en la conceptualización del Sistema de Numeración.</i>	<i>Universidade Federal de Santa Catarina Doctorado</i>
--	---	---

---

El presente trabajo investiga, en niños de 3° y 4° de la enseñanza primaria, las formas de organizar y proponer, en el proceso de enseñanza, situaciones que les permitan a los alumnos comprender el Sistema de Numeración Decimal como forma de comunicación y de registro de la medida de un conjunto expresada por un número, a través de la aplicación de secuencias de enseñanza; pretende atribuir sentido y significación a los registros de representación del número que vehiculan la estructura del Sistema de Numeración Decimal.

Las tareas de la situación de enseñanza propuesta son de naturaleza mono-funcional (permiten tratamientos algoritmizables) y pluri-funcional (no permite tratamientos algoritmizables) con registros de representación discursivos. La fundamentación se dio en las relaciones entre significantes y significados y conversión que comprenden el fenómeno de la congruencia y no congruencia de Duval (1995).

En las diversas tareas propuestas, los sujetos tenían que contar fichas, anotar el valor en un papel y circular, en escritura arábica, el número de fichas correspondientes a cada dígito de la representación de acuerdo con su valor relativo. También, después de contar las figuras dibujadas en una hoja, ora dispuestas linealmente ora dispuestas aleatoriamente o en forma rectangular, tenían que proceder de la misma forma: circular figuras dibujadas para cada guarismo de la escritura arábica de acuerdo con su valor relativo, realizar una operación mental de suma, con reserva, de números de dos guarismos y una resta en el papel, con reserva, justificando la necesidad del préstamo.

En las tareas de la situación de enseñanza propuestas se utilizaron los planes apuntados por Vergnaud (1991): el plan de los objetos, el plan de los conjuntos, el plan de los cardinales de los conjuntos y el plan de las representaciones escritas. El plan de los objetos y de los conjuntos contempla actividades de las operaciones de suma, según el itinerario de los dedos “cardinalizados” alrededor de agrupaciones de 10, identificados en las palabras que

representan los números y en las representaciones por guarismos. El plan de los cardinales de los conjuntos contemplaba actividades de comparación, interpretación y ordenación a través de las palabras que representan los números y de sus representaciones por medio de guarismos, evidenciando las unidades, decenas, cientos y millares. El plan de las representaciones escritas contempló actividades dirigidas a los modelos de organización de las palabras que representan los números y de las representaciones por guarismos, actividades dirigidas a la búsqueda de regularidades y actividades centradas en las operaciones aritméticas. En este plan se consideró la teoría de representaciones de Duval (1995), en lo que se refiere a las relaciones entre significantes y significados y las actividades de producción, tratamiento y conversión, enfrentando el fenómeno de congruencia y de no congruencia.

Se pudo comprobar que los niños investigados nombran los números en una secuencia correcta, asocian esos nombres a las cantidades, resuelven operaciones de suma y resta con utilización de algoritmos estandarizados. Pero los argumentos utilizados por los niños para justificar su desempeño, revelan su incomprensión del Sistema de Numeración Decimal como un todo.

---

<b>2) GOLBERT, Clarissa Seligman (2005)</b>	<b>Esquemas Multiplicativos: los orígenes de la multiplicación en alumnos de la enseñanza primaria</b>	<b>Universidade Federal do Rio Grande do Sul Doctorado</b>
---	--	--

---

Se trata de un estudio experimental, descriptivo, en el que se realizaron entrevistas clínicas de los alumnos de 3º, 4º y 5º curso, con el objetivo de distinguir los esquemas multiplicativos ya elaborados, de los que están en vías de elaboración y de los que no están elaborados. Se realizó un análisis de cómo tiene lugar el avance de los conceptos implícitos de multiplicación, relacionados con las secuencias numéricas iniciales para el esquema interactivo de multiplicación, relacionado con la coordinación parte-todo, con la reversibilidad.

Los fundamentos teóricos, en su mayor parte, se recogieron en la Epistemología Genética. En ese sentido, se estudiaron, especialmente, las raíces epistemológicas del conocimiento matemático, la naturaleza y el papel de la abstracción reflexiva y la toma de conciencia.

Las entrevistas clínicas abarcaron la investigación de los esquemas de secuencias numéricas, de unidades compuestas, pre-multiplicativos y de los esquemas multiplicativos.

Las tareas de enseñanza realizadas por los alumnos permitieron el uso intenso de los dedos, con cuentas orales, material manipulador, grupo de fichas.

Los resultados mostraron que:

- El desarrollo de la multiplicación se inicia con esquemas de secuencias numéricas, pasa por los esquemas de unidades compuestas y esquemas pre-multiplicativos, hacia los esquemas multiplicativos.
- La falta de esquemas previos compromete el desarrollo de los esquemas multiplicativos.
- Los primeros esquemas multiplicativos, relacionados con las secuencias numéricas iniciales, implican el uso intenso de los dedos, contando uno a uno; cuando los niños utilizan esquemas de secuencias numéricas implícitas, la utilización de los dedos disminuye progresivamente, hasta que su uso se vuelve imperceptible. Por fin, los esquemas se consolidan.
- Los niños dan respuestas inmediatas, sin hacer uso de los dedos para contar o sumar. Van directamente a la multiplicación, utilizando esquemas de secuencias numéricas explícitas.

---

**3) GUIMARÃES, Sheila** *Problemas de suma en los manuales de* **Universidade**  
**Denize (2005)** *Matemáticas utilizados como materiales* **Federal de**  
*didácticos: relación entre frecuencia y* **Santa Maria**  
*desempeño.* **Máster**

---

La investigación tuvo como objetivo hacer un estudio de los problemas del 3º curso de la enseñanza primaria presentados en el libro didáctico *Vivência e Construção*, de Luiz Roberto Dante y en el material didáctico de la Sociedad Educacional Positivo, con el objetivo de identificar los problemas de suma presentados por ambos, comparándolos a la relación elaborada por Vergnaud (1990), analizar su resolución por parte de los alumnos con el objetivo de identificar en qué tipos de problemas presentaban dificultades, así como los probables aspectos, de orden cognitivo o didáctico, que los condicionan.

Participaron en la investigación 54 alumnos del tercer curso pertenecientes a una escuela pública y a dos escuelas particulares de Campo Grande/M.S. La aplicación colectiva tuvo lugar sin que los alumnos tuviesen conocimiento del contenido de los problemas; sólo se les informaba que se trataba de una actividad individual que contenía problemas de Matemáticas. En una segunda etapa, después de la aplicación colectiva del examen, se seleccionaron 9 alumnos de cada escuela formando un grupo de 27 alumnos, que correspondía

a la mitad de los alumnos que realizaron la prueba colectiva. Para elegir los alumnos en esa etapa no se estipuló ningún criterio, bastaba que hubieran hecho la prueba colectiva. Se entregó un examen que contenía los mismos problemas de la etapa colectiva, donde se repitieron las recomendaciones para la resolución. Los alumnos tenían como libro didáctico *Vivência e Construção*, de Luiz Roberto Dante o el material didáctico de la Sociedad Educativa Positiva. No se les aplicó ninguna acción pedagógica o metodología a los alumnos para superar el problema de la identificación de la operación necesaria para resolver los problemas y los factores asociados a ese problema.

Mediante una entrevista clínica, los alumnos pudieron explicitar su pensamiento durante la resolución de los problemas, informando: cómo pensaron para resolver el problema; cuál era la pregunta que debía ser respondida y cuál la respuesta encontrada; cómo podrían saber si la resolución presentada respondía a la pregunta del problema y si éste permitía una resolución alternativa. Durante la entrevista, los alumnos pudieron realizar alteraciones en las soluciones presentadas, conforme percibían alguna irregularidad.

Los resultados mostraron que:

- Los alumnos registraron adición y efectuaron sustracción, sin hacer conexión entre el cálculo mental y el algoritmo registrado.
- La mayor dificultad estaba relacionada al cambio de la operación en el momento de la resolución.
- El índice de aciertos fue menor en los problemas pertenecientes a las siguientes relaciones: transformación de estados, comparación de estados y composición de dos transformaciones.
- El grado de dificultad pasó a ser mayor cuando los problemas presentaron incoherencia entre la operación que había que realizar y los verbos o expresiones que daban la información;

En síntesis, el éxito de los alumnos en la resolución de problemas parece que dependía, en parte, de la naturaleza de las relaciones involucradas y, en parte, de la metodología de trabajo practicada por el profesor. La elección del material didáctico no fue suficiente para formar buenos solucionadores de problemas, teniendo en cuenta que escuelas que utilizaban el mismo material presentaron desempeño diferente.

---

<i>4) LIMA, Rosana Catarina Rodrigues de (2005)</i>	<i>Introduciendo el concepto de media aritmética en el 4º curso de la enseñanza primaria, usando el ambiente computacional</i>	<i>Pontificia Universidade Católica de São Paulo-Máster</i>
---	--	---

---

El objetivo del estudio fue investigar la introducción del concepto de media aritmética con base en el uso de las representaciones gráficas y con la ayuda del ambiente computacional, en el que se usó el software Tabletop. Para alcanzar este objetivo, se realizó un estudio casi-experimental con alumnos de 4° de la enseñanza primaria de una escuela pública, del gobierno del Estado, en la ciudad de São Paulo.

Las actividades que constituyeron la intervención de enseñanza se ajustaron a la Teoría de los Campos Conceptuales propuesta por Vergnaud. Para la elaboración de las actividades se tomaron como base los niveles de comprensión de gráficos propuestos por Curcio y las propiedades de media aritmética propuestas por Strauss y Bichler. Las actividades de intervención de enseñanza se desarrollaron en ambiente computacional, con el objetivo de introducir el concepto de media aritmética y desarrollar la lectura e interpretación de gráficos, respondiendo a la siguiente pregunta: “¿Cuáles son las contribuciones de la intervención de enseñanza propuesta para la introducción del concepto de media aritmética en alumnos de 4° de la enseñanza primaria, con el uso del ambiente computacional?”

Se concluyó que el empleo del software Tabletop favoreció la introducción al concepto de media aritmética basada en la representación gráfica, ya que le permitió al alumno descubrir propiedades y las relaciones que implica el Campo Conceptual constituido por la lectura e interpretación de gráficos y medias aritméticas.

---

<i>5) Oliveira, João Andrade de (2005)</i>	<i>“La enseñanza – aprendizaje de las Matemáticas en 4° de la enseñanza primaria de las escuelas públicas: estudio de caso del Ibura”</i>	<i>Universidade Federal de Pernambuco Máster</i>
--	---	--

---

Este trabajo es un estudio evaluativo y comparativo de la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas en 4° de la enseñanza primaria de las escuelas de administración municipal y de las escuelas del gobierno del Estado de Recife: estudio de caso del Ibura. El objetivo principal fue verificar y analizar las causas del bajo rendimiento escolar de la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas de las escuelas municipales y del Estado.

La investigación se realizó a través de entrevistas, con un cuestionario aplicado a los profesores para identificar la propuesta de trabajo que se estaba viviendo en cada clase. Se verificó que, muchas veces, no se están utilizando debidamente las propuestas que hacen que haya realmente enseñanza. Además, se les aplicó a los alumnos un test evaluativo sobre el uso y la aplicación de las cuatro operaciones básicas, realizadas en 10 clases de las escuelas estudiadas.

Se observó que muchas veces las Matemáticas enseñadas se basan en reglas, exigiendo en determinados momentos, una gran cantidad de memorización para almacenar datos, reglas, textos y formularios.

Mediante esas consideraciones, se aplicó el test de Fisher al resultado de los valores del “Enfoque Pedagógico” y se identificó que los profesores aún utilizan indebidamente las propuestas tradicionales de la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas, no incorporando totalmente las ventajas de la nueva propuesta de la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas. El autor desea que este trabajo contribuya a la formación de los educadores y educados y que los lleve a pensar, reflexionar, resumir, analizar y aplicar sus sugerencias de propuesta de enseñanza-aprendizaje, de manera que pueda agregar valor a los proyectos educativos.

---

<b>6) DONINI, Rafaella (2005)</b>	<b><i>Identificando comportamientos pre-requisitos para la enseñanza de la adición y de la sustracción.</i></b>	<b><i>Pontificia Universidade Católica de São Paulo- Máster</i></b>
---------------------------------------	---	---

---

La presente investigación tuvo el objetivo de construir una secuencia de comportamientos pre-requisitos para la enseñanza de la suma y de la resta, a través de un instrumento que describe el desempeño de los niños en tareas que suponen comportamientos identificados en la secuencia.

La construcción de la secuencia de comportamientos fue realizada a partir de la comparación de los comportamientos propuestos en el “Referencial Curricular Nacional” para la Educación Infantil (1998), el cual orienta la enseñanza de niños de instituciones de educación infantil, y en los “Parámetros Curriculares Nacionales” para la enseñanza primaria (2000). La secuencia estaba compuesta por comportamientos que incluían la relación entre números hablados, cantidades y numerales, comparaciones entre cantidades y numerales, ordenación de cantidades y numerales en las secuencias creciente y decreciente y los signos de la suma y de la resta.

Las tareas que testaron tales comportamientos suponían discriminaciones simples, discriminaciones no condicionales, condicionales y respuesta construida. El instrumento compuesto por las tareas se elaboró partiendo de las recomendaciones hechas en el *Referencial Curricular* y en los *Parámetros Curriculares Nacionales* de que: se trabajen en la escuela las situaciones informales vividas diariamente por los niños y que los conceptos enseñados se trabajen en el contexto diario y social. Procurando atender esas recomendaciones, las tareas presentadas incluían juegos y otras actividades diarias vividas por

un grupo de personajes infantiles. En algunas tareas se usaron también figuras, numerales o signos gráficos impresos en papel, que estaban diseminados sobre la mesa. En las hojas con las tareas, había figuras impresas, conjuntos de figuras, numerales y / o signos gráficos.

El instrumento construido a partir de la secuencia de comportamientos fue testado en: un niño de la educación infantil, en uno del primer ciclo de la enseñanza primaria y en otro del segundo ciclo. Los estímulos usados en cada tarea se imprimían en hojas de papel.

Se observó que el instrumento, aunque tuviese algunas de sus tareas reformuladas, fue útil al identificar dimensiones irrelevantes del estímulo que controlaron respuestas correctas e incorrectas de los niños, control que frecuentemente pasa desapercibido por profesores en las clases, al identificar que los errores se concentraron en comportamientos que incluían valores numéricos superiores a tres y en comportamientos complejos que suponían el entrelazamiento entre el concepto de número y algún otro concepto.

---

<b>7) LAUTERT, Síntria Labres (2005)</b>	<b><i>Las dificultades de los niños con la división: un estudio de intervención.</i></b>	<b><i>Universidade Federal de Pernambuco Doctorado</i></b>
--	--	--

---

Investigaciones en Psicología Cognitiva y en Educación Matemática apuntan las dificultades que tienen los niños con relación al concepto de división. Este trabajo investigó el efecto de una intervención específica sobre el concepto de división. Participaron inicialmente de esta investigación 206 niños de 3° de la enseñanza primaria que se sometieron a un pretest general con doce problemas de división y solamente se incluyeron en este estudio los niños que presentaron dificultades con este concepto.

Definida la muestra, se dividieron los 100 niños seleccionados en dos grupos iguales: un grupo control y un grupo experimental y se les aplicó un pretest específico que consistía en tres tareas.

Los niños del grupo experimental recibieron, individualmente, una intervención específica sobre la resolución de problemas de división en la que el examinador presentaba situaciones que requerían:

- (i) comprender las relaciones inversas entre el número de partes y el tamaño de las partes cuando el dividendo se mantiene constante;
- (ii) comprender el efecto del aumento del valor del resto sobre los demás términos; y
- (iii) analizar procedimientos de resolución correctos e incorrectos presentados bajo forma pictográfica.

El examinador ofrecía feedback y explicaciones durante el proceso de resolución adoptado por el niño, destacando los principios invariantes de la división. Se analizaron los datos de los dos postests en función del desempeño y de las explicaciones ofrecidas por los niños con relación a la resolución que adoptaban. Los resultados mostraron que en el pretest no había diferencias entre los dos grupos, presentando el mismo nivel de dificultad. Después de la intervención, los niños del grupo experimental presentaban un resultado favorable en el postest, siendo capaces de ofrecer explicaciones más elaboradas que expresaban una comprensión de los invariantes de la división. Sin embargo, no se observó el mismo progreso con relación a los niños del grupo control. Se concluye que la intervención auxilió los niños a superar las dificultades con la división, capacitándolos para identificar y analizar los principios invariantes necesarios para la comprensión de esa operación.

---

<b>8) WALLAUER, Andréa</b> (2006)	<b><i>Reflexiones sobre la construcción de la operación de división en niños de 1º y 2º de clases con niños de varios niveles</i></b>	<b><i>Universidade Federal do Rio Grande do Sul -Doctorado</i></b>
--------------------------------------	---	--

---

Esta tesis expone reflexiones sobre la enseñanza de las Matemáticas y tiene como marco teórico básico la Epistemología Genética, tiene el objetivo de dilucidar los conocimientos sobre la operación de división que los niños investigados trajeron para la escuela antes de entrar en contacto con el algoritmo convencional. Para recoger los datos, se entrevistaron estudiantes de seis, siete y ocho años de una clase en la que estudian juntos niños de cursos diferentes (1º y 2º juntos).

Las intervenciones didácticas, denominadas, en su conjunto, “unidad instructiva”, tenían el objetivo de contribuir a la comprensión del concepto de división a partir del esquema de la correspondencia. Los sujetos de la investigación resolvieron, oralmente y con la ayuda de materiales concretos (bloques de madera, dibujos, gráficos, tablas e instrucciones), situaciones-problema que suponían el concepto de la división.

La unidad instructiva dilucidó la importancia de las intervenciones didácticas apoyadas en el estudio sobre la construcción lógico-matemática, así como en la comprensión del proceso de enseñar y aprender. Considerando que los niños de primer y segundo curso fueron capaces de resolver problemas de división a través del registro espontáneo, se concluye que el esquema de la correspondencia es un camino promisorio para comprender la operación de la división. Comprendiendo cómo construye el niño el concepto de división, el profesor

podrá realizar intervenciones que se basen en el esquema de correspondencia, para que el niño comprenda tal concepto.

---

<b>9) FABRÍCIO, Anelise Diehl. (2006)</b>	<b><i>La enseñanza de las Matemáticas en los años iniciales de la enseñanza fundamental: concepciones y prácticas docentes</i></b>	<b><i>Pontificia Universidade Católica de São Paulo - Máster</i></b>
---	--	--

---

Esta investigación se centró en la concepción y en la acción docente en la organización de las situaciones de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas en los primeros años, así como en el análisis de la percepción de los sujetos involucrados en la práctica educativa. El estudio se apoya en el paradigma cualitativo y el enfoque utilizado fue el estudio de caso. El referencial teórico se apoya en autores como Vigotski, Piaget, Ausubel, Novak, Baquero, Coll, Kamii, Kishimoto, Micotti, Carraher, Alarcão, Panizza, Pozo, Macedo, Antunes, Santos, Emerique, Baratojo, Freire, Volquind, Zabala, etc.

La investigación se realizó en una escuela de educación básica de la enseñanza privada y, para recoger los datos, se utilizó la entrevista semi-estructurada, con ocho participantes.

Los datos tienen como base el análisis de contenido propuesto por Engers (1987), surgiendo tres categorías principales que fueron transformadas en dos ejes denominados: el aprendizaje basado en lo lúdico: la importancia de los juegos y materiales para la enseñanza de las Matemáticas en los primeros años; el profesor mediador: organizando las situaciones de enseñanza-aprendizaje en Matemáticas. Las tareas de enseñanza-aprendizaje se organizaron con el uso de juegos y con el uso de materiales concretos (palitos, rotuladores, lápices de colores, dibujos, etc.) y el profesor hacía de mediador durante su desarrollo, organizando las situaciones de enseñanza y de aprendizaje.

Los resultados obtenidos en el análisis indican que los padres perciben que los hijos están motivados para aprender cuando las clases promueven un espacio lúdico revelado en los juegos y en los materiales concretos, los cuales son relevantes para el aprendizaje significativo. Los alumnos, a su vez, interactúan cooperativamente en este espacio organizado por el profesor-mediador, comprobando, por tanto, la importancia de la intervención pedagógica para la construcción de relaciones cognitivas que se traducen en aprendizaje. Otro aspecto que se observa en la investigación es la valoración de los conocimientos previos y de los hechos que tienen lugar en el día a día de cada alumno como elementos centrales en la acción docente.

---

<i>10) CAWAHISA, Eliane Camilo Maia (2006)</i>	<i>Las investigaciones sobre juegos y la práctica pedagógica con Matemáticas en los primeros años de la enseñanza primaria.</i>	<i>Universidade Estadual de Maringá - Máster</i>
--	---	--

---

Este trabajo tuvo como objetivo investigar si y cómo los profesores de los primeros años de la enseñanza primaria se apropian de las orientaciones de investigadores para la utilización de juegos en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las Matemáticas.

Para alcanzar el objetivo citado, el estudio se desarrolló en dos momentos. El primero constó de una investigación bibliográfica, mediante la cual se procuró determinar, en la literatura más accesible a los profesores, cuál era la visión dominante sobre la importancia de los juegos en la educación, en especial en la educación Matemática, así como sus recomendaciones en cuanto a cómo se debe realizar el trabajo con juegos en los primeros años de la enseñanza primaria. Se priorizó la referencia a autores conocidos nacionalmente, cuyas obras se encuentran fácilmente en librerías y bibliotecas, estando disponibles a profesores y académicos de las diferentes licenciaturas. En el segundo momento, se realizó una investigación con ocho profesoras que actúan en los primeros años de la enseñanza primaria en escuelas públicas y privadas del municipio de Maringá-PR.

La investigación, cuyo objetivo era conocer los saberes de las profesoras sobre la utilización de juegos en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las Matemáticas, constó de una entrevista estructurada, realizada con las profesoras seleccionadas, procurando reconocer si existe coherencia entre su práctica con juegos y las orientaciones de los investigadores.

El análisis de las respuestas a los cuestionamientos mostró que las profesoras poseen un conocimiento limitado de las obras más importantes sobre juegos editadas en el país. Ese contacto precario con la obra, junto con la falta de experiencia con juegos en su formación inicial y continua no les ofrece la oportunidad de cambiar sus prácticas pedagógicas de manera que posibiliten una enseñanza de Matemáticas de mejor calidad en los primeros años de la enseñanza primaria.

---

<i>11) MANECHINE, Selma Rosana Santiago (2006)</i>	<i>Construcción de signos matemáticos: una propuesta metodológica para los primeros años de la enseñanza primaria.</i>	<i>Universidade Estadual Paulista Doctorado</i>
--	--	---

---

El objetivo de esta tesis fue elaborar una propuesta didáctico-metodológica para la enseñanza y aprendizaje de Matemáticas teniendo como contexto experiencial la integración entre las asignaturas de Matemáticas y Ciencias Naturales.

La fundamentación para el desarrollo y el análisis de las acciones discentes/docentes, usó el marco teórico de la filosofía de Charlers Sanders Peirce (1839- 1914). Según la teoría peirceana, el modo de aprehensión de un fenómeno se da de forma triádica: *primeridad*, *segundidad* y *terceridad*, de manera que el conocimiento se da mediante signos en el transcurso de la experiencia. Los niveles didácticos percibir/relacionar/conceptuar idealizados a partir del modelo triádico de Peirce de *interpretantes* orientaron la investigación del proceso de significación de los conceptos matemáticos y científicos aprehendidos por los alumnos.

Se desarrollaron los conocimientos matemáticos con 32 alumnos de 3º de la enseñanza primaria de una escuela pública a partir de situaciones experienciales con jardines de plantas para comprender los conceptos de coexistencia y competición entre seres vivos. En la enseñanza de Ciencias Naturales, las habilidades de medir, estimar, representar e interpretar datos se usan como herramienta para la elaboración y análisis de experimentos y gráficos de las proporciones establecidas entre los fenómenos estudiados.

Se explotaron diferentes partes del cuerpo de los alumnos (palma, dedo, pie) en situaciones perceptivas como recursos didáctico-metodológicos para la comprensión del concepto de patrón de medidas. También se introdujeron en las actividades didácticas instrumentos (regla, cinta métrica, metro de carpintero), con finalidad perceptiva, con el objetivo de propiciar la explotación de las formas, colores y símbolos existentes y, de esa forma, posibilitar la elaboración de innumerables relaciones con los objetos y, por consiguiente, la elaboración de conceptos matemáticos, intrínsecos al proceso de medir.

Los signos (procedentes del proceso perceptivo del espacio y/o del objeto) deben preceder la representación de su uso y mediar todo el proceso de la actividad didáctica experiencial. En ese sentido, el ejercicio de observación de un ambiente natural puede ofrecer múltiples posibilidades de interacción con formas, colores, espesuras, texturas, cantidad, altura, propiciando, a través de situaciones de aprendizaje, estímulos de otros órganos del sentido como: olfato, tacto, paladar, además del auditivo y del visual para el desarrollo de conocimientos científicos.

La propuesta didáctico-metodológica desarrollada les permitió a los educandos y educadores producir *interpretantes* (emocional, energético y lógico). De esa manera, el proceso de significación (percibir/relacionar/conceptuar) del fenómeno fue constituido por la elaboración y reflexión de las inferencias de los alumnos en cuanto a los niveles

abductivo/inductivo/deductivo, que se pudieron percibir en las diversas manifestaciones hipotéticas e interpretativas de los objetos estudiados. La adquisición de conceptos matemáticos y su significación va más allá de las representaciones e incluye la integración de los símbolos matemáticos, lingüísticos y científicos.

---

<b>12) BRAGA, Maurício da Motta (2006)</b>	<b><i>Design de Software Educacional basado en la Teoría de los Campos Conceptuales</i></b>	<b><i>Universidade Federal do Pernambuco Máster</i></b>
--	---	---

---

Esta tesina tuvo como objetivo proyectar una interfaz educativa a partir del uso de un cuadro teórico que posibilite la investigación de los significados que emergen durante el uso de un software educacional para la enseñanza de Matemáticas. Para realizar la investigación, se construyó un prototipo del software y se testó con profesores de la enseñanza primaria.

La percepción, por parte de la sociedad, del potencial de la informática como elemento transformador ha impulsado las escuelas a buscar la mejora de la enseñanza a través de la inserción de este recurso en las clases. Como consecuencia, el uso de softwares educacionales en las escuelas está creciendo. Los establecimientos de enseñanza están divulgando esta inversión como prueba de la calidad de la educación ofrecida por esas instituciones.

Con el aumento del uso de la informática en la educación, surge la cuestión de cómo evaluar la contribución de las herramientas computacionales en el proceso de aprendizaje. Tradicionalmente la construcción y evaluación de software educacional han sido realizadas a partir de aspectos intrínsecos de ese material, pero se ha dicho poco sobre la contribución efectiva del uso de esos materiales en el aprendizaje de conceptos específicos.

Los resultados obtenidos permitieron evaluar qué propiedades de conceptos emergen durante el uso del software y cómo las técnicas de *scaffolding* implementadas en el software se integran al proceso de resolución de problemas con el software.

Los resultados obtenidos en esta investigación viabilizaron la construcción de un software educacional que será integrado al ambiente virtual Amadeus, para utilizarlo en cursos y en la capacitación a distancia de profesores de la enseñanza primaria.

---

<b>13) MINOTTO, Rosana (2006)</b>	<b><i>Comprensión de profesores de los primeros años sobre la enseñanza de los procedimientos matemáticos que suponen los algoritmos convencionales de la suma y de la resta con reagrupamiento.</i></b>	<b><i>Universidade Federal do Paraná Máster</i></b>
-----------------------------------	--	---

---

Se investigaron en este estudio la comprensión de profesoras de la enseñanza primaria sobre cómo tiene lugar la enseñanza-aprendizaje de los procedimientos matemáticos que suponen los algoritmos convencionales de la suma y de la resta con reagrupación. Para investigar tales comprensiones se definieron los siguientes objetivos:

- cómo expresan los profesores su comprensión sobre algoritmos convencionales de la suma y de la resta con reagrupación;
- cómo comprenden los procedimientos que suponen esos algoritmos y cómo realizan su comunicación con los alumnos al enseñar los referidos algoritmos.

El desarrollo del estudio tuvo como base aspectos teóricos relacionados a la comunicación de Matemáticas, a la interferencia de la comprensión en el modo de enseñar, a la reflexión sobre la práctica y a la enseñanza y aprendizaje de los referidos algoritmos.

El estudio definitivo se realizó por medio de un equipo de reflexión formado por las profesoras y la investigadora. La investigadora organizó tareas para captar elementos sobre la comprensión de las profesoras y analizar mejor cómo expresaron su comprensión sobre la enseñanza de los algoritmos. El análisis de los datos fue de naturaleza cualitativa, realizado por medio de la descripción e interpretación de declaraciones y de registros escritos de las profesoras sobre la comprensión que expresaron con respecto a los referidos algoritmos, con respecto a la enseñanza de esos algoritmos y sobre la manera de referirse a la comunicación con sus alumnos cuando enseñan esos algoritmos.

Los resultados fueron los siguientes: las profesoras tienen una comprensión parcial de los procedimientos que suponen los algoritmos convencionales, sobre todo en el algoritmo de la resta y utilizan un lenguaje verbal que puede comprometer la comunicación con los alumnos en las clases en el momento de enseñar esos algoritmos. Los resultados también señalan la necesidad de que el profesor examine su comprensión sobre los algoritmos y sobre su enseñanza, estando atento al lenguaje verbal utilizado.

---

*14) NOVELLO, Tanise Investigando la interacción en el ambiente virtual de aprendizaje Mathemolhes. Fundação Universidade Federal do Rio Grande- Máster*

---

La presente tesina tuvo como propósito investigar las posibilidades y límites educacionales del ambiente virtual de aprendizaje Mathemolhes e identificar propuestas metodológicas señaladas por las profesoras en el trabajo con el ambiente y las diferentes instancias de la educación ambiental percibida por los sujetos que interactúan en el ambiente.

El Mathemolhes ilustra una realidad físico-local-real – en el municipio de Praia do Cassino/RS - intencionalmente vinculada a cuestiones Matemáticas y ambientales, en la forma de desafíos contextualizados, instigando sus usuarios a dar soluciones a los cuestionamientos propuestos. La investigación revela las interacciones de profesores, alumnos, becarios e investigadores, realizadas en el Mathemolhes a partir de talleres pedagógicos. Las profesoras que participaron en la investigación son de diferentes áreas del saber (Portugués, Matemáticas, Ciencias, Artes, Pedagogía, Geografía, Historia) y dan clases en los cursos 4º a 8º. Las interacciones en el ambiente y las anotaciones del diario de investigación suministraron los datos para el estudio y se analizaron según la metodología de análisis textual cualitativo.

Del análisis emergieron dos categorías: articulación de la práctica pedagógica y educación ambiental en el contexto virtual, que fueron discutidas con la colaboración teórica de las tecnologías educacionales y de la educación ambiental. En la primera categoría, los relatos apuntan para el (re)pensar de la práctica pedagógica en el contexto de las tecnologías y de la necesidad de trabajos colectivos e interdisciplinarios. La segunda categoría destacó la importancia de trabajar las cuestiones ambientales, en el contexto virtual, transversalizadas en el plan de estudios, extrapolando la visión naturalista de la educación ambiental, englobando aspectos sociales, culturales y políticos. Las herramientas de interacción disponibles en el Mathemolhes potenciaron la proximidad de las profesoras con sus alumnos auxiliándolas a comprender intereses y dudas, así como entender el proceso de construcción del conocimiento bajo la perspectiva virtual. En ese sentido, se espera que el AVA Mathemolhes sirva como un ambiente problematizador para los profesores, estimulándolos a insertar la tecnología en su quehacer pedagógico y trabajar las cuestiones ambientales de forma integrada y amplia.

---

<i>15) REGES, Maria Auricélia Gadelha (2006)</i>	<i>La práctica pedagógica de profesoras del II ciclo de la enseñanza primaria en la enseñanza de estructuras de la suma.</i>	<i>Universidade Estadual do Ceará - Máster</i>
--	--	--

---

Esta investigación tuvo el objetivo de analizar las capacidades conceptuales y didácticas de profesores del II ciclo de la enseñanza primaria de una escuela pública del municipio de Pau dos Ferros - RN; referentes al Campo Conceptual de las Estructuras de la Suma. Tal campo es parte de la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, que considera un campo conceptual como un conjunto de situaciones cuya apropiación requiere el dominio de varios conceptos de naturalezas diferentes, procedimientos y representaciones

simbólicas; conectados entre sí. En el caso del campo conceptual de las estructuras de la suma, se encuentran conceptos como: número; suma; resta; medidas; comparación; transformación, etc. Se optó por un trabajo con características de un estudio de caso etnográfico.

Para la recogida de datos se realizaron observaciones de las clases y dos entrevistas con las profesoras: la primera, para captar informaciones sobre su formación y relación con las Matemáticas; la segunda, para explicitar aspectos no revelados durante las observaciones de clase. Se realizaron también dos tests: uno solicitaba la elaboración de diez situaciones-problema que requieren el uso de la suma y la resta; el otro requería la resolución de diez problemas propuestos.

Se percibió que las profesoras no tenían conocimiento de la Teoría de los Campos Conceptuales y que su práctica no revelaba que le dieran importancia a elementos considerados fundamentales por Vergnaud: variedad de situaciones; necesidad de representaciones variadas y fragmentos conceptuales de los alumnos como re-definidores de la práctica. Les dan importancia a la tabla y al trabajo con el algoritmo de la suma y de la resta, como única forma de representación. También presentaban dificultades cuando las situaciones presentadas exigen raciocinios más sofisticados. Se concluye que a las profesoras les falta fundamentación teórica sólida que les posibilite una mayor comprensión de su práctica y que les permita percibir la importancia de trabajar diferentes tipos de situaciones para ayudar a los alumnos en la construcción de conceptos matemáticos relativos a las estructuras de la suma.

---

<b>16) BUEHRING, Roberta Schnorr (2006)</b>	<b><i>Análisis de datos al inicio de la escolaridad: una realización de enseñanza por medio de los registros de representación semiótica.</i></b>	<b><i>Universidad Federal de Santa Catarina. Máster</i></b>
---	---	---

---

Teniendo en cuenta la creciente necesidad social de comprensión de datos presentados en forma de gráficos y tablas, este estudio tuvo como objetivo desarrollar una secuencia didáctica de enseñanza de las nociones básicas de Análisis de Datos para el primer curso de la enseñanza primaria, utilizando y coordinando diferentes registros de representación semiótica.

La cuestión orientadora de la investigación fue: ¿De qué forma es posible elaborar una secuencia de enseñanza de nociones básicas de análisis de datos, para alumnos del primer curso de la enseñanza primaria, que utiliza y coordina diferentes registros de representación semiótica?

Antes de buscar respuestas a esa cuestión, procuramos situar nuestra problemática en la enseñanza actual, en los documentos oficiales y en las investigaciones brasileñas. En esa investigación, encontramos buenas contribuciones y verificamos que hay cierta deficiencia con relación a la enseñanza y al aprendizaje del análisis de datos. Con base en esas constataciones y en los análisis de una pre-experimentación, desarrollamos una secuencia didáctica para tratar las nociones básicas de análisis de datos en el primer curso de la enseñanza primaria. La secuencia fue elaborada con la utilización de dos o más registros de representación y la coordinación entre ellos. Se desarrolló con alumnos de una clase del primer año de la enseñanza primaria de una escuela municipal de Florianópolis.

Los análisis cuantitativos y cualitativos de esa realización, así como los análisis previos de las actividades, se fundamentaron en la teoría de los Registros de Representación Semiótica. A partir de esa investigación, percibimos la importancia de enseñar análisis de datos desde el inicio de la escolaridad, con el fin de que el alumno tenga en manos más medios de comunicación, visualización y pensamientos matemáticos.

---

<i>17) ALMEIDA, Elissandra de Oliveira de (2006)</i>	<i>Cómo construyen procedimientos matemáticos los niños: re-concibiendo el hacer Matemáticas en la escuela entre modelos y esquemas</i>	<i>Universidade de Brasilia Máster</i>
--	---	--

---

El presente trabajo tuvo como interés acompañar el proceso de aprendizaje de Matemáticas, mediante el análisis de las producciones espontáneas de niños, a partir de la interpretación que hacen los alumnos de los algoritmos usados en las clases. La investigación procuró comprender cómo organizan los niños el pensamiento matemático tomando como base de discusión teórica y epistemológica la Teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud.

Desarrollado según los principios de la investigación-acción, el estudio contó con la participación y colaboración de los alumnos-investigadores y de la profesora-investigadora durante todo su desarrollo. Se realizó en una escuela pública del Distrito Federal, en las clases de Matemáticas del 3º curso de la enseñanza primaria. A partir del entendimiento del proceso de construcción de conceptos en una clase de situaciones (Teoría de los Campos Conceptuales) y de la concepción de niños en "situación de dificultad", se acompañó la producción matemática de esos niños, reconociendo el conocimiento construido mediante las diversas formas de explicación (verbal, con material, por escrito) del sujeto.

Este trabajo propone la discusión del papel del profesor ante producciones inusitadas, el sentido de la mediación del conocimiento matemático, la evaluación y, sobre todo, el proceso de organización del pensamiento. Finalmente, presenta los aprendizajes derivados del proceso investigativo, apuntando las limitaciones, los avances y sugiriendo nuevas posibilidades, en términos de investigación, en el área de la enseñanza y del aprendizaje de Matemáticas.

---

<b><i>18) PLACHA, Kelly Cristine (2006)</i></b>	<b><i>La solución de problemas de producto de medidas de niños del 3° curso de la enseñanza primaria y la intervención del profesor.</i></b>	<b><i>Universidad Federal do Paraná Máster</i></b>
---	--	--

---

Se trata de un estudio exploratorio, de naturaleza cualitativa, que examina el proceso de aprendizaje de las estructuras multiplicativas en niños, conforme las proposiciones de Vergnaud sobre campos conceptuales. Describe la naturaleza de las alteraciones de las soluciones notacionales, verbales e interpretativas de los niños, expresadas durante la solución de los problemas de producto de medidas, conforme los niveles de raciocinio combinatorio que supone cada uno de ellos y las formas de intervención expresadas por la investigadora, en el papel de profesora, durante el desarrollo de las soluciones de los niños.

La investigación fue realizada con cinco niños, sorteados aleatoriamente, entre los alumnos del tercer curso, de una escuela municipal de Curitiba. Los datos se recogieron en dos sesiones de soluciones de problemas, con cada niño individualmente, con intervalo de una semana, para lo cual se elaboró previamente un guión. La investigadora presentó por escrito ocho problemas de Estructura Multiplicativa del tipo producto de medidas, un conjunto de cuatro problemas diferentes en cada una de las sesiones para que pudiesen marcar sus soluciones para cada uno de los problemas propuestos. Después de solucionar los problemas, por escrito, se les pedía a los niños que explicasen las soluciones que utilizaron. La intervención de la investigadora, en el papel de profesora, siguió el estilo de intervención clínico-crítica, inspirada en Piaget. Para el registro de los datos, se grabaron todas las sesiones en vídeo y se transcribieron todos los datos (acciones, verbalizaciones y soluciones notacionales), en protocolos, uno para cada niño. Todo el contenido de esos protocolos fue objeto de análisis cualitativo.

Ese análisis permitió describir: a) la naturaleza de las alteraciones de las soluciones notacionales, verbales e interpretativas de los niños expresadas durante la solución de los problemas de producto de medidas para identificar el proceso de aprendizaje que tiene lugar;

b) la naturaleza de las intervenciones de la investigadora, en el papel de profesora, para identificar las formas de esas intervenciones.

Los niveles de raciocinio combinatorio, identificados en el análisis de las soluciones que los niños propusieron para los problemas propuestos, fueron identificados con base en los resultados del estudio de Moro y Soares. Fueron los siguientes: de respuesta contextualizada sin indicio de combinación; de las primeras aproximaciones a la solución combinatoria; de la obtención de algunas combinaciones y de la presencia de solución combinatoria.

Las formas identificadas de intervención de la experimentadora, en el papel de profesora, fueron las siguientes: orientadora, re-orientadora, cuestionadora e instigadora. Por tanto, de ese análisis se pueden obtener fuertes elementos a favor de la importancia de las intervenciones del profesor como las descritas, para que sea posible el progreso de cada niño por los niveles de solución en dirección a soluciones de carácter combinatorio. Sin embargo, se considera que esos progresos son puntuales, no significando que se haya efectuado una construcción plena del raciocinio combinatorio.

---

<b>19) RODRIGUES, Ivan Cruz (2006)</b>	<b><i>Resolución de problemas en clases de Matemáticas para alumnos de 1º a 4º curso de la enseñanza primaria y la actuación de los profesores.</i></b>	<b><i>Pontificia Universidade Católica de São Paulo - Máster</i></b>
--	---	--

---

El presente trabajo tiene como objetivo contribuir para el perfeccionamiento de acciones de formación de profesores en servicio, teniendo la escuela como locus y la perspectiva de constitución de grupos de estudio y de reflexión sobre la propia práctica como una de las formas privilegiadas de desarrollo profesional de profesores. Otro objetivo es analizar esa formación con el foco específico en un asunto matemático de especial relevancia para la actuación de profesores polivalentes, que es la resolución de problemas, que permite ejercer diferentes funciones en la práctica pedagógica.

Analizó y procuró identificar concepciones, creencias, actitudes y prácticas de profesores de 1º a 4º de la enseñanza primaria de una escuela pública del Estado de São Paulo sobre el tema resolución de problemas y la disposición por parte de esos profesores para oír la voz del alumno durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y si se podrían llevar a efecto discusiones, sugerencias y encaminamientos de actividades en reuniones pedagógicas, permitiendo un cambio de concepciones con reflejo en la práctica desarrollada en las clases.

Se estudió cómo el profesor conduce su discurso y de qué modo permite la participación efectiva del grupo de alumnos en la clase y si le permite al alumno exponer y argumentar sobre sus ideas.

La investigación cualitativa se desarrolló por medio de discusiones de textos, actividades, procedimientos y procesos realizados en reuniones pedagógicas con todo el grupo de profesores de la escuela, de la grabación de clases de contenidos matemáticos de cuatro profesoras de 1º a 4º de la enseñanza primaria y asistencia y análisis de éstas por parte del investigador y de los sujetos de la investigación y posteriores entrevistas con esas profesoras para reflexión sobre la práctica desarrollada.

Se puede observar que las profesoras verbalizan sus concepciones de enseñanza-aprendizaje centradas en el alumno y que, de forma general, han buscado la participación efectiva del alumno en la construcción de sus conocimientos, considerando el profesor como un mediador del proceso. En otros momentos, la práctica se presenta centrada en la enseñanza, siendo el profesor el conductor del proceso, con una participación pequeña del alumno. Una reflexión realizada a posteriori con las profesoras sobre su práctica con base en grabaciones realizadas en vídeo mostró que éste es un adecuado instrumento que puede ser explotado en la formación de profesores.

El desarrollo de esta investigación permitió considerar un importante espacio para la formación continua, pero insuficiente para que tengamos un cambio de impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se lanzan interrogantes y perspectivas que pueden estimular estudios en esa área.

---

<i>20) SANTOS, Roberta Rodrigues dos (2006)</i>	<i>Formación continua de profesores sobre estructuras multiplicativas a partir de secuencias didácticas</i>	<i>Universidade Federal de Pernambuco Máster</i>
---	---	--

---

El estudio investigó la viabilidad de un proceso de formación continua sobre estructuras multiplicativas a partir de secuencias didácticas. Este proceso incluyó el análisis de la apropiación de dos profesoras de los primeros años de una escuela municipal de Recife sobre la resolución de problemas de Estructura Multiplicativa. Con ese objetivo, esas profesoras vivieron y elaboraron secuencias didácticas, como propone Brousseau (1986).

Para la construcción de ese proceso de formación, se consideraron las experiencias y deseos de las profesoras, pues se cree que sólo así se sienten motivadas a pensar sobre su práctica y sobre lo que saben o piensan que saben. El proceso de formación continua se

realizó durante dos meses, constando de cinco encuentros con las profesoras y cinco observaciones de sus clases, de forma intercalada. Ese proceso tuvo lugar en una dinámica de acción-reflexión-acción, en la que la clase era objeto de análisis de las profesoras y punto de partida para la elaboración de los encuentros.

Al final del proceso se constató que las profesoras pasaron a comprender las diferentes lógicas presentes en problemas de Estructura Multiplicativa y a trabajar las secuencias didácticas de más de una forma didáctica en las clases. El proceso de formación a partir de vivencias de secuencias didácticas y la organización pedagógica a partir también de secuencias didácticas fueron fundamentales para que las profesoras pudiesen reflexionar sobre sus resoluciones y sobre las resoluciones de sus alumnos. Ese proceso permitió también que percibiesen sus competencias tanto conceptuales como didácticas. De esa forma, pudieron de hecho aprehender esa forma de organización del trabajo pedagógico.

Creemos que esa experiencia con éxito indica un camino para futuros procesos de formación continua, tan necesaria para la formación de los educadores.

---

**21) *TODESCO, Humberto (2006)***

***Un estudio con los números enteros en los primeros cursos: reaplicación de la investigación de Passoni.***

***Pontificia Universidade Católica de São Paulo - Máster***

---

El objetivo de esta disertación fue investigar la posibilidad y eficiencia de introducir el número entero negativo en el 3° curso de la enseñanza primaria de una escuela pública, reaplicando parte del estudio desarrollado por Passoni (2002), con el fin de responder a las siguientes preguntas de investigación: “Partiendo de una secuencia elaborada que utilice un contexto familiar y significativo, ¿cuál es la comprensión que los niños de 3° pasan a tener sobre los números negativos? ¿Hasta qué punto tal secuencia puede ayudar en la introducción de ese concepto? Y, por último, ¿en qué consiste el avance?” Se desarrolló una investigación de carácter intervencionista con alumnos de dos clases de 3° de enseñanza primaria de una escuela de la red pública municipal de São Paulo; una de ellas se constituyó en grupo control (GC) y la otra en grupo experimental (GE).

La investigación de campo complementó dos etapas - aplicación de los instrumentos diagnósticos (pretest y postests), tanto en el GE como en el GC y aplicación de la intervención de enseñanza con uso de material manipulativo sólo en el GE. Los resultados obtenidos en cada una de esas etapas fueron analizados considerando la posibilidad de la introducción de los números enteros negativos en 3° de la enseñanza primaria. Desde el punto de vista teórico,

nos apoyamos en las ideas de Jean Piaget y Raymond Duval relacionadas al papel que desempeñan las representaciones en la comprensión de las Matemáticas. La meta es hacer que los alumnos sean capaces de transformar tratamientos intencionales de representaciones semióticas en tratamientos casi-instantáneos.

Los resultados mostraron un crecimiento de casi 50% en el desempeño de los alumnos del GE, en el postest. Teniendo como base tales resultados, se puede concluir que la asociación de la intervención de enseñanza con el material manipulativo posibilitó el desarrollo de estrategias para resoluciones de las actividades. Las actividades fueron desarrolladas con 17 niños del grupo GE y 18 niños del grupo GC. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios.

---

<i>22) MOURA, Graziela Ribeiro Soares (2007)</i>	<i>Niños con dificultades para resolver problemas matemáticos: evaluación de un programa de intervención.</i>	<i>Universidade Federal de São Carlos Doctorado</i>
--	---	---

---

Muchas investigaciones intentaron encontrar formas mejores para ayudar a los niños a entender lo que se pedía en situaciones-problema de Matemáticas, sin embargo, aún hay mucho que hacer para entender los procesos y dificultades involucrados en la resolución de problemas por parte de los escolares y para llevarlos a comprender los conceptos básicos contenidos en los enunciados matemáticos.

En ese sentido, el estudio tuvo como objetivos elaborar, aplicar y evaluar un programa de intervención con niños de 4º de la enseñanza primaria que presentaban dificultades en la comprensión y resolución de problemas matemáticos y maximizar las capacidades cognitivas de estos niños.

La metodología escogida fue el delineamiento experimental de comparación entre grupos: un grupo experimental y un grupo control. En la intervención se procuró enseñar a los estudiantes a leer los enunciados de los problemas y a encontrar la representación Matemática más apropiada para resolver el problema. Para eso, fue necesario enseñar los conceptos de las operaciones aritméticas, ya que una de las dificultades de los niños estaba en el campo del entendimiento del significado de cada operación (suma, resta, multiplicación y división) y su representación simbólica.

Se demostró, con estos datos, que la intervención utilizada fue eficiente, desarrollando las capacidades cognitivas necesarias para la tarea de resolución de problemas aritméticos,

que consiste básicamente, en comprender el enunciado escrito y representarlo matemáticamente.

---

<i>23) PANNUTI, Maísa Pereira (2007)</i>	<i>Aprendizaje operatorio y aritmética inicial en la educación infantil.</i>	<i>Universidade Federal do Paraná Doctorado</i>
--	--	---

---

El interés por la investigación sobre los ejercicios operatorios en el aprendizaje de las nociones aritméticas iniciales motivó la realización de este estudio. El telón de fondo para la discusión pretendida fue, inicialmente, la ruptura que tuvo lugar en la década de los años 70, con el inicio de la Matemática Moderna, apoyada en concepciones estructuralistas, y por consiguiente vinculación estricta de las nociones iniciales de número al pensamiento lógico, lo que llevó a un cambio de paradigma: los niños no podrían aprender sobre números sin haber construido la noción de conservación numérica. Posteriormente ese enfoque fue cuestionado, de manera que hubo una desvalorización de las actividades lógicas, anteriormente consideradas fundamentales para la construcción de las nociones aritméticas iniciales, con el consecuente énfasis en los aspectos funcionales del número.

En este trabajo se examina el papel de las actividades de clasificar y seriar, además de las que suponen la noción de conservación numérica en el ámbito del trabajo de Matemáticas en la educación infantil, especialmente en lo que se refiere a la construcción de las nociones aritméticas iniciales. La hipótesis examinada es la de que añadir esas modalidades de actividades (también denominadas “ejercicios operatorios”) al trabajo de proposición de problemas de Estructura Aditiva podrá favorecer la construcción de nociones aritméticas iniciales. El estudio siguió el modelo experimental con el grupo control, habiendo realizado intervenciones diferentes para cada grupo.

Se evaluaron las nociones de composición aditiva de números y de inversión suma/resta, además de los problemas de Estructura Aditiva; se ejercitaron las nociones de seriación, cuantificación de la inclusión de clases y conservación de cantidades numéricas, además de problemas de Estructura Aditiva. Los datos obtenidos en las evaluaciones se analizaron según criterios establecidos de acuerdo con los diferentes tipos de realizaciones de los sujetos. También se analizaron las estrategias utilizadas por los sujetos durante las intervenciones, no solamente en su calidad, sino también sus transformaciones en la intervención. Las diversas categorías de estrategias encontradas se agregaron teniendo en cuenta las alteraciones de realizaciones detectadas, de donde fue posible describir patrones de alteraciones (o su ausencia) para cada noción y/o soluciones de los problemas aditivos.

La conexión entre ciertos esquemas en juego en la elaboración de nociones lógicas y/o de problemas de Estructura Aditiva puede explicar muchos de los resultados obtenidos. Sin embargo, tales relaciones de conexión no se pueden ver como si fuesen lineales, que se generalizan fácil y automáticamente para todos los casos; tampoco son cerradas, pues requieren siempre acomodación de las estructuras de los sujetos a los objetos de conocimiento que se han de asimilar. La hipótesis debe ser admitida con restricciones: los ejercicios operatorios agregados a la práctica de soluciones de problemas de Estructura Aditiva pueden ser responsables de avances en ciertas nociones lógicas y en la solución de los referidos problemas, siempre que se tengan en cuenta las conexiones entre esquemas y las extensiones de los efectos de las intervenciones, según las peculiaridades de cada noción o concepto en construcción como objeto de conocimiento a ser asimilado por un sujeto específico cuyas experiencias escolares deben ser recordadas. Se consideran algunas implicaciones para la educación infantil.

---

<b>24) CAVALCANTE, Candice Alves de Souza. (2007)</b>	<b><i>Discusión sobre la aplicación de las actividades estructuradas de Skemp para la construcción del conocimiento matemático.</i></b>	<b><i>Universidade Federal do Rio Grande do Norte Máster</i></b>
---	---	--

---

El presente estudio constituye una discusión alrededor de la aplicación de las Actividades Estructuradas para la construcción del conocimiento matemático, propuestas por Richard Skemp. La discusión se basa en la investigación que la autora realizó en una escuela pública de enseñanza utilizando procedimientos de la investigación-acción. Investiga la posibilidad de adoptar la propuesta de Skemp en una nueva realidad. Utiliza explicaciones de varios teóricos para comprender la necesidad y al mismo tiempo destacar la eficacia de las referidas actividades en los primeros años de la enseñanza de Matemáticas. Enfatiza el imprescindible papel del profesor, como mediador de las construcciones mentales del niño.

Presenta consideraciones sobre los resultados obtenidos con la investigación reconociendo la posibilidad de adopción de la propuesta estudiada aunque con reajustes de procedimientos para adecuar las exigencias didáctico-pedagógicas a la realidad educativa en la que se realice este trabajo.

---

<b>25) FERREIRA, Ana Beatriz Lopes da Silva (2007)</b>	<b><i>Análisis semiótico del lenguaje matemático por medio de los juegos.</i></b>	<b><i>Universidade Bráz Cubas Máster</i></b>
--	---	--

---

Este trabajo tiene como objetivo insertar las Matemáticas a través de los juegos como metodología de enseñanza, así como, desarrollar y trabajar lo cognitivo y lo semiótico de modo que el educando pueda al final de la enseñanza primaria saber hacer, saber ser y saber convivir con los problemas del día a día, promoviendo cadenas de relaciones entre lo aprendido, lo comprendido y lo aplicado. Con base en esta afirmación se procuró realizar un estudio exploratorio y descriptivo a partir de juegos matemáticos en la práctica en las clases, teniendo como ambiente natural para la investigación, la red municipal de São José dos Campos.

La investigación se fundamentó en un estudio fenomenológico y de semiótica greimasiana, según Greimas y Padres. La metodología incluyó un análisis semiótico observado a través del trayecto generativo de enunciación de codificación y descodificación, teniendo como objeto la inclusión de los juegos en las clases de Matemáticas. Se propuso examinar las relaciones entre el proceso de producción y transformación del saber, realizado por el sujeto cognitivo y su discurso, y el proceso de elaboración y re-elaboración de un mundo semióticamente construido, conducido por el sujeto discursivo, en el trayecto generativo de la enunciación, según discursos y representaciones semióticas.

Se considera que la metodología a través de los juegos con la participación activa y constructiva de los alumnos, tanto en los juegos como en las reglas (alteración y recreación) puede ser más significativa para los alumnos, que pasan a tener un rendimiento mayor y el gusto por el descubrimiento de las Matemáticas. En realidad, se observa que el discurso cognitivo y semiótico, tanto del enunciador como del enunciatario, les permite a los alumnos el desarrollo general de sus capacidades de raciocinio, de análisis y de visualización, de comprensión y re-significación, debido a la vivencia de los registros de representación semiótica y su coordinación, o sea, el registro discursivo, el registro de las figuras y el registro matemático. Así, las conversiones y coordinaciones de esos registros influyeron en la comprensión de problemas y en el proceso de aprendizaje de los conceptos matemáticos.

---

<i>26) CAMPOS, Edileni García Juventino de (2007)</i>	<i>Las dificultades en el aprendizaje de la división: análisis de la producción de errores de alumnos de la enseñanza primaria y su relación con la enseñanza practicada por los profesores.</i>	<i>Universidad Católica Dom Bosco Máster</i>
---	--	--

---

El estudio tuvo como objetivo general describir y analizar los errores producidos por alumnos de 4º, 5º y 7º en el aprendizaje de la división, con el objetivo de comprender las

dificultades que implica ese proceso y sus relaciones con la enseñanza practicada por los profesores. Los sujetos de esta investigación fueron 45 alumnos de la enseñanza primaria de una escuela pública y los profesores de los respectivos cursos. La investigación constó de dos etapas: en la primera, los alumnos fueron entrevistados individualmente por medio de una prueba compuesta por ocho situaciones, dividida en dos partes: a) problemas que los alumnos tenían que resolver, incluyendo las dos ideas de la división (partición y anotación); y b) problemas que debían ser creados por los alumnos.

En la segunda etapa, se realizó una entrevista semi-estructurada con los profesores de las respectivas clases que participaban en la investigación. Los resultados mostraron que la mayoría de los alumnos tuvo dificultades para comprender las relaciones entre los términos de la división (dividendo, divisor, cociente y resto).

Con relación a los problemas creados por los alumnos, se verificó que los problemas eran bastante simples, basados en los libros didácticos. Se verificó que en todas las clases hubo alumnos que formularon situaciones-problema que no estaban relacionadas con la división, sino a las otras operaciones (suma, resta y multiplicación), lo que indica que el avance en la escolaridad contribuyó poco en el sentido de ayudar a los alumnos a superar tales obstáculos, posibilitándoles construir otros conocimientos además de los conceptos-en-acción o de los teoremas-en-acción desarrollados a partir de sus experiencias cotidianas.

Los profesores presentaron lagunas en su conocimiento con relación al concepto de división, no reconociendo las diferencias entre los problemas de cuotas y de partición. La metodología adoptada para tal enseñanza se basó en clases expositivas, ejercicios repetitivos y en el uso exclusivo del libro didáctico.

---

<i>27) SOARES, Fernanda Chaves C.(2007)</i>	<i>La enseñanza “desarrollista” y el aprendizaje de matemáticas en la primera fase de la enseñanza primaria</i>	<i>Universidade Católica de Goiás - Máster</i>
---	---	--

---

El presente trabajo integra el Grupo de Investigación Teoría Histórico-Cultural y prácticas pedagógicas de la línea de investigación Teorías de la Educación y Procesos Pedagógicos, del programa de posgrado stricto sensu de la Universidad Católica de Goiás.

En esta investigación se tuvo como objeto la enseñanza y el aprendizaje de Matemáticas en los primeros años. Se partió del presupuesto de que las dificultades de aprendizaje de Matemáticas resultan de una multiplicidad de factores, y uno de ellos es la insuficiencia del modelo de enseñanza vigente para causar impacto positivo en la calidad del aprendizaje de los alumnos. Así, la pregunta central de la investigación fue la siguiente:

¿cómo organizar la enseñanza de Matemáticas para que los alumnos puedan aprender mejor? Entonces, se buscó en la Teoría de la Enseñanza “Desarrollista” formulada por V. V. Davydov una contribución para intentar responder a esa cuestión. En esta investigación tuvo como objetivo general proponer la Teoría de la Enseñanza “Desarrollista” formulada por V. V. Davydov. Los objetivos específicos fueron: verificar la calidad del aprendizaje de los alumnos con relación al concepto nuclear del objeto estudiado; identificar las ventajas y posibles dificultades en el uso de la metodología de enseñanza propuesta por Davydov.

La investigación cualitativa consistió en un experimento didáctico realizado en una clase del ciclo 2 de una escuela municipal de Goiania. Los datos se recogieron por medio de observación directa no participante, por medio de investigación en documentos de la escuela y a través de experimento didáctico. El contenido específico del experimento didáctico fue la división de números naturales. Se elaboraron, organizaron y realizaron procedimientos de enseñanza para el aprendizaje de ese contenido. El análisis de los datos puso de manifiesto los siguientes resultados: - por medio de esos procedimientos, la casi totalidad de los alumnos consiguió alcanzar el aprendizaje del concepto enseñado “división de números naturales”, por la formación del pensamiento teórico; - las dificultades en la realización de la enseñanza “desarrollista” fueron debidas al bajo nivel de aprendizaje y de desarrollo cognitivo de los alumnos en otros contenidos, tales como, lectura, escrita e interpretación de texto, además de la fragilidad constatada con relación a habilidades y contenidos específicos de Matemáticas.

La principal contribución de la investigación consistió en mostrar que, a pesar de las dificultades y limitaciones de diversos órdenes presentes en la escuela y en la vida escolar de los alumnos, es posible utilizar los procedimientos basados en la teoría de la enseñanza “desarrollista” y provocar cambios que lleven a los alumnos a mejorar los resultados en el aprendizaje de Matemáticas.

---

**28) COSTA, Nivia  
Maria Vieira (2007)**

***La resolución de problemas aditivos y su  
complejidad: la previsión de los  
profesores y la realidad de los alumnos.***

***Universidade  
Federal do Pará  
Máster***

---

Este estudio se dedicó a investigar la resolución de problemas aditivos en los primeros años y, en especial, si la concepción de los profesores sobre la complejidad de un problema aditivo es determinante en el rendimiento de los alumnos. Para alcanzar ese objetivo se desarrolló una investigación exploratoria sobre las estrategias de resolución de problemas con alumnos de los municipios de Belém, Capanema y Bragança, en 08 clases de 4º, siete de las

cuales eran escuelas públicas y una de iniciativa privada, sumando 205 alumnos participantes en la investigación.

Con base en los estudios de Huete y Bravo (2006), se les aplicó a los alumnos, a través de un cuestionario, 17 problemas aditivos y, de acuerdo con sus rendimientos, los problemas se dividieron en problemas de baja, media o alta complejidad. Se investigó también la evaluación de los profesores en cuanto a los problemas aplicados a los alumnos.

Los resultados indican que cuanto mayor es la complejidad de un problema para los alumnos, más dificultad tienen los profesores de prever esa complejidad, especialmente porque en la constitución de un problema complejo hay otras variables. Se concluyó que es necesario dar mayor atención a la formación docente, ya que el éxito en las previsiones de un problema aditivo está relacionado a los profesores con mayor formación académica y a los profesores con formación específica en Matemáticas, además es urgente que se realicen actividades para trabajar el lenguaje Matemático en las clases, pues se percibió, por los resultados de los alumnos, que había una real dificultad en ese aspecto.

---

*29) SIGNORINI, Niños, algoritmos y sistema de Universidade  
Marcela Boccoli (2007) numeración decimal. Estadual de  
Maringá- Máster*

---

Aunque varios estudios en educación Matemática (tanto en el ámbito nacional como en el internacional) aborden posibles problemas en la inserción “incorrecta” de procedimientos formales en la enseñanza de aritmética en los años iniciales, hay que reconocer que esas discusiones aún no adentraron por completo en los límites escolares hasta el punto de romper significativamente con las prácticas escolares que le dan prioridad a la repetición en detrimento de la construcción del conocimiento matemático.

En esa perspectiva, la presente investigación tuvo como propuesta estudiar si la enseñanza de la aritmética, con énfasis en el algoritmo, contribuye a la construcción del conocimiento matemático. Se optó por analizar sólo las estructuras aditivas - operación de suma y/o resta - pues éstas permiten investigar: a) si la utilización de las técnicas operatorias convencionales (los algoritmos), en la resolución de las operaciones de suma y resta, permite la flexibilidad del pensamiento del niño; b) si el niño, al utilizar los algoritmos formales de suma y resta, percibe los principios y las propiedades del Sistema de Numeración Decimal implícitos en ese procedimiento.

Para alcanzar los objetivos deseados, se entrevistaron, mediante el Método Clínico de Jean Piaget, veinte niños de una escuela pública de Maringá, de los cuales, diez pertenecían al

tercer curso del ciclo básico y diez hacían quinto de la enseñanza primaria. Estos dos grupos fueron subdivididos en otros dos grupos menores compuestos por cinco niños que, según sus profesoras, presentaban buen desempeño de aprendizaje en Matemática y cinco que presentaban desempeño considerado insuficiente.

El análisis de los resultados indica que tanto los niños de tercero como los de quinto reproducen mecánicamente las técnicas operatorias convencionales, sin comprensión real de las acciones que realizan. Al utilizar el algoritmo convencional de suma y resta, lo hacen de forma automática, repitiendo reglas que les fueron enseñadas y sin percibir la relación existente entre ese dispositivo y los principios y las propiedades del Sistema de Numeración Decimal. En cuanto al desempeño en el aprendizaje de la asignatura (bueno o insuficiente), no es posible afirmar que esté relacionado con la comprensión del Sistema de Numeración Decimal, lo que parece es que esas clasificaciones se deben a otras variables del proceso educativo.

---

<i>30) SILVA, Marcelo Carlos da. (2007)</i>	<i>Evaluación de la competencia aritmética en niños de 1º y 2º de la enseñanza primaria.</i>	<i>Universidad Presbiteriana Mackenzie Máster</i>
---	--	---

---

La comprensión y recuento de los números, el cálculo y la resolución de problemas presentados oralmente son habilidades fundamentales para la capacidad aritmética y para la escolarización. Alteraciones en esas habilidades pueden comprometer el desempeño académico de niños y también caracterizar disturbios como la acalculia y las dificultades de aprendizaje como la discalculia.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la capacidad aritmética de los alumnos de 1º y 2º de la enseñanza primaria, comparando los dos cursos en el examen del Sistema de Evaluación del Rendimiento Escolar de São Paulo (SARESP) y en el examen de aritmética, verificando la existencia de correlaciones entre los dos exámenes. Participaron del estudio 240 alumnos de 1º y 2º de la enseñanza primaria de una escuela municipal de la ciudad de São Paulo. Se aplicaron tests estadísticos inferenciales para comparar el desempeño entre los dos cursos para las siguientes variables dependientes: puntuación en la Prueba SARESP a partir de dos criterios diferentes de corrección (Categoría de Respuestas y de Recuento de Aciertos) y en la Prueba de Aritmética (Corrección por Recuento de Aciertos).

Los resultados mostraron que los niños de 2º tuvieron mejor desempeño que los alumnos de 1º, y se observaron diferencias significativas en la Prueba de Matemáticas del

SARESP y Aritmética cuando se usó el criterio de corrección por recuento absoluto. Sin embargo, los dos cursos fueron iguales cuando el criterio de corrección adoptado en la prueba SARESP fue la categoría de respuestas propuestas por sus creadores. Se observaron correlaciones positivas significativas entre los dos criterios de corrección de la SARESP, así como el de recuento absoluto de la Prueba de Aritmética.

---

<i>31) NASCIMENTO, Noemia Fabiola Costa do. (2007)</i>	<i>La resolución de problemas de estructura aditiva por parte de niños de la educación infantil: el uso de juegos y problemas escolares.</i>	<i>Universidade Federal de Pernambuco. Máster</i>
--	--	---

---

El objetivo de ese trabajo fue comparar diferentes formas de trabajar la resolución de problemas de la Estructura Aditiva en la educación infantil. Entre las formas trabajadas, este estudio se centró en el juego de reglas, ya que los Referenciales Nacionales de Educación Infantil (1998) y varios autores (SMOLE, DINIZ y CÂNDIDO, 2000 a, b; DEVRIES, 2004; etc.) mostraron la importancia de utilizar juegos para trabajar conceptos matemáticos en la educación infantil.

En este sentido, este estudio pretendió comparar tres formas de trabajar con la resolución de problemas en la educación infantil: el primer grupo, juego con intervención, resolvió problemas en situaciones de juegos de reglas (bolos y sendero) con intervención pedagógica; el segundo grupo, resolución de problemas escolares, resolvió problemas semejantes a los presentados en los libros didácticos de la educación infantil; el tercer grupo, juego libre, trabajó con los mismos juegos de reglas de forma libre, o sea, sin intervención pedagógica.

Participaron de ese estudio 36 niños con edad media de 5 años de una escuela infantil de la red municipal de Recife. Los niños participaron de un pretest, una intervención, un postest inmediato y un postest posterior realizado seis semanas después del postest inmediato. A partir de los resultados del pretest, los niños fueron distribuidos en los tres grupos de intervención, ya descritos anteriormente. Las intervenciones fueron realizadas en parejas y en dos sesiones.

Los resultados indicaron diferencias significativas entre los desempeños de los grupos. El grupo resolución de problemas y juego con intervención presentó desempeños superiores al grupo juego libre. Sin embargo, después de seis semanas del postest inmediato, en el postest posterior, sólo el grupo de juego con intervención mantuvo una diferencia de desempeño

significativamente superior al grupo de juego libre, mostrando que hubo retención del conocimiento que se desarrolló después de la intervención. Con relación a la variable tipo de problema, averiguamos que todos los grupos consiguieron resolver los problemas de combinación con mayor facilidad que los problemas de comparación. En el grupo de juego con intervención, considerando el postest inmediato con relación al pretest, observamos diferencias significativas en los dos tipos de problemas. El grupo de resolución de problemas escolares presentó en el postest inmediato mejores desempeños también en los dos problemas, pero principalmente en los problemas de comparación. El grupo de juego libre no presentó diferencias significativas en el desempeño de los problemas en ninguna de las fases de la investigación. Así, los datos muestran que el grupo que presentó mejores resultados fue el juego con intervención, confirmando la hipótesis de que los juegos con intervenciones planificadas por la investigadora pueden ser una buena propuesta para el desarrollo de actividades de resolución de problemas con niños de la educación infantil. El hecho de no haber observado avances en el desempeño del grupo de juego libre revela que es fundamental la intervención específica del profesor, y que el juego por el juego no garantiza el aprendizaje de Matemáticas, aunque pueda favorecer otros aspectos del desarrollo infantil, como la socialización, cooperación, la comprensión de reglas, etc. De modo general, el estudio mostró que se puede trabajar en la educación.

---

<i>32) COMÉRIO, Marta Santana.(2007)</i>	<i>Interacción social y solución de problemas aritméticos en los primeros años de la enseñanza primaria.</i>	<i>Universidade de Campinas. Máster</i>
--	--	---

---

Este estudio tuvo como objetivo investigar la interacción social durante la solución de problemas aritméticos rutinarios y no rutinarios. El estudio también examina los procedimientos de solución y la representación gráfica adoptada por los participantes en la solución de problemas de Estructura Aditiva y multiplicativa.

Participaron de este estudio veinticuatro alumnos de un cuarto curso municipal de la enseñanza primaria. El plan empírico de la investigación estaba compuesto por un pretest (tipo lápiz y papel) con doce problemas aritméticos, cuatro sesiones deliberadas de interacción social en parejas y un postest con las mismas características del pretest.

El resultado del pretest también fue considerado en la formación de las parejas de acuerdo con los niveles de desempeño: alto, medio y bajo. Los resultados principales, interpretados siguiendo las proposiciones de Vergnaud y de los estudios de Vigotski, indicaron que la mayoría de los estudiantes, después de trabajar en parejas, presentó avance

en el desempeño. En consonancia con diversos estudios en el área, la interacción social fue vista como un factor facilitador del desarrollo conceptual de la aritmética elemental vehiculada a la solución de problemas. Las recomendaciones de este estudio apuntaron la interacción social entre los estudiantes, durante la solución de problemas, como una importante herramienta en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas.

---

<b>33) RIBEIRO, Edith</b> <b>Valladão Campos</b> <b>(2007)</b>	<b><i>El design y el uso de un micro-mundo musical para explotar relaciones multiplicativas.</i></b>	<b><i>Pontificia Universidade Católica de São Paulo - Máster</i></b>
--	--	--

---

Este trabajo tiene como objetivo el design y la evaluación de un micro-mundo musical para trabajar conceptos multiplicativos. Dentro de una perspectiva construccionista, se partió de la hipótesis de que, en el contexto de la construcción de un ritmo musical, los aprendices puedan interactuar con diferentes aspectos del campo multiplicativo.

Se elaboró un experimento de enseñanza compuesta por dos fases: la fase de design del micro-mundo y la fase de experimentación. Los análisis en las dos fases se basaron en la distinción realizada en las investigaciones de Confrey entre el mundo del recuento y el mundo de *splitting*. En la fase de design, la atención recayó en los aspectos del micro-mundo que permitan que los aprendices amplíen las concepciones del campo multiplicativo, yendo más allá de una visión de multiplicación como adición repetida.

La fase de experimentación contó con dos grupos de seis alumnos de 5° de la enseñanza primaria de una escuela pública localizada en la ciudad de São Paulo. Por medio de las interacciones de los estudiantes durante la construcción de sus propias composiciones rítmicas, los análisis explotaron las diferentes maneras en que los aprendices interactuaron con las herramientas del micro-mundo y en particular las formas utilizadas para expresar concepciones relativas a nociones, tales como razón y proporción.

Como resultado, se observó que, con el apoyo de estas herramientas, los alumnos gradualmente asociaron sus actividades musicales con propiedades y conceptos matemáticos. En particular, todos los alumnos consiguieron, a lo largo del experimento, trabajar las relaciones de “doble” y “mitad” en una perspectiva coherente con el mundo de *splitting* y utilizaron una variedad de formas para representar estas relaciones.

---

<b>34) MELLO, Telma</b> <b>Assad.(2008)</b>	<b><i>Argumentación y metacognición en la solución de problemas aritméticos de división.</i></b>	<b><i>Universidade de Campinas. Máster</i></b>
--	--	--

---

Este estudio tuvo como objetivo investigar la existencia de relaciones entre la argumentación, la metacognición y el desempeño en la solución de problemas aritméticos de división, rutinarios y no rutinarios, en dos diferentes ambientes: interactivo, con intercambios argumentativos en parejas y la utilización de la técnica de "pensar en voz alta" y no interactivo, sin la discusión de los procedimientos empleados. La presente investigación también examinó la influencia de los modos de división partitiva y por cuotas en los procedimientos de cálculo, realizados por los niños, buscando soluciones a los problemas presentados.

Participaron inicialmente en este estudio cincuenta y ocho estudiantes de cuarto de la enseñanza primaria de una escuela pública estadual de la región de Campinas-SP. La metodología de la investigación se desarrolló en tres etapas: aplicación de un pretest, tipo lápiz y papel, con ocho problemas aritméticos; cuatro sesiones dinamizadas a partir de la argumentación y de la interacción social en parejas, con la propuesta de solución para los seis problemas presentados; un postest con la misma característica del pretest. A partir de los resultados del pretest, se realizó la selección aleatoria de treinta y seis sujetos, de los cuales, dieciocho estudiantes para la formación de las parejas del grupo experimental y dieciocho para la composición del grupo control, de acuerdo con los niveles de alto, medio y bajo desempeño.

Los resultados principales, interpretados a partir de los estudios empíricos de Piaget, Vergnaud y Ausubel y demás autores presentes en el cuerpo teórico de esta investigación, mostraron una significativa mejora de desempeño entre la mayoría de los sujetos del grupo experimental, mediante la existencia de procesos meta-cognitivos, en que los intercambios argumentativos fueron también propulsores del mecanismo de la toma de conciencia. En esta perspectiva, la relación dialógica establecida entre la argumentación y la metacognición en ambiente de interacción social presupone que, en concordancia con diversos estudios en el área, este tipo de intervención se constituye en un elemento facilitador de los aprendizajes significativos dirigidos a la solución de problemas.

El análisis de los datos manifestó diferencias relevantes de puntuación en el postest a favor del grupo experimental. El análisis de protocolos pretendía también contemplar algunos factores relevantes que se considera que interferían en las acciones cognitivas, afectivas y sociales emprendidas por los sujetos que participaron en esta investigación. De esta forma, los resultados de este estudio indican que la argumentación, articulada a la interacción social, puede ser apuntada como una importante estrategia metodológica y enriquecedora de los procesos meta-cognitivos en busca de solución para los problemas.

---

<b>35) GONÇALVES, Heitor Antônio. (2008)</b>	<b><i>Educación Matemática y cálculo mental: un análisis de invariantes operatorios a partir de la Teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud</i></b>	<b><i>Universidade Federal Fluminense. Doctorado</i></b>
--	---	--

---

La presente investigación tiene el objetivo de identificar los invariantes operatorios utilizados en la resolución de problemas matemáticos teniendo como centro el cálculo mental. El principal marco teórico utilizado fue la teoría de los campos conceptuales del francés Gerard Vergnaud. De la teoría de los campos conceptuales, se utilizaron fundamentalmente los conceptos: campo conceptual, concepto, situaciones, esquemas e invariantes operatorios. La investigación convergió para los siguientes objetivos: identificar los invariantes operatorios presentes en los esquemas cognitivos utilizados en el cálculo mental; analizar los invariantes operatorios -conceptos-en-acción y teoremas-en-acción - según la perspectiva micro-genética; identificar el uso de estrategias matemáticas en actividades del cotidiano; caracterizar declaraciones y gestos que indican el uso del conocimiento matemático. El estudio se realizó en una escuela pública, en la periferia de la ciudad de Juiz de Fora/MG con alumnos de 4º de la enseñanza primaria, con niños de 11 años de edad.

Se escogió el análisis micro-genético, ya que se pretendía trabajar con detalles de las situaciones observadas. Para recoger los datos se recurrió a la videografía (estudio de las actividades a través de vídeos). Los problemas presentados en los sujetos eran sobre gastos en dinero con desplazamientos en transporte colectivo urbano.

El análisis de los invariantes operatorios mostró que existen semejanzas y diferencias entre las estrategias utilizadas por los alumnos en la escuela y en situaciones fuera de la escuela. Con relación a la posibilidad de que el estudio contribuya a la mejora de la enseñanza de Matemáticas en los primeros años, creemos que el conocimiento de las estrategias de solución de problemas por parte de los profesores de la escuela básica puede traer una mayor comprensión de los usos cotidianos que los alumnos hacen de las Matemáticas.

---

<b>36) MENEGUELLE, Flaviana Cristina. (2008)</b>	<b><i>Verificación del aprendizaje de operaciones matemáticas a partir de juegos interactivos multimedia: el caso de los alumnos de la Casa São José.</i></b>	<b><i>Universidade Federal de Santa Catarina Máster</i></b>
--	---	---

---

El presente trabajo presenta una reflexión sobre la utilización de las tecnologías de información y comunicación en la educación, específicamente en el desarrollo de los

conceptos básicos de las Matemáticas desarrollados en los primeros años de la enseñanza primaria.

A través de un estudio de caso en una casa de apoyo educacional - Casa São José - mantenida con recursos de la iglesia católica y del ayuntamiento municipal de Florianópolis/SC, fue posible observar el raciocinio lógico de los niños antes y después de la aplicación de las actividades en la clase informatizada.

De esta forma, la investigación pretende contribuir con reflexiones sobre los profesores y también los investigadores interesados en observar las estrategias elaboradas por los niños, desde el punto de vista matemático, en un ambiente informatizado.

---

<b>37) OLIVEIRA, Julio</b>	<b>Grupo Escolar Barnabé - Santos: la presencia del método intuitivo en la enseñanza de aritmética en la escuela primaria entre los años de 1938 a 1948</b>	<b>Pontificia Universidade Católica de São Paulo - Máster</b>
----------------------------	---	---

---

El presente trabajo tuvo el objetivo de realizar un estudio de caso analizando los documentos históricos existentes en el Grupo Escolar Barnabé, situado en la ciudad de Santos/SP, fundada en 1902. El Grupo Escolar Barnabé fue el primero de la ciudad con edificio propio y, por ese motivo, aún mantiene archivos desde su fundación.

El objetivo del estudio era responder la siguiente pregunta: ¿Hay elementos concretos que lleven a comprobar que el Grupo Escolar Barnabé usa el método intuitivo en la enseñanza de la aritmética? Con ese objetivo, se realizó una investigación en las actas de reuniones pedagógicas que se encontraban en el archivo histórico de la referida unidad de enseñanza. También se buscaron informaciones en los Anuarios del Estado, publicados en 1907 y en las Revistas de Enseñanza, publicadas entre 1902 y 1903.

El marco teórico para esta investigación se basa en los trabajos de Le Goff; Bonato; Valente y Dominique Julia que realizaron investigaciones en documentos históricos y archivos escolares. Los resultados obtenidos mostraron que existió la presencia, algunas veces indirecta, del método intuitivo en la enseñanza de aritmética. En las actas, se descubrieron algunos elementos que llevaron a pensar que las ideas que nacieron con el nuevo método de enseñanza estuvieron en uso durante mucho tiempo.

---

<b>38) SILVA, Adriana</b>	<b>La constitución de los saberes de la docencia: un análisis del campo multiplicativo.</b>	<b>Pontificia Universidade Católica de São Paulo. - Doctorado</b>
---------------------------	---	---

---

Esta investigación tuvo el objetivo de analizar la constitución de saberes de la docencia en el campo multiplicativo a lo largo de la formación inicial y continua del graduado en Pedagogía. Diez graduadas de la Facultad de Pedagogía y profesoras de 4º y 5º de la enseñanza primaria, constituyeron el grupo participante juntamente con la investigadora. Para recoger los datos, se utilizaron los informes de prácticas y sus interpretaciones sobre las producciones de sus alumnos. La línea teórica de la investigación fueron los estudios de Lee Shulman (1986 2005), Franchi (1995) y Iglioni (2008). El análisis cualitativo de datos reveló que la formación docente carece de reformulación. Uno de los aspectos de tal reformulación se refiere a propuestas de planes de estudios que hagan viable la ampliación del tiempo didáctico destinado al estudio del área y su enseñanza. Tal demanda apunta modelos de formación docente como el relatado por Muniz y Sakay (2007). El estudio también mostró la demanda de organización de las clases en la asignatura en cuestión, para privilegiar situaciones de resolución de problemas en el campo multiplicativo.

---

<b>39) COSTA, Adriana Correa. (2009)</b>	<b>Enseñanza de hechos básicos aditivos para niños con Trastorno de Déficit de Atención/Hiperactividad (TDAH): posibilidades de intervención pedagógica en la aritmética.</b>	<b>Universidade Federal do rio Grande do Sul. Doctorado</b>
--	---	---

---

Este estudio tiene el objetivo de evaluar la eficacia de un programa de enseñanza de hechos básicos, como un recurso para cambiar de un procedimiento basado en las cuentas para otro apoyado en la memoria. Para alcanzar esa meta, la investigación realizó dos estudios. El primero identificó y describió los procedimientos de cuentas y los procesos de memoria utilizados por un grupo de 28 estudiantes, con edades entre 8 y 14 años, que participaron del Programa de Trastornos de Déficit de Atención/Hiperactividad. Los resultados indicaron que los estudiantes seguían usando procedimientos para contar considerados inmaduros y que, entre los procesos de memoria, la descomposición era el más usado. Participaron del 2º estudio siete niños que utilizaron procedimientos para contar en el primer estudio, en el cual se evaluó la eficacia de un modelo de intervención pedagógica dirigida a la enseñanza de hechos básicos, como un recurso para el avance en los procedimientos de cuentas.

La metodología de la investigación fue experimental con ensayo clínico controlado aleatorio. Los resultados demostraron que: el modelo de intervención pedagógica testado es promisorio para el cambio de un procedimiento de cuentas para otro apoyado en la memoria;

que hay un atraso en el desarrollo de los procedimientos de cuentas en estudiantes con trastorno de déficit de atención/hiperactividad. Se observó también que un programa de enseñanza cuidadosamente pensado proporciona avances para el proceso de la memoria.

---

<b>40) SILVA, Adelmo Carvalho da. (2009)</b>	<b>Reflexión sobre las matemáticas y su proceso de enseñanza-aprendizaje: implicaciones en la (re)elaboración de concepciones de los profesores.</b>	<b>Universidade Federal da Paraíba. Doctorado</b>
--	--	---

---

Este estudio tuvo el objetivo de investigar el pensamiento reflexivo de los profesores sobre las Matemáticas, su proceso de enseñanza-aprendizaje y su importancia en la (re)elaboración de sus concepciones. Se basó, inicialmente, en el concepto de reflexión presentado por los filósofos Jonh Dewey (1959), Schön (1983, 2000), Shulman (1987), Moraes (1997) y Chardin (2006). La reflexión/práctica posibilita la (re)elaboración de concepciones sobre las Matemáticas y su proceso de enseñanza-aprendizaje y, de ese modo, posibilita nuevas maneras de entender qué enseñar en esa asignatura y cómo hacerlo. Se utilizó la investigación cualitativa y el método interpretativo para analizar el contenido de la reflexión de seis profesoras de los primeros años de la Enseñanza Primaria, acerca de las Matemáticas y su proceso de enseñanza-aprendizaje. Los instrumentos utilizados en el análisis fueron la observación, entrevistas, análisis de documentos, registros de clases y fichas de evaluación. Los resultados fueron los siguientes: los profesores utilizan las concepciones adquiridas en el momento de la formación básica e inicial para orientar la práctica educativa. La (re)elaboración de concepciones Matemáticas y su enseñanza desencadenaron un movimiento cíclico, que inicia con la reflexión sobre la acción y continúa en los momentos de la formación continua, a través de la reflexión colectiva sobre el proceso de cambios y en las concepciones sobre las Matemáticas y su enseñanza.

---

<b>41) MESOMO, Aliandra Cristina. (2009)</b>	<b>Problematizando el uso de los juegos en la educación de los niños de 0 a 6 años: un análisis de propuestas ejemplares.</b>	<b>Universidade de São Paulo Doctorado</b>
--	---	--

---

Esta investigación tuvo el objetivo de problematizar cómo se constituyó el discurso moderno sobre el papel educativo de los juegos, qué sentido se les atribuyó e indagar sobre sus posibles efectos. Para eso, se investigaron dos volúmenes de la Revista del Jardín de la Infancia, de 1896 y 1897 y, los tres volúmenes del “Referencial Curricular Nacional” para la Educación Infantil, de 1998. Se analizó el texto de los documentos en su contenido orientado

a la indicación de cómo organizar y conducir las actividades con los niños, utilizando juegos para trabajar conceptos, valores y comportamientos. La investigación señaló que la comprensión actual sobre el papel educativo de los juegos y de las prácticas asociadas a éstos exige el reconocimiento de su historicidad, de las estrategias de potencialización y de su relación con los discursos. Las prácticas relacionadas a lo lúdico y a los juegos, dirigidas a la infancia, en la medida en que se asocian a los aprendizajes, pueden cumplir la función de confinar la creatividad, evitar desestabilizaciones y construir subjetividades.

---

<b>42) PESSOA, Cristiane Azevêdo dos Santos. (2009)</b>	<b>Quién baila con quién: el desarrollo del raciocinio combinatorio del 2º año de la enseñanza primaria al 3º año de la enseñanza secundaria</b>	<i>Universidade Federal de Pernambuco. Doctorado</i>
---	--	--

---

En el presente estudio se analizó el desempeño y las estrategias de alumnos de 2º de la enseñanza primaria a 3º de la enseñanza secundaria (11 años de escolaridad) con relación a la resolución de problemas que implican raciocinio combinatorio, centrándose en las dimensiones destacadas por Vergnaud (1990): significados, invariantes y representaciones simbólicas. El análisis puso de manifiesto que el género no influye en el desempeño de los alumnos. Sin embargo, el tipo de escuela, el período de escolarización y el tipo de problema combinatorio que están resolviendo (e implícitamente las propiedades y relaciones que implica cada tipo de problema) interfieren en el desempeño. La forma de representación simbólica utilizada para la resolución y el orden de magnitud de los números también son factores que intervienen en el desempeño.

---

<b>43) CAMPOS, Flavio Rodrigues. (2009)</b>	<b>Diálogo entre Paulo Freire y Seymour Papert: la práctica educativa y las tecnologías digitales de información y comunicación.</b>	<i>Universidade Presbiteriana Mackenzie. Doctorado</i>
---	--	--

---

Este trabajo investigó y reflexionó sobre el discurso de Paulo Freire y Seymour Papert con relación al uso de las tecnologías digitales de información y comunicación en las prácticas educativas. Analizó las implicaciones de esos discursos para los cambios en las prácticas discursivas y en las prácticas sociales en las que están insertos, así como su importancia para la educación. El análisis se apoyó en la teoría de Norman Fairclough y discutió y reflexionó sobre los aspectos textuales y sociales inseridos en esos discursos. La tesis defiende que el análisis discursivo puede contribuir para ampliar la comprensión sobre la

influencia de los discursos de Paulo Freire y Seymour Papert en la práctica educativa de los profesionales de la educación, con relación a las tecnologías digitales de información y comunicación.

<b>44) JUSTO, Jutta Cornelia Reuwsaat. (2009)</b>	<b>Resolución de problemas matemáticos aditivos: posibilidades de la acción docente.</b>	<b>Universidade Federal do Rio Grande do Sul <i>Doctorado</i></b>
---	--	---

El objetivo de este trabajo fue apurar el desempeño de los alumnos de los primeros años en la resolución de problemas matemáticos aditivos, se implementó un programa de formación continua junto a un grupo de profesores de dos escuelas para proporcionarles avances en el conocimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje del campo conceptual aditivo; y construir con ellos un programa de enseñanza que tuviese en cuenta la construcción de significados de las operaciones de suma y resta, la comprensión de las relaciones semánticas encontradas en los problemas matemáticos aditivos, la enseñanza de procedimientos, de representaciones y de habilidades metacognitivas. La investigación evaluó el desempeño en problemas aditivos de un total de 320 estudiantes de los primeros años de la enseñanza primaria. Se seleccionaron 167 alumnos que también participaron de un programa de enseñanza de los problemas aditivos. Los resultados pusieron de manifiesto la importancia de políticas y de acciones de formación continua de profesores en ejercicio en el propio ámbito escolar en el que actúan los profesores.

<b>45) KALINKE, Marco Aurélio. (2009)</b>	<b>El cambio del lenguaje matemático al lenguaje corriente y sus implicaciones en la interpretación de problemas matemáticos</b>	<b><i>Pontificia Universidade Católica de São Paulo. Doctorado</i></b>
---	--	--

Este estudio investigó de qué forma el empleo del lenguaje comúnmente aplicado en ambientes Web, perjudica el lenguaje simbólico-matemático, interfiriendo en la interpretación de problemas matemáticos formulados con el uso del “lenguaje Web”. Para desarrollar el trabajo, se buscó fundamentación teórica en la evolución de las tecnologías de Levy y en la relación entre tecnologías y educación, de Kenski. El análisis de los datos levantados permitió concluir que el lenguaje comúnmente utilizado en ambientes Web, junto con los medios de comunicación en los que se insiere, puede traer problemas de interpretación y comprensión de los enunciados de los problemas. Se percibió que las personas que consiguen interpretar de forma correcta los enunciados propuestos en lenguaje comúnmente utilizado en ambientes Web, también consiguen utilizar el ordenador para resolver problemas que utilizan la

simbología matemática, siempre que tengan acceso a los recursos necesarios. Se sugirió mejorar la comunicación entre el usuario y el texto que se le presenta.

---

<b>46) GUIMARÃES, Sheila Denize (2009)</b>	<b>La práctica regular de cálculo mental para ampliación y construcción de nuevas estrategias de cálculo por alumnos de 4° y 5° de la enseñanza primaria.</b>	<b>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul <i>Doctorado</i></b>
--	---	--

---

Este estudio tuvo como objetivo investigar la naturaleza del cálculo mental y sus contribuciones para el aprendizaje de los conceptos aditivos y multiplicativos de alumnos de 4° y 5° de la Enseñanza Primaria, en situaciones didácticas vividas de forma dialógica. La investigación propuesta se basó en la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las estrategias de cálculo mental utilizadas por los alumnos durante la resolución de actividades que implican operaciones aditivas y multiplicativas? Para eso, utilizamos como marco teórico los estudios sobre la Teoría de los Campos Conceptuales y sobre la Teoría de las Situaciones, obteniendo los siguientes resultados: 1) las principales estrategias movilizadas por los alumnos se concentran en cinco grupos (reproducir mentalmente el algoritmo, realizar la cuenta con la ayuda de los dedos, usar reglas automatizadas, usar propiedades de los números y de las operaciones y realizar cálculos basándose en la percepción de algunas regularidades de los números anunciados); 2) la verbalización permitió el cambio de informaciones y conocimientos, revelando, muchas veces, el modo particular en que cada uno ve y hace las matemáticas; 3) oyendo, razonando y hablando sobre cálculo mental, los alumnos incorporaron nuevas estrategias al repertorio numérico; 4) los teoremas movilizadas fueron añadidos gradualmente al repertorio del grupo investigado, a medida que los mismos eran introducidos en las discusiones. Evaluaron que la dinámica instaurada en la investigación debía ser incorporada a la práctica de los profesores, pues favoreció el conocimiento de las concepciones numéricas de los alumnos y contribuyó para el desarrollo de una enseñanza más efectiva.

---

<b>47) MACHADO, Rita de Cassia Madeira. (2010).</b>	<b>Desempeño matemático, problemas matemáticos aditivos y memoria de trabajo: un estudio con alumnos de 4° de la enseñanza primaria.</b>	<b>Universidade Federal do Rio Grande do Sul <i>Máster</i></b>
---	--	--

---

Este estudio analizó la relación entre desempeño matemático, memoria de trabajo y desempeño en la resolución de problemas matemáticos aditivos en alumnos de 4° de la enseñanza primaria. Se evaluaron 29 niños de 4° de la enseñanza primaria de 10 años de edad. Se aplicó la Prueba de Aritmética (Capovilla, Montiel y Capovilla, 2007), para evaluar el desempeño en matemáticas. Se realizó una tarea de repetición de dígitos en el orden directo, para evaluar la memoria de corto plazo (Capelline, Smyte, 2008) y una tarea de repetición de dígitos en el orden inverso para evaluar la memoria de trabajo, (también de Capelline, Smyte, 2008). Se aplicó también una tarea de resolución de problemas matemáticos verbales aditivos con diferentes posiciones de la incógnita. Los datos se analizaron cualitativa y cuantitativamente. Se aplicó el análisis de correlación de Pearson entre las funciones evaluadas y la técnica de Cluster para separar la muestra total en dos grupos, un grupo con buen desempeño y un grupo con bajo desempeño. Posteriormente, se aplicó la prueba T de Student para obtener la diferencia entre los grupos con buen desempeño y bajo desempeño en cada una de las funciones evaluadas.

Los resultados presentaron correlaciones estadísticamente significativas entre las funciones. La mayoría de los alumnos con buen desempeño matemático presentó buen desempeño en la capacidad de memoria de trabajo y en la resolución de problemas matemáticos verbales. Los alumnos con bajo desempeño matemático presentaron bajo desempeño en la capacidad de memoria de trabajo y en la resolución de problemas matemáticos verbales. Los grupos con buen y bajo desempeño se diferenciaron especialmente en la utilización de estrategias en la resolución de problemas matemáticos. Todos los alumnos con bajo desempeño demostraron dificultades para recuperar hechos básicos de la memoria de largo plazo.

---

<b>48) Maia, Viviane. (2010)</b>	<b>Funciones neuro-psicológicas y desempeño matemático: un estudio con niños de 2° curso</b>	<b>Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <i>Máster</i></b>
--------------------------------------	--	---

---

Esta investigación se centró en el estudio de las relaciones entre memoria de corto plazo, memoria de trabajo, velocidad de procesamiento, procesamiento visuoespacial, funciones ejecutivas, atención selectiva y alternada y desempeño matemático, ya que esas relaciones pueden explicar las diferencias entre los alumnos en el aprendizaje de las matemáticas. El objeto de observación fueron niños de 2° de la enseñanza primaria y consistió en un estudio con base correlacional y comparativa con una muestra de 40 alumnos, con edad

entre 8 y 9 años. Se investigó el funcionamiento neuro-psicológico y el desempeño cognitivo en el aprendizaje matemático y su relevancia para desarrollar habilidades de cálculo matemático. El desempeño matemático se evalúa a través de la Prueba de Aritmética de Capovilla, Montiel y Capovilla (2007) y las funciones neuro-psicológicas, a través de cuatro subtests de la Escala Wechsler WISCIII, que son: Memoria de Corto Plazo - test de Dígitos de Orden Directo; Memoria de Trabajo - Dígitos de Orden Inverso; Velocidad de Procesamiento - Procurar Símbolos y Códigos; Percepción Visuoespacial - test de Cubos. La Función Ejecutiva se evalúa a través del Test de Montiel y Capovilla (2007) y la Atención, a través del Test de Atención por Cancelación de Montiel y Capovilla (2007). Se observó una correlación significativa entre Desempeño Matemático y Memoria de Corto Plazo, Velocidad de Procesamiento, Función Ejecutiva y Atención. En este estudio, no se encontró una correlación estadísticamente significativa entre las funciones Memoria de Trabajo y Procesamiento Visuoespacial.

---

<b>49) MALUF, Joanne Lamb (2010)</b>	<b>Raciocinio cuantitativo y memoria de trabajo en el aprendizaje matemático: un estudio comparativo entre grupos</b>	<b>Universidade Federal do Rio Grande do Sul Máster</b>
--------------------------------------	---	---

---

Esta investigación se situó en el campo de los procesos cognitivos subyacentes al aprendizaje de las matemáticas y evaluó la relación entre el raciocinio cuantitativo y la memoria de trabajo en el aprendizaje de las matemáticas en 30 alumnos de 4º de la Enseñanza Primaria, con edades entre 9 y 10 años en dos escuelas públicas de Porto Alegre. Se evaluaron los procesos cognitivos de los grupos a través de tareas de: desempeño matemático, memoria de trabajo, memoria de corto plazo, habilidades numéricas y raciocinio cuantitativo. Los resultados se analizaron cuanti-cualitativamente. Para verificar las correlaciones entre las funciones evaluadas, se utilizó el test no paramétrico de Spearman. El grupo de alumnos con alto desempeño en matemáticas presentó mejores resultados en todas las funciones evaluadas en esa investigación. Tal resultado sugiere que todas esas habilidades desempeñan un papel esencial en el aprendizaje de las matemáticas. Además, se utilizaron medidas estadísticas para verificar la significancia de las diferencias entre los grupos. Los resultados apuntan que hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos en cuanto a las funciones evaluadas, excepto la memoria de trabajo. Se destacó el hecho de que, el raciocinio cuantitativo fue la única función que se correlacionó de forma estadísticamente significativa con todas las demás. La correlación entre raciocinio cuantitativo y memoria de trabajo fue estadísticamente significativa ( $p \leq 0,05$ ) manifestando que los recursos de la memoria de trabajo son

importantes para el raciocinio cuantitativo, ya que evitan sobrecarga y garantizan fluidez en el raciocinio. Los resultados del estudio ofrecen una importante implicación educacional: la necesidad de incluir, a lo largo de la enseñanza primaria, tareas escolares que tengan el objetivo de desarrollar competencias conceptuales desafiantes, tareas en las que los alumnos tengan que estar atentos, razonar cuantitativamente demostrando flexibilidad y adaptación en la utilización de aprendizajes anteriores.

---

<b>50) FIOREZE, Leandra Anversa (2010)</b>	<b>Actividades digitales y la construcción de los conceptos de proporcionalidad: un análisis a partir de la teoría de los campos conceptuales.</b>	<b>Universidade Federal do Rio Grande do Sul</b> <i>Doctorado</i>
--	--	--

---

Esta tesis investigó las actividades digitales relacionadas con el aprendizaje de los conceptos de proporcionalidad. La base para analizar las construcciones conceptuales de los alumnos es la Teoría de los Campos Conceptuales, de Gérard Vergnaud. Para garantizar una mayor variedad de situaciones con el campo conceptual de las estructuras multiplicativas y de la proporcionalidad, se seleccionó el software Regla y Compás, planilla electrónica, geoplano, dos objetos de aprendizaje creados por el grupo de investigación RIVED/UNIFRA, el vídeo “Matemáticas en la Vida: Razón y Proporción”, del portal Dominio Público y objetos materiales como maquetas, muelles, monedas, hojas de papel. Para acompañar las clases y permitir la socialización y la interacción por medio de comentarios, se creó un Blog en el Word-press. La metodología escogida fue la Ingeniería Didáctica, que valora las relaciones de dependencia entre la dimensión teórica y la práctica de la investigación. Los sujetos de la investigación fueron alumnos de octavo de una escuela municipal, situada en la zona rural del municipio de Silveira Martins - RS. Los resultados demuestran potenciales contribuciones de las actividades digitales para el desarrollo de las estructuras multiplicativas y de la proporcionalidad. Se verificó que hubo mayor coherencia en el uso de modelos explicativos en diferentes situaciones, interpretando las situaciones y resolviéndolas, explicitando sus conocimientos, utilizando el lenguaje natural o simbólico y estableciendo relaciones con las nuevas situaciones que tenían que resolver.

---

<b>51) BACKENDORF, Viviane Raquel (2010)</b>	<b>Una secuencia didáctica de medidas de longitud y superficie en 5º de enseñanza primaria: un estudio de caso.</b>	<b>Universidade Federal do Rio Grande do Sul</b> <i>Máster profesional</i>
--	---	---

---

El objetivo de este trabajo fue elaborar, aplicar y analizar una secuencia didáctica que abordó el tema de las medidas de longitud y área, en una clase de quinto de la Enseñanza Primaria. Se elaboró una propuesta de enseñanza apostando en la construcción de los conceptos desde los primeros cursos de la Enseñanza Primaria, cuando se inicia el estudio de los conceptos de magnitudes y medidas. La investigación se desarrolló como estudio de caso, y la secuencia didáctica fue aplicada en una clase de quinto de una escuela municipal de Almohada, Rio Grande do Sul. Durante todo el proceso de construcción, implementación y evaluación de la secuencia, se recurrió a estudios que tratan del acto de medir, de la construcción de conceptos, de la utilización de las estructuras multiplicativas y del desarrollo cognitivo de los niños para comprender y analizar las estrategias y los métodos utilizados por los alumnos que participaron en la investigación para resolver determinadas situaciones. Analizando los resultados, se verificó que es posible promover la comprensión y construir el concepto de medida con alumnos de quinto de la Enseñanza Primaria.

### **2.2.3 Algunas consideraciones sobre los trabajos investigados**

A continuación se presentan los resultados del análisis de los cincuenta y un (51) trabajos de investigación presentados en la sección anterior, de los cuales 34 son disertaciones de Máster (Maestría) y 17 son tesis de Doctorado. El interés de estos trabajos de investigación está dirigido a la enseñanza-aprendizaje de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas en los primeros años de la enseñanza primaria. En este estudio vamos a destacar el conjunto de intervenciones e instrumentos pedagógicos utilizados para el tratamiento del problema y el marco teórico de cada investigación.

De las informaciones obtenidas a partir de la lectura del resumen y de la metodología, se observó la existencia de 12 investigaciones relacionadas a la formación y al desarrollo profesional de profesores que enseñan Matemáticas en la enseñanza primaria, 37 investigaciones están dirigidas al desarrollo de acciones pedagógicas para la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas en la enseñanza primaria y 2 incluyen el análisis de documentos históricos.

La propuesta del estudio y evaluación de esos trabajos tiene, por lo menos, dos contribuciones. La primera es componer un conjunto de informaciones y tendencias sobre las investigaciones que se desarrollaron en los últimos 5 años en el campo de la educación matemática para los primeros años de la enseñanza primaria. La segunda contribución se refiere a la observación de las tendencias pedagógicas y metodológicas que están dominando en la enseñanza de Matemáticas en Brasil, las cuales ejercen cierta influencia en las publicaciones destinadas a la enseñanza de esa asignatura.

Los resultados del análisis de esas investigaciones están organizados en tablas con una sinopsis de las prácticas pedagógicas y el marco teórico propuesto en las investigaciones que se presentan a continuación:

En la tabla 2 están organizados los trabajos en los que las tareas de enseñanza usadas en el desarrollo de la investigación para alumnos y profesores incluyeron técnicas de resolución de algoritmos de las operaciones (suma, resta, multiplicación y división). Uno de los trabajos investiga las habilidades y competencias del profesor en el desarrollo de las estructuras aditivas para los alumnos y los demás son investigaciones que tratan de la enseñanza-aprendizaje explotando prácticas pedagógicas para un aprendizaje significativo de los alumnos.

<b>1. PROPUESTAS DE ENSEÑANZA UTILIZANDO TAREAS CON USO DE TÉCNICAS DE RESOLUCIÓN DE ALGORITMOS</b>		
<b>Investigación con:</b>	<b>Sinopsis</b>	<b>Marco teórico</b>
Alumnos Trabajo 1	Las tareas de enseñanza propuestas a los alumnos son de naturaleza monofuncional (algoritmizables) y plurifuncional (no algoritmizables) con registros de representación discursivos. Se utilizaron los planes señalados por Vergnaud (1991): el plan de los objetos, el plan de los conjuntos, el plan de los cardinales de los conjuntos y el plan de las representaciones escritas.	Raymond Duval  Vergnaud
Alumnos Trabajo 45	Este estudio investigó la naturaleza del cálculo mental y sus contribuciones para el aprendizaje de los conceptos aditivos y multiplicativos de alumnos de 4° y 5° de la enseñanza primaria, en situaciones didácticas vividas de forma dialógica. Las principales estrategias movilizadas por los alumnos se concentran en cinco grupos (reproducir mentalmente el algoritmo, realizar la cuenta con el auxilio de los dedos, usar reglas automatizadas, usar propiedades de los números y de las operaciones y realizar cálculos basándose en la percepción de algunas regularidades de los números anunciados.	Vergnaud
Profesor Trabajo 13	Organización de tareas para captar a través de la descripción e interpretación de declaraciones orales y de registros escritos, elementos sobre la comprensión de los profesores acerca de la enseñanza de algoritmos de la suma y de la resta con reagrupación y sobre la manera de referirse a la comunicación con sus alumnos al enseñar esos algoritmos.	Carraher Schliemann Nunes Serrazina Kami y otros
Alumno	Las tareas consistieron en cálculos de la Estructura Aditiva para investigar si la enseñanza de la aritmética, con énfasis en el algoritmo, permite la flexibilidad del	Piaget

Trabajo 29	pensamiento del niño y si el niño percibe los principios y las propiedades del Sistema de Numeración Decimal implícitos en ese procedimiento.	
Alumno Trabajo 17	Analiza las producciones espontáneas de niños, a partir de la interpretación que los alumnos hacen de los algoritmos usados en las clases. La investigación procuró comprender cómo organizan los niños el pensamiento matemático tomando como base de discusión teórica y epistemológica la Teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud. El conocimiento construido se reconoció mediante las diversas formas de explicación (verbal, con material, por escrito) del sujeto.	Vergnaud

Tabla 2- Tareas con uso de algoritmos de operaciones.

En la tabla 3 se presentan dieciséis (16) investigaciones sobre la resolución de problemas. Estos trabajos de investigación emplearon en los procedimientos metodológicos de la investigación la dinámica de aproximar los conocimientos a través de tareas de resolución de situaciones-problema para la contribución del aprendizaje de conceptos matemáticos de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas.

<b>2. PROPUESTAS DE ENSEÑANZA CON TAREAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>		
<b>Investigación con:</b>	<b>Sinopsis</b>	<b>Marco teórico</b>
Alumno Trabajo 3	Se utilizaron situaciones-problema del libro didáctico Vivencia y Construcción de Luiz Roberto Dante y el material didáctico de la Sociedad Educativa Positiva.	Gérard Vergnaud
Alumno Trabajo 7	La intervención específica incluye la resolución de problemas de división en la que el examinador presentaba situaciones. El examinador ofrecía feedback y explicaciones durante el proceso de resolución adoptado por el niño, destacando los principios invariantes de la división.	Psicología cognitiva
Profesor Trabajo 15	Analiza las competencias conceptuales y didácticas de profesores de la enseñanza primaria sobre la enseñanza de estructuras aditivas. Se realizaron observaciones y entrevistas con profesores y se elaboraron situaciones-problema que trabajan la suma y la resta.	Perrenoud
Alumno Trabajo 23	La modalidad de actividades de intervención fue “ejercicios operatorios” y el trabajo de proposición de problemas de Estructura Aditiva con el objetivo de	Gérard Vergnaud

	favorecer la construcción de nociones aritméticas iniciales. Se examinó el papel de las actividades de clasificar y seriar, además de las que trabajan con la noción de conservación numérica.	
Profesor y alumno Trabajo 26	La tarea de intervención propuesta fue la creación y resolución de situaciones-problema que trabajan la idea de división partición y división cuota.	
Alumnos Trabajo 18	Describe la naturaleza de las alteraciones de las soluciones notacionales, verbales e interpretativas de los niños, expresadas durante la solución de los problemas de producto de medidas y combinatorio. La intervención siguió el estilo de intervención clínico-crítica, inspirado en Piaget.	Gérard Vergnaud y Piaget
Alumnos Trabajo 46	La investigación analizó la relación entre el desempeño matemático, memoria de trabajo y resolución de problemas matemáticos aditivos en alumnos de 4º de la enseñanza primaria. Se aplicaron pruebas escritas y orales para evaluar el desempeño matemático.	Capovilla Montiel Capelline Smyte
Alumnos Trabajo 28	Las tareas que se les propuso a los alumnos fueron situaciones-problema de la Estructura Aditiva elaboradas con base en los estudios de Huete y Bravo (2006). Los alumnos fueron incentivados a usar sus propios procedimientos de resolución y a comparar y discutir los resultados con otros grupos.	Huete y Bravo
Alumnos Trabajo 31	Este estudio comparó tres formas de trabajar con resolución de problemas en la educación infantil: 1º) Juego con intervención pedagógica (bolos y senda); 2º) Resolución de problemas del libro didáctico; 3º) Juegos de reglas de forma libre, o sea, sin intervención pedagógica.	Smole, Diniz y Cândido, Devries
Alumnos Trabajo 27	En la investigación se usaron sesiones de interacción social en parejas durante la solución de problemas aritméticos rutinarios y no rutinarios.	Gérard Vergnaud Vygotsky
Alumnos Trabajo 34	Investigó la existencia de relaciones entre la argumentación, la metacognición y el desempeño en la solución de problemas aritméticos de división, rutinarios y no rutinarios, en dos diferentes ambientes: interactivo, con intercambios argumentativos en parejas y con la utilización de la técnica de "pensar en voz alta" y no interactivo, sin discusión de los procedimientos empleados.	Piaget, Gérard Vergnaud y Ausubel

Alumnos Trabajo 30	La investigación identificó los invariantes operatorios utilizados en la resolución de problemas matemáticos centrados en el cálculo mental. La resolución de problemas fue en parejas y se basó en situaciones cotidianas con uso de dinero y en la verbalización para el aprendizaje.	Gérard Vergnaud
Alumnos y profesores Trabajo 44	Investigó el desempeño de los alumnos de los primeros cursos en la resolución de problemas matemáticos aditivos. Se implementó un programa de formación continua para un grupo de profesores, con el fin de proporcionarles avances en el conocimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje del campo conceptual aditivo; y construir con ellos un programa de enseñanza que consideró la construcción de significados de las operaciones de adición y sustracción.	-
Alumnos Trabajo 45	Este estudio investigó de qué forma el empleo del lenguaje aplicado en ambientes Web perjudica el lenguaje simbólico-matemático, interfiriendo en la interpretación de problemas matemáticos.	Levy Kenski
Alumnos Trabajo 42	En éste se analizó el desempeño y las estrategias de alumnos desde 2° de la enseñanza primaria hasta 3° de la enseñanza secundaria (11 años de escolaridad) con relación a la resolución de problemas que implican raciocinio combinatorio, centrados en las dimensiones apuntadas por Vergnaud (1990): significados, invariantes y representaciones simbólicas.	Gérard Vergnaud
Profesor Trabajo 19	Analiza e identifica concepciones, creencias, actitudes y prácticas sobre el tema Resolución de problemas. La investigación cualitativa se desarrolló por medio de discusiones de textos, actividades, procedimientos y procesos realizados en reuniones pedagógicas con todo el grupo de profesores de la escuela, de la grabación de clases con contenidos matemáticos de cuatro profesoras de 1° a 4° de la enseñanza primaria y asistencia, análisis y entrevistas con esas profesoras para reflexión sobre la práctica desarrollada.	Vergnaud Pozo “Parámetro Curricular Nacional”

Tabla 3 - Tareas de resolución de problemas

En la tabla 4 se presentan seis (6) trabajos de la línea de investigación de las nuevas tecnologías de información y comunicación. En las tareas de investigación de estos trabajos se utilizaron recursos de software educativo y ambientes virtuales para el desarrollo de las prácticas pedagógicas. Dos (02) de estos trabajos investigan las prácticas del profesor y cuatro (04) investigan la enseñanza-aprendizaje.

<b>3. TAREAS CON EMPLEO DE SOFTWARES Y AMBIENTES VIRTUALES</b>		
<b>Investigación con:</b>	<b>Sinopsis</b>	<b>Marco teórico</b>
Alumnos Trabajo 4	En esta investigación, la elaboración de las actividades tuvo como base los niveles de comprensión de gráficos propuestos por Curcio y las propiedades de media aritmética propuestas por Strauss y Bichler. Las actividades de intervención se desarrollaron en ambiente computacional con el empleo del software Tabletop, con el objetivo de introducir el concepto de media aritmética y el de lectura e interpretación de gráficos.	Gérard Vergnaud Curcio Strauss Bichler
Profesores Trabajo 12	En esta investigación, se utilizó un prototipo de software construido para evaluar qué propiedades de conceptos emergen durante su uso. El software, basado en la teoría de los Campos Conceptuales, fue testado con profesores de la enseñanza primaria y se integró al ambiente virtual Amadeus.	Gérard Vergnaud
Profesor Trabajo 14	La propuesta metodológica se desarrolla en el Ambiente Virtual de Aprendizaje Mathemolhes, con el propósito de integrarla a la práctica pedagógica cotidiana, integrada en el contexto local, para discutir dos temas actuales y emergentes en el contexto educacional: la inserción de la tecnología y la transversalización de la educación ambiental en el plan de estudios.	Contribución teórica de las tecnologías educacionales y de la educación ambiental
Alumnos Trabajo 33	Elaboración de un experimento de enseñanza en dos fases: la fase de design del software micro-mundo y la fase de experimentación, basadas en la distinción realizada en las investigaciones de Confrey entre el mundo de la cuenta y el mundo de <i>splitting</i> .	Confrey
Alumnos Trabajo 36	Actividades con juegos interactivos multimedia, realizadas en una clase informatizada.	Contribución de las tecnologías de información y comunicación.
Alumnos Trabajo 49	Esta tesis investigó las actividades digitales relacionadas con el aprendizaje de los conceptos de proporcionalidad. La base para analizar las construcciones conceptuales de los alumnos fue la Teoría de los Campos Conceptuales, de Gérard Vergnaud. Se seleccionaron como tareas de intervención el software Regla y Compás, planilla electrónica, geoplano, dos objetos de aprendizaje, el vídeo “Matemáticas en la Vida: Razón y Proporción” y materiales como maquetas, muelles, monedas, hojas de papel.	Gérard Vergnaud

Tabla 4 – Empleo de softwares y espacios virtuales

En la tabla 5 se presentan cinco (5) trabajos de investigación, en que se utilizaron como tareas de intervención juegos y actividades lúdicas. Uno de los trabajos investiga los saberes del profesor sobre juegos y los demás, sobre enseñanza-aprendizaje.

<b>4. PROPUESTAS DE ENSEÑANZA USANDO TEST EVALUATIVO, JUEGOS Y ACTIVIDADES LÚDICAS</b>		
<b>Investigación con:</b>	<b>Sinopsis</b>	<b>Marco teórico</b>
Alumnos Trabajo 6	El instrumento de intervención estaba compuesto por tareas elaboradas a partir de las recomendaciones hechas en el <i>Referencial Curricular</i> , en los <i>Parámetros Curriculares Nacionales</i> y de situaciones informales vividas diariamente por los niños. Las tareas presentadas incluían juegos, personajes infantiles, <i>matching</i> visual, figuras, gráficos.	<i>Referencial Curricular Nacional</i> para la Educación Infantil y PCN
Alumnos Trabajo 9	Los datos tienen como base el análisis de contenido propuesto por Engers (1987). Las tareas de enseñanza-aprendizaje estaban fundamentadas en lo lúdico y en el uso de juegos y de materiales concretos (palitos, rotuladores, lápices de color, dibujos, etc.) para el desarrollo de las tareas.	Engers
Profesores Trabajo 10	El trabajo, cuyo objetivo era investigar los saberes de las profesoras sobre la utilización de juegos en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las Matemáticas, constó de una entrevista estructurada, realizada con las profesoras seleccionadas, con el objetivo de reconocer si existe coherencia entre su práctica con juegos y las orientaciones de los investigadores.	Contribución de investigadores brasileños
Alumnos Trabajo 11	Esta investigación estuvo orientada por los niveles didácticos “percibir, relacionar y conceptuar” idealizados a partir de la estructura triádica de Peirce. Se usaron situaciones experienciales para la aprehensión de los conceptos. Se explotaron diferentes partes del cuerpo de los alumnos (palma, dedo, pie), en situaciones perceptivas como recurso didáctico-metodológico para la comprensión del concepto de patrón de medidas. También se introdujeron en las actividades didácticas otros instrumentos: regla, cinta métrica, metro de carpintero.	Charlers Sanders Peirce
Alumnos Trabajo 25	Estudio exploratorio y descriptivo a partir de juegos matemáticos en la práctica de las clases.	Greimas y Pais

Tabla 5- Propuestas de enseñanza usando test de evaluación, juegos y actividades lúdicas.

En la tabla 6, se presentan 19 trabajos de investigación con diversidad de propuestas de tareas de intervención de enseñanza.

<b>5. TAREAS CON USO DE SECUENCIA INSTRUCTIVA</b>		
<b>Investigación con:</b>	<b>Sinopsis</b>	<b>Marco teórico</b>
Alumnos Trabajo 8	Las intervenciones didácticas, denominadas “unidad instructiva”, tenían el objetivo de contribuir a la comprensión del concepto de división a partir del esquema de la correspondencia. Los sujetos de la investigación resolvieron, oralmente y con la ayuda de materiales concretos (bloques de madera, dibujos, gráficos, tablas e instrucciones) situaciones-problema que incluían el concepto de la división.	Piaget
Alumnos Trabajo 48	Esta investigación se situó en el campo de los procesos cognitivos subyacentes al aprendizaje de las matemáticas y procuró evaluar la relación entre el raciocinio cuantitativo y la memoria de trabajo en el aprendizaje de las matemáticas. Se evaluaron los procesos cognitivos de los grupos a través de tareas que trabajaban: desempeño matemático, memoria de trabajo, memoria de corto plazo, habilidades numéricas y raciocinio cuantitativo.	Psicología Cognitiva
<b>6. TAREAS CON USO DE SECUENCIA DIDÁCTICA</b>		
Alumnos Trabajo 16	Utilización de una secuencia didáctica con actividades propuestas que siguieron la hipótesis fundamental de Duval, que sugiere que se utilicen y coordinen siempre dos o más tipos de representaciones semióticas para alcanzar la comprensión de conceptos.	Duval
Alumnos Trabajo 39	Esta investigación evaluó la eficacia de un modelo de intervención pedagógica dirigida a la enseñanza de hechos básicos, como un recurso para el avance de los procedimientos basados en cuentas a otro procedimiento apoyado en la memoria.	Investigación experimental con ensayo clínico
Alumnos Trabajo 51	Este trabajo elaboró y aplicó una secuencia didáctica que abordó el tema de las medidas de longitud y área, en una clase de quinto de la enseñanza primaria. Se elaboró una propuesta de enseñanza apostando en la construcción de los conceptos desde los primeros cursos de la Enseñanza Primaria, cuando se inicia el estudio de los conceptos de magnitudes y medidas. La investigación se desarrolló como estudio de caso, y la secuencia didáctica se aplicó en una clase de quinto.	Estudio de caso

Profesores Trabajo 20	El trabajo investigó la viabilidad de un proceso de formación continua sobre estructuras multiplicativas a partir de secuencias didácticas. Este proceso incluyó el análisis de la apropiación de dos profesoras de los primeros cursos de una escuela municipal de Recife acerca de la resolución de problemas de Estructura Multiplicativa. Las profesoras vivieron y elaboraron secuencias didácticas según la propuesta de Brousseau (1986).	Brousseau
<b>7. TAREAS CON USO DE UN PROGRAMA INSTRUCCIONAL</b>		
Alumnos Trabajo 22	Utiliza un programa didáctico en el que las tareas elaboradas siguieron jerarquías de aprendizaje propuestas por Gagné y Briggs: a) capacidad de acceso al léxico, a la semántica y a la sintaxis (lenguaje); b) comprensión del enunciado verbal del problema; c) traducción del enunciado en una representación Matemática (esquemas, representaciones mentales, operación simbólica); d) pensamiento estratégico; e) escrita de la respuesta correcta; f) metacognición.	Gagné y Briggs
<b>8. TAREAS CON USO DE ACTIVIDADES ESTRUCTURADAS</b>		
Alumnos Trabajo 24	Aplicación de las Actividades Estructuradas propuestas por Richard Skemp para la construcción del conocimiento matemático.	Richard Skemp
<b>9. ACTIVIDADES Y TAREAS CON BASE EN UNA TEORÍA</b>		
Alumnos Trabajo 32	Actividades desarrolladas con base en la Teoría de la Enseñanza Desarrollista, formulada por V. V. Davydov.	V.V. Davydov
<b>10. TAREAS DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN SARESP</b>		
Alumnos Trabajo 35	Realización de evaluación de la competencia aritmética de los alumnos de 1º y 2º de enseñanza primaria, utilizando y comparando los resultados de la prueba del Sistema de Evaluación del Rendimiento Escolar de São Paulo (SARESP) y de la prueba de aritmética, verificando la existencia de correlaciones entre las dos pruebas.	
<b>11. ANÁLISIS DE DOCUMENTOS</b>		
Trabajo 37	A través del análisis de documentos históricos, procuró responder a la siguiente pregunta: ¿Hay elementos concretos que lleven a comprobar que el Grupo Escolar Barnabé usa el método intuitivo en la enseñanza de la aritmética?	Le Goff; Bonato; Valente y Dominique Julia

Profesor Trabajo 38	Se utilizaron los informes de las prácticas de los profesores y sus interpretaciones sobre las producciones de sus alumnos para investigar y analizar la constitución de saberes de la docencia en el campo multiplicativo a lo largo de la formación inicial y continua del licenciado en Pedagogía.	Lee Shulman  Franchi  Igliori
<b>12. USO DEMATERIAL CONCRETO (FICHAS, DEDOS, ETC.)</b>		
Alumnos Trabajo 2	En las entrevistas clínicas se usaron actividades para investigar esquemas de secuencias numéricas, pasando por los esquemas de unidades compuestas y esquemas pre-multiplicativos, en la dirección de los esquemas multiplicativos. En las tareas de enseñanza se permitió el uso intenso de los dedos, con cuenta oral, material manipulador, grupo de fichas.	Piaget
<b>13. TESTS EVALUATIVOS</b>		
Alumnos Trabajo 5	Se les aplicó a los alumnos un test evaluativo sobre el uso y la aplicación de las cuatro operaciones básicas.	-
Alumnos Trabajo 47	Esta investigación estudió las relaciones entre memoria de corto plazo, memoria de trabajo, velocidad de procesamiento, procesamiento visuoespacial, funciones ejecutivas, atención selectiva y alternada y desempeño matemático. El desempeño matemático se evaluó a través de la Prueba de Aritmética de Capovilla, Montiel y Capovilla (2007).	Psicología Cognitiva  Capovilla Montiel
<b>14. SECUENCIA DE CONTEXTO FAMILIAR Y SIGNIFICATIVO</b>		
Alumno Trabajo 21	El objetivo de esta disertación fue investigar la posibilidad y eficiencia de introducir el número entero negativo en 3° de la enseñanza primaria, reapiando parte del estudio desarrollado por Passoni (2002). La intervención fue una secuencia que utilizó un contexto familiar y significativo. Se analizó la comprensión de los niños de 3°.	Passoni
<b>15. ANÁLISIS Y REFLEXIÓN SOBRE PRÁCTICAS</b>		
Profesor Trabajo 40	Investigó el pensamiento reflexivo de los profesores sobre las Matemáticas, su proceso de enseñanza-aprendizaje y su importancia en la (re)elaboración de sus concepciones. Los instrumentos de análisis utilizados fueron la observación, entrevistas, análisis de documentos, registros de clases y fichas de evaluación.	Jonh Dewey Schön Shulman Moraes Chardin

Alumno Trabajo 41	Esta investigación tuvo el objetivo de problematizar cómo se constituyó el discurso moderno sobre el papel educativo de los juegos, qué sentido se les atribuyó e indagar sobre sus posibles efectos. Se analizó el texto de los documentos en su contenido en lo que se refiere a la indicación de cómo organizar y conducir las actividades con los niños, utilizando juegos para trabajar conceptos, valores y maneras de portarse.	PCN y Revista Jardim da Infância
Profesor Trabajo 43	El trabajo investigó y reflexionó sobre el discurso de Paulo Freire y Seymour Papert con relación al uso de las tecnologías digitales de información y comunicación en las prácticas educativas. Analizó las implicaciones de esos discursos para los cambios en las prácticas educativas.	Norman Fairclough

Tabla 6 - Propuestas de intervenciones variadas de enseñanza

Los resultados del análisis de los 51 trabajos de investigación apuntan la existencia de cierta predilección de los investigadores por adoptar como objeto de estudio la investigación de las clases, investigando variables que afectan el comportamiento y desarrollo cognitivo de los alumnos, o sea, revelan interés por aspectos importantes para una acción pedagógica orientada a la transformación de la enseñanza tradicional de transmisión de conocimientos. Aproximadamente 72% de los trabajos (37 trabajos) son de investigación en las clases.

En cuanto a las propuestas de acciones pedagógicas y metodológicas, las investigaciones se centran en la búsqueda de formación o de construcción de conceptos con relación al saber matemático”, teniendo en cuenta las dificultades manifestadas por los alumnos y la producción de una enseñanza más significativa para los mismos. Del universo de los trabajos analizados, se presentan los principales instrumentos de investigación usados:

- ✓ Cinco (5) trabajos investigan el uso de técnicas de resolución empleando algoritmos.
- ✓ Dieciséis (16) investigan variables que afectan el comportamiento de solucionar problemas.
- ✓ Seis (6) investigan el uso de recursos de softwares educativos y ambientes virtuales.
- ✓ Cinco (5) investigan variables cuando se usan juegos y tareas lúdicas.
- ✓ Diecinueve (19) investigan propuestas con intervenciones de enseñanza variadas.

Los trabajos sobre fenómenos que interfieren en los procesos de resolución de problemas son los que se presentan en mayor número, tal vez por la familiaridad de los profesores con esos instrumentos.

En cuanto a los trabajos que investigan el uso de los recursos de las tecnologías de la información aparecen de forma bastante tímida, si consideramos la evolución de la comunicación y de la información de los últimos cinco años. Tal vez por el hecho de existir aún cierta resistencia natural de algunos educadores al uso de esos recursos, tal vez por la falta de conocimientos sobre las mismas, o también, el profesor puede tener los conocimientos pero no saber cómo puede y debe aplicarlos en situaciones concretas en las clases, por ejemplo. El problema de la falta de recursos para la aplicación práctica es obvio. Podemos tener educadores con los conocimientos y con las ideas sobre su aplicación, pero si no existen las máquinas y el *software* adecuado, no se puede hacer nada.

Las tecnologías están presentes en nuestro cotidiano, formando parte del mundo productivo y de la práctica social de todos los ciudadanos, crean formas de organización y transformación de procesos y procedimientos. Por tanto, es preciso que se intensifiquen las investigaciones en el área de la informática orientadas para la educación Matemática. De esta forma, se puede reflexionar: cómo utilizar el ordenador como herramienta mediadora, para auxiliar al profesor en la enseñanza-aprendizaje de los conceptos matemáticos en la enseñanza fundamental (1° a 5° año). Es visible la necesidad de adecuaciones didácticas de enseñanza/aprendizaje que creen mejores condiciones y que permitan interconexiones con el proceso educacional y la evolución de recursos tecnológicos como medios para alcanzar un aprendizaje diferenciado y significativo.

En cuanto al marco teórico de los estudios investigados, se consideraron sólo los principales o los más citados por el (la) autor(a) durante sus análisis y discusiones. Se observa la importancia dada a la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, que está presente en 30% de los trabajos investigados. El resto se valen de referenciales que se constituyen en un diálogo con las diversas ciencias, tales como las Ciencias de la Educación, la Psicología Cognitiva, la Epistemología, la Filosofía de las Matemáticas, los Estudios sobre el Lenguaje, etc.

Los resultados y las reflexiones sobre los trabajos investigados traen contribuciones para la educación matemática, tanto en lo que se refiere al suministro de subsidios para la eventual elaboración de investigaciones futuras como sobre las prácticas pedagógicas realizadas en el ámbito de la enseñanza primaria (1° a 5°), que podrán contribuir para auxiliar en la comprensión de problemas relativos a la práctica de las Matemáticas.

## **2.3 ALGUNAS PRODUCCIONES INTERNACIONALES RELACIONADAS CON LA INSERCIÓN DE RECURSOS COMPUTACIONALES EN EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS**

La presente investigación bibliográfica de revisión de literatura fue realizada en los periodos anuales de 2009 y 2010 y tuvo como objeto de estudio artículos internacionales presentados en la revista online *Computers & Education*. El objetivo fue identificar y analizar las actuales tendencias didáctico-pedagógicas que hicieron uso de recursos computacionales en el proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, especialmente los que se centran en los primeros años de la Enseñanza Primaria.

De los 322 artículos analizados, se seleccionaron 13, cuyos contenidos de investigación están fuertemente relacionados con nuestro estudio. Se presenta a continuación una sinopsis del contenido de investigación de cada uno de los artículos.

---

<i>1) Kay, Robin H.(2009)</i>	<i>Examinando las diferencias de género en las actitudes de comunicación de sistemas en clase interactiva.</i>	<i>Computers &amp; Education Volumen 52</i>
-------------------------------	--	---

---

El objetivo de este estudio fue analizar las diferencias de género en las actitudes de 659 alumnos de la enseñanza primaria en la aplicación de un sistema de comunicación interactiva en clase, con el uso de dispositivos remotos que les permiten a todos los alumnos responder preguntas tipo test exhibidas en un proyector LCD. En cuanto se seleccionan las respuestas, los resultados se muestran inmediatamente en forma de gráfico. Los resultados iniciales sugirieron que los alumnos de sexo masculino tuvieron actitudes significativamente más positivas que los estudiantes de sexo femenino con relación a la participación en las tareas, evaluación y percepción de aprendizaje. Sin embargo, algunas de esas diferencias desaparecieron cuando se añadieron como covariables el nivel de familiaridad con el ordenador y el tipo de uso. Se percibió que los alumnos de sexo masculino tuvieron un desempeño mejor en el proceso de aprendizaje global que los estudiantes de sexo femenino, independientemente del nivel de familiaridad con el ordenador o del tipo de uso.

---

<i>2) K. Dalacosta, M. Kamariotak Paparrigopoulou, J.A. Palyvos, and N.Spyrellis. (2009)</i>	<i>Aplicaciones multimedia con dibujos animados en la enseñanza de las Ciencias en la enseñanza primaria.</i>	<i>Computers &amp; Education Volumen 52</i>
--	---	---

---

Este estudio presentó los resultados de una investigación sobre la eficacia del uso de dibujos animados en una aplicación multimedia destinada al apoyo a la enseñanza y aprendizaje en ciencias. Los investigadores desarrollaron multimedia con dibujos animados que se utilizaron de programas apropiados. Los estudios fueron realizados en diversas escuelas de Atenas, en Grecia, con la participación de 179 alumnos con edades entre 10 y 11 años. Los resultados de la investigación ponen de manifiesto que el uso de dibujos animados aumenta significativamente el conocimiento de los jóvenes estudiantes y la comprensión de conceptos científicos específicos, que son normalmente de difícil comprensión y muchas veces causan equívocos a los alumnos.

---

**3) Yee Leng Eow, Zah bte Wan Ali, Rosnaini bt. Mahmud and Roselan Baki (2009)**      ***Os juegos de computadora y su efecto sobre el desempeño de los alumnos de una escuela secundaria en Malasia.***      ***Computers & Education Volumen 53***

---

Este estudio abordó la asociación entre juegos de ordenador y el desempeño escolar de los alumnos. El excepcional crecimiento del número de niños que juegan en el ordenador, la inquietud y la falta de fundamentos para la comprensión sobre los mismos ha generado innumerables discusiones y estimuló la realización de este estudio. El estudio se realizó con 236 estudiantes de una escuela secundaria de Malasia, en que 75,8% eran jugadores. Los juegos de ordenador parece que predominan entre los niños, con 91,3% de los muchachos, en comparación con 54,1% entre las niñas. Los alumnos dedicaron una media de 8,47 horas por semana a jugar con juegos del ordenador y los padres y profesores no esconden sus preocupaciones sobre juegos, haciendo asociaciones negativas con relación al desempeño escolar. Sin embargo, análisis más profundos apuntaron resultados que sugieren algunas asociaciones interesantes entre los juegos de ordenador y el desempeño escolar de los alumnos. Sin embargo, hay que tener cuidado para no hacer generalizaciones, pues los resultados del presente estudio son limitados debido a la naturaleza de la muestra. Aun así, culpar los juegos de ordenador por el mal desempeño de los alumnos en la escuela es injusto, pues hay que considerar otros muchos factores antes de hacer de los juegos de ordenador un chivo expiatorio.

---

**4) Kose, Erdogan (2009)**      ***Evaluación de la eficacia del ambiente educativo apoyado por presentaciones y asistido por ordenador en la escuela primaria.***      ***Computers & Education Volumen 53***

---

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la eficacia del ambiente educativo apoyado en presentaciones y asistido por ordenador en una escuela primaria. Se evaluó la eficacia del medio en términos del aprendizaje de los alumnos y del recuerdo de lo que aprendieron. Los resultados mostraron que un ambiente de enseñanza asistida por ordenador es más eficaz que la enseñanza convencional en términos de aprendizaje. Sin embargo, en términos de la permanencia de lo que se había aprendido, no hubo diferencia significativa entre el ambiente educacional convencional y el asistido por ordenador. Se observó también que, tanto un método como el otro, poseen contribuciones positivas para la actividad de aprendizaje.

---

<i>5) Robinson, Carol Sebba, Judy (2010)</i>	<i>Personalizar el aprendizaje a través del uso de la tecnología.</i>	<i>Computers &amp; Education Volumen 54</i>
--	---	---

---

Este trabajo tenía el objetivo de auxiliar la enseñanza y aprendizaje buscando mejorar los resultados en niños y jóvenes, a través de ideas compartidas y clases más interesantes con ayuda on-line. También tenía el objetivo de ayudar a los alumnos con necesidades especiales, usando formas más motivadoras de aprendizaje, y dándoles más posibilidades de elección sobre cómo y qué aprender. Este artículo relató los resultados de ese proyecto de investigación, financiado por la Becta, que tuvo como concepción el uso de tecnologías y estrategias personalizadas de aprendizaje. El proyecto tuvo la duración de 7 meses, entre septiembre de 2007 y marzo de 2008 y se centró específicamente en los facilitadores y las barreras, tanto de personal y de perspectivas de los aprendices, que influyeron en el nivel de personalización de las actividades y en el aprendizaje utilizando la tecnología digital en las escuelas.

---

<i>6) Bruce Torff and Rose Tirota (2010)</i>	<i>Los cuadros interactivos y la producción y aumento de la motivación de los alumnos de la enseñanza primaria en matemática</i>	<i>Computers &amp; Education Volumen 54</i>
--	--	---

---

Se realizó un estudio con 773 alumnos, con el objetivo de determinar la extensión de la utilización de la tecnología de cuadros interactivos (IWB) en alumnos de nivel superior y de enseñanza primaria para la motivación en matemáticas. Los alumnos del grupo de tratamiento presentaron niveles más elevados de motivación con relación a los alumnos del grupo de control. Los alumnos con profesores que eran más favorables a la tecnología IWB presentaron niveles más elevados de motivación (con relación a los alumnos de los profesores

que fueron menos favorables). Es necesario hacer más investigaciones para determinar de qué manera se asocia el uso del IWB al desempeño escolar.

---

<i>7) Paraskeva, Fotini; Mysirlaki, Sofia Papagianni, Aikaterini (2010)</i>	<i>Los juegos que permiten varios jugadores online como herramienta de enseñanza: Nuevos desafíos en el aprendizaje</i>	<i>Computers &amp; Education Volumen 54</i>
---	---	---

---

Este artículo presentó una propuesta para el desarrollo de juegos educativos online multiplayer (que permiten varios jugadores online), basado en la teoría de la actividad como un medio de promover la colaboración y el aprendizaje entre los alumnos. Con el fin de analizar si los juegos online son atractivos para los alumnos, se consideraron varios factores con respecto al juego, tales como: la frecuencia de uso, las diferencias de género, la identificación con los personajes y las preferencias de juego. Se consideraron también algunos factores psicosociales que pueden influir en el aprendizaje, tales como: desempeño escolar, autoestima y auto-eficacia. Este trabajo sugiere que los juegos multiplayer online de enseñanza se deben abordar como un sistema complejo de aprendizaje, con base en los principios de la teoría de la actividad, en la que los sujetos que interactúan con otros sujetos, objetos y herramientas del juego, crean comunidades a través de la división de trabajo llevando al resultado esperado de aprendizaje.

---

<i>8) McLeod, Julie; Lin Lin (2010)</i>	<i>El poder de un niño jugando.</i>	<i>Computers &amp; Education Volumen 54</i>
---	-------------------------------------	---

---

Este artículo es el primero de su serie de estudios y analiza el poder que tienen los niños en el juego, así como sus implicaciones para la enseñanza y aprendizaje. El artículo describe un cuadro de energía con base en una síntesis de varios tipos de poder presentados en la literatura. El documento estudia la cuestión del poder a través de observaciones y entrevistas con un niño de doce años de edad. Se delinearán varias conclusiones iniciales, entre ellas la estructura de poder y de diferentes tipos de poder que se negocian y se establecen, surgiendo así una base para nuevas investigaciones en la cuestión del poder de los juegos en la educación.

---

<i>9) Lazakidou, Georgia;Retalis, Symeon</i>	<i>Usando estrategias de aprendizaje colaborativo asistido por ordenador</i>	<i>Computers &amp; Education</i>
--	--	----------------------------------

---

---

(2010) *para ayudar a los alumnos en Volumen 54  
habilidades de resolución de  
problemas en Matemáticas.*

---

El objetivo principal de este trabajo fue investigar la eficacia de métodos educativos basados en ordenadores en la enseñanza básica para autorregulación de solución de problemas. El método propuesto de instrucción se basó en el modelo de Sternberg de resolución de problemas dentro de un contexto auténtico y está compuesto por tres fases principales: colaboración, observación y orientación semi-estructurada. El objetivo de la investigación fue aumentar el aprendizaje y las competencias autónomas de resolución de problemas de los niños de la escuela primaria. La herramienta Synergo utilizada es una herramienta de aprendizaje colaborativa con el sistema de gestión de aprendizaje Moodle. Los resultados de este estudio defienden que el método es auténtico y muy próximo a la situación realista de aprendizaje de los alumnos y que los mismos pueden aumentar su capacidad de resolver problemas en un período relativamente corto de tiempo. Al mismo tiempo, pueden mejorar su desempeño para la solución de un determinado problema matemático, presentando señales significativas de autonomía.

---

10) <i>Ju-Ling Shih, Bai-Jiun Shih, Chun-Chao Shih, Hui-Yu Su and Chien-Wen Chuang</i> (2010)	<i>La influencia de los estilos de colaboración para el desempeño cognitivo de los niños en la resolución de problemas digitales a través del juego "William Adventure": un estudio de caso comparativo.</i>	<i>Computers &amp; Education</i>  <i>Volumen 55</i>
--	--	---

---

Una gran variedad de juegos digitales ha sido utilizada en muchas áreas para fines educativos, sus funciones reales de aprendizaje también han llamado la atención de los educadores. Este estudio definió las características de aprendizaje de resolución de problemas en juegos digitales y sus correspondientes niveles cognitivos, enseguida, proyecta y desarrolla un juego de resolución de problemas. Las tareas en el contexto del juego están interrelacionados unas a las otras para que los jugadores piensen crítica y creativamente sobre soluciones de problemas. Se realizan análisis y observación a través de video y entrevistas sobre caminos de juegos, comportamientos y actividades cognitivas, individual y colaborativamente para analizar las estrategias de aprendizaje de los alumnos y su desempeño cognitivo durante el proceso de juego. Los resultados de la investigación mostraron que el ambiente y los modelos de colaboración con diferentes estrategias pueden influir fuertemente

en el desempeño de los estudiantes. En colaboración, cada individuo puede tener mayor eficacia de aprendizaje y mucho mejor desempeño cognitivo.

---

<i>11) Mansureh Kebritchi, Atsusi Hirumi and Haiyan Bai (2010)</i>	<i>Los efectos de los juegos modernos de ordenador sobre el desempeño y motivación de los alumnos en clase de matemáticas.</i>	<i>Computers &amp; Education Volumen 55</i>
--	--	---

---

Este estudio investigó los efectos de un juego de ordenador sobre la motivación y el desempeño de los alumnos en matemáticas. Examinó también el papel del conocimiento matemático previo, habilidad del ordenador y conocimiento del inglés en el momento de la realización del juego. Los resultados indicaron una mejora significativa de la realización del grupo experimental sobre el grupo de control. No se encontró ninguna mejora significativa en la motivación de los grupos. El conocimiento del inglés no tuvo papel importante en la realización y motivación del grupo experimental.

---

<i>12) Reed, Helen C.; Drijvers, Paul; Kirschner, Paul A. (2010)</i>	<i>Efectos en las actitudes y comportamientos en el aprendizaje de matemáticas con herramientas informáticas.</i>	<i>Computers &amp; Education Volumen 55</i>
--	---	---

---

Este estudio de múltiples métodos investiga los efectos de actitudes y comportamientos sobre los resultados del aprendizaje de las matemáticas con herramientas informáticas. Se usa la herramienta computacional para ayudar a los alumnos a desarrollar el concepto matemático de función. Resultados de tests de observación revelaron actitudes positivas con relación a las matemáticas y herramientas computacionales aumentando y exhibiendo aprendizajes de comportamientos que beneficiaron el dominio de la herramienta. Para promover el aprendizaje de la matemática con herramientas informáticas, hay que tener en cuenta varios factores, incluyendo la mejora del comportamiento de los alumnos, elevando el nivel de aprendizaje y dando oportunidad para la construcción de nuevos conocimientos significativos en matemáticas.

---

<i>13) Liang, Hai-Ning; Sedig, Kamran (2010)</i>	<i>El papel de la interacción basada en actividades de interacción epistémicas en visualizaciones matemáticas em 3D.</i>	<i>International Journal of Computers for Mathematical Learning</i>
--	--	---

---

En este trabajo, una acción epistemológica significa una acción externa que modifica una visualización matemática y cuando se trabaja esta acción, el procesamiento mental de los alumnos es más rápido y confiable. El objetivo de este trabajo fue examinar el papel que desempeña la interacción en el apoyo a los alumnos al realizar actividades epistémicas, específicamente de raciocinio espacial con visualizaciones matemáticas en tres dimensiones. El estudio comparó un grupo experimental con dos grupos de control. Los resultados del estudio indicaron que, proporcionando a los alumnos múltiples interacciones, éstas pueden afectar significativamente y mejorar el desempeño del raciocinio espacial en visualizaciones matemáticas en tres dimensiones. Sugieren también que se les debe permitir a los alumnos que realicen acciones de bajo nivel epistémico, con el fin de facilitar la realización de actividades de alto nivel cognitivo y epistémico.

No se pueden ignorar los impactos y los avances tecnológicos que están ocurriendo a nivel mundial, trayendo nuevas posibilidades y desafíos para la educación. La reflexión sobre los criterios de utilización de esas tecnologías en la práctica docente es un desafío para toda la sociedad y para la educación.

A través de las herramientas tecnológicas y del uso de los ambientes digitales, se pueden redireccionar los contenidos para realidades más próximas a los conocimientos, experiencias e intereses de los alumnos, cambiando las relaciones de los involucrados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de Matemáticas. Los cambios, que se están discutiendo, en ámbito internacional, de hacer una educación preocupada por las necesidades de los alumnos, debe llevarnos a repensar la enseñanza de las Matemáticas como forma de facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje y la inserción del presente joven en la sociedad tecnológica.

El Capítulo 3, que se presenta a continuación, aborda la fundamentación teórica de la investigación y del análisis de los resultados recogidos.

# **CAPÍTULO III**

## **BASE TEÓRICA Y**

### **CONCEPTUAL**



### 3. BASE TEÓRICA Y CONCEPTUAL

#### 3.1 EL USO DE SOFTWARE EDUCATIVO EN LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICA

Las nuevas tecnologías están cambiando sensiblemente el modo y la calidad de vida en el mundo. La utilización de estos recursos hizo la comunicación más rápida y fácil, posibilitando que tenga lugar de un lado a otro del planeta, un saber en tiempo real, exigiendo nuevos conocimientos y competencias y solicitando que la persona esté aprendiendo continuamente.

El futuro delineado por el avance tecnológico tiene el ordenador, internet y los softwares como algunos de los instrumentos de ese avance, pero es un enorme desafío poner todo el potencial de esa tecnología al servicio del perfeccionamiento del proceso educativo, especialmente en lo que se refiere al ambiente escolar. Ignorarlo significa alienar el ambiente escolar, dejar de preparar los alumnos para un mundo en cambio constante y rápido, educar para el pasado y no para el futuro (Milani, 2001, p.175).

La tecnología informática puede traer valiosas contribuciones al proceso enseñanza-aprendizaje, pero esa tarea exige reflexión y su aplicación no debe limitarse a la simple instalación de ordenadores, a la utilización de internet o al uso indiscriminado de softwares disociados del proyecto educacional. Ningún software es válido por sí solo; el profesor debe interferir para crear un ambiente favorable al proceso enseñanza-aprendizaje.

Promover un aprendizaje significativo de los conceptos matemáticos para los niños fue el objetivo mayor de desarrollar el *software* de la investigación, de la cual vamos a destacar algunas ventajas de su adecuada utilización:

- ✚ Favorece la participación activa del alumno, pues es una herramienta con la que el alumno ejecuta tareas, resuelve problemas, desarrolla y comunica ideas.
- ✚ Favorece la visualización rápida de las actividades que, por su agilidad y sus recursos, favorece el desarrollo de autonomía, creatividad y autocorrección.

- ✚ Cada alumno tiene la posibilidad de trabajar respetando su propio ritmo, construyendo sus conocimientos y resolviendo problemas, de acuerdo con su grado de conocimiento previo.
- ✚ La diversidad de recursos -como texto, imagen, sonido y movimiento- pueden ser articulados para llamar la atención de conceptos importantes que se quieran construir.
- ✚ Tareas mecánicas y cansadas pueden ser ejecutadas rápidamente, como por ejemplo, copiar una lista de problemas de la pizarra.

La creación de ese *software* para el desarrollo de ese proyecto tiene la intención de privilegiar la comunicación e incluir situaciones de aprendizaje que le permitan al alumno el desarrollo de competencias y el aprendizaje de conceptos de forma significativa.

### **3.2 ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS**

¿Cómo debemos proceder para conseguir que los alumnos no actúen mecánicamente y encuentren y den sentido a lo que hacen en las actividades de Matemáticas?

Para Vergnaud (1991), la acepción de la palabra sentido está relacionada a un concepto. Debemos tener presente que por un lado están los conceptos y las propiedades de los objetos matemáticos y, por otro lado, están las representaciones que son utilizadas en Matemáticas.

Una enseñanza de Matemáticas, que se sitúe en una perspectiva constructivista y que dé sentido para extraer de ella las situaciones-problema para desarrollar los contenidos y para aplicar los conocimientos construidos, debe, según Panizza (2006, p. 24), ofrecer oportunidades para que los alumnos distingan conceptualmente los objetos de conocimiento y sus representaciones; comprendan las condiciones bajo las cuales funciona una representación como tal; reconozcan las diversas representaciones que utilizan los alumnos como una manera de conocer constitutiva de los conocimientos que construyen.

Según Panizza (2006), los niños usan representaciones que desempeñan una comunicación durante el proceso de resolución de situaciones-problema y les ayudan a pensar, a guardar información y a recordar. Las diversas funciones del lenguaje y de las representaciones simbólicas en las actividades Matemáticas del *software* construido para la

investigación (para comunicar a los otros o a sí mismo, como ayuda para el pensamiento, como apoyo para el cálculo, etc.) fueron teorizadas por Vergnaud e incorpora muchas de esas funciones en su Teoría de los Campos Conceptuales, pues le atribuyen valor a las representaciones en la actividad Matemática (Vergnaud, 1996).

Los saberes necesarios y relevantes para abordar la complejidad de la adquisición del “sentido” en las Matemáticas es, según Panizza (2006, p.31), que existe un sentido de los conceptos, de los símbolos, de las expresiones, de los conocimientos, así como diversos aspectos constitutivos del sentido en cada caso y condiciones adecuadas para su adquisición. Identificar esos aspectos es la etapa inicial para abordar una enseñanza de las Matemáticas que se proponga seriamente la conquista de la adquisición del “sentido” en esa asignatura.

### **3.3 EL CONSTRUCTIVISMO**

La filosofía cognitivista enfatiza la cognición y trata de los procesos mentales, o sea, se ocupa de la atribución de significados, de la comprensión, transformación, almacenamiento y uso de la información involucrada en la cognición. El constructivismo es una posición filosófica cognitivista que ve el alumno como agente de una construcción que es su propia estructura cognitiva. Las teorías constructivistas más recientes y que influyen más en la enseñanza son las de Bruner, Piaget, Vygotsky y Ausubel.

El constructivismo es, hoy en día, el principal marco teórico para la enseñanza y para el aprendizaje. Para Moreira & Ostermann (1999, p. 7 y 8), el constructivismo es una posición filosófica cognitivista interpretacionista, cognitivista porque se ocupa de cómo conoce el individuo, de cómo construye su estructura cognitiva y cómo se ocupa de la atribución de significados, de la comprensión, transformación, almacenamiento y uso de la información involucrada en la cognición. Es interpretacionista porque supone que los eventos y objetos son interpretados por el sujeto cognoscente.

El constructivismo busca respuestas para entender cómo el individuo adquiere conocimiento y construye su estructura cognitiva. Es una teoría del conocimiento que estudia los procesos y las estructuras que regulan y orientan la construcción del conocimiento. Según Vergnaud (1998, p.23), el constructivismo no se caracteriza como una teoría acabada, que se encuentra muy viva actualmente y que sufrió algunas evoluciones a lo largo del tiempo.

Para Matui (1995), en el constructivismo, no es el alumno quien acompaña el raciocinio del profesor, sino que es éste (el profesor) quien acompaña el raciocinio del

alumno. El profesor debe observar y ser crítico, incitando la curiosidad y la interrogación, pidiéndoles a los alumnos que tomen postura siempre con relación a su explicación y preguntándoles el por qué de sus respuestas y de sus posicionamientos. Según ese autor, el profesor constructivista también debe identificar y acompañar el pensamiento del alumno mediante cuestionamiento e incentivo, encontrando en la estructura y en los procedimientos del estudiante un medio para la observación, desarrollo y proposición de tareas.

A partir del estudio de las teorías constructivistas sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje y del origen de los conceptos científicos, se realizó el desarrollo del software de ese proyecto de investigación que procuró viabilizar, en su construcción, prácticas pedagógicas y de material didáctico que promuevan en el estudiante el aprendizaje significativo y la acomodación de los contenidos disciplinares de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas. Así, el objetivo es auxiliar a la formación de un alumno creativo, crítico, innovador y capaz de transformar la realidad en la que vive.

### **3.4 LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES DE GÉRARD VERGNAUD**

Ese texto describe de forma sintética las bases fundamentales de la Teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud y las relaciones y significados de la misma en el desarrollo de ese proyecto de investigación. De ese modo, se explotarán los conceptos principales de esa teoría que son: el concepto de esquema, las situaciones, los invariantes operatorios (conceptos-en-acción y teoremas-en-acción), la concepción de concepto y la de campos conceptuales.

#### **3.4.1 Campos Conceptuales**

La Teoría de los Campos Conceptuales se preocupa del aprendizaje de las competencias complejas y del estudio del desarrollo cognitivo. Es una teoría cognitivista que incluye el proceso de conceptualización de lo real (Vergnaud, 1990, p.133), una teoría psicológica de los conceptos (Vergnaud, 1990, p.147). La conceptualización es, para el autor, la capacidad de concebir un objeto según sus características, formulando conceptos por medio de palabras, expresiones y representaciones. Y ése es el principio fundamental para que se pueda adquirir un conocimiento.

Un campo conceptual es, para Vergnaud, un conjunto de problemas y situaciones cuyo tratamiento requiere conceptos, procedimientos y representaciones de tipos diferentes, pero íntimamente relacionados (Moreira, 2004, p.9).

### 3.4.2 Concepto

Concepto es uno de los principales elementos en la Teoría de los Campos Conceptuales. Según Vergnaud (1990, p.145), un concepto es un conjunto de tres elementos:

$C = [S, I, R]$ .

- [S] El conjunto de situaciones que dan sentido al concepto (la referencia);
- [I] El conjunto de los invariantes operatorios (objetos, propiedades y relaciones) asociados al concepto (el significado), o sea, el conjunto de invariantes que pueden ser usados por el sujeto para dominar el conjunto de situaciones;
- [R] El conjunto de representaciones simbólicas, lingüísticas y no lingüísticas (lenguaje natural, gráficos) que permiten representar simbólicamente el concepto, sus propiedades y las situaciones en las que se aplican (el significante del concepto).

La construcción y la apropiación de todas las propiedades de un concepto o de todos los aspectos de una situación; es un proceso que se extiende durante varios años (Moreira, 2002, p. 2).

### 3.4.3 Situaciones

Las situaciones constituyen, para Vergnaud, la llave maestra para la comprensión y dominio de los campos conceptuales. El concepto de situación empleado por el autor, conforme Moreira (2004, p.11), es el de tareas, o de una combinación de tareas en las que es necesario conocer su naturaleza y su dificultad. Vergnaud destaca dos ideas principales con relación al sentido de situación: *Variedad e Historia*. La idea de variedad implica la existencia de varias situaciones dentro de un mismo campo conceptual y la de historia se relaciona a los conocimientos elaborados mediante situaciones enfrentadas y dominadas, que podrán dar sentido a los conceptos y a los procedimientos.

En un campo conceptual existe una variedad de situaciones y los conocimientos de los alumnos son moldeados por las situaciones que los mismos encuentran y que van dominando gradualmente, especialmente las primeras que son las que dan sentido a los conceptos y

procedimientos que deseamos que aprendan. Cuanto más situaciones, más amplio el significado de un concepto.

### 3.4.4 Esquemas

Para Vergnaud (1990, p. 135), un esquema “*es la organización invariante de una clase de situaciones*” y es en los esquemas donde se deben investigar los conocimientos en acción del sujeto. Esquema también se puede definir como una organización invariante del comportamiento para una determinada clase de situaciones (Moreira, 2004, p.13). Esa definición se puede comprender mejor a través de los ingredientes de los esquemas que, según Vergnaud, poseen las siguientes especificaciones:

1. *metas y anticipaciones*: un esquema está dirigido a una clase de situaciones en que el alumno puede descubrir la finalidad de su actividad;
2. *reglas de acción del tipo “si...entonces”*: son las reglas que permiten la generación y la continuidad de la secuencia de acciones del sujeto; son reglas de búsqueda de información y control de los resultados de la acción;
3. *invariantes operatorios*: son los conocimientos contenidos en los esquemas; constituyen la base, implícita o explícita, que permite obtener la información pertinente y de ella inferir la meta a alcanzar y las reglas de acción adecuadas. Tratan de las propiedades que definen el objeto y de los procedimientos adoptados por el alumno para resolver las situaciones;
4. *posibilidades de inferencias*: las actividades implicadas en los otros tres ingredientes permiten “calcular” las reglas y anticipaciones a partir de las informaciones e invariantes operatorios de las que dispone el alumno.

Los esquemas se refieren a dos clases de situaciones: la clase de situaciones en que el alumno dispone de capacidades para el tratamiento de la situación y aquella en que no dispone de todas las competencias necesarias, obligándolo a la reflexión y a la explotación, llevándolo al éxito o al fracaso. En las dos situaciones, las conductas permiten una parte mecánica y otra consciente.

Para Piaget, los esquemas están en el centro del proceso de adaptación de las estructuras cognitivas. “El desarrollo cognitivo puede ser interpretado, sobre todo, como el desarrollo de un vasto repertorio de esquemas que afectan a esferas muy distintas de la actividad humana” (Moreira, 2004, p.14).

Por lo tanto, es de responsabilidad de la escuela, en sus diferentes niveles, posibilitarle al sujeto el desarrollo de un amplio y variado conjunto de esquemas, posibilitando situaciones variadas y pertenecientes a diferentes clases (Moreira, 2002).

### **3.4.5 Invariantes Operatorios**

En la Teoría de Vergnaud, también es importante considerar los invariantes operatorios, que el autor clasifica como “concepto-en-acción” o “teoremas en acción”. Los invariantes operatorios son componentes esenciales de los esquemas (Vergnaud, 1998, p.167).

A través de los invariantes operatorios, es posible percibir cómo se construye el conocimiento, pues representan las actitudes del alumno, las estrategias que utiliza ante una situación y que varían dependiendo de los conocimientos previos que tiene el alumno. Los alumnos generalmente no son capaces de expresar en lenguaje natural sus teoremas y conceptos-en-acción que muchas veces están implícitos, pero que se pueden hacer explícitos. Éste es el papel de la enseñanza y, por consiguiente, de la escuela, ayudar al alumno a construir conceptos y teoremas explícitos y científicamente aceptados, a partir del conocimiento implícito (Moreira, 2002).

## **3.5 RELACIÓN EXISTENTE ENTRE EL SOFTWARE Y LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES**

Vergnaud considera la conceptualización como la piedra angular del desarrollo cognitivo valorando los caminos que el alumno recorre para solucionar un problema, sugiriendo que las áreas del conocimiento se enseñen bajo la perspectiva de los campos conceptuales, que significa la aprehensión progresiva de conceptos por medio de un conjunto variado de problemas, contenidos, situaciones, estructuras y relaciones.

El software educativo de ejercicio y práctica del proyecto siguió las ideas de Vergnaud, con variadas situaciones-problema para que el alumno pudiese abarcar los conceptos de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas. El alumno, al usar el recurso, puede permanecer expuesto por largo tiempo a un contingente de situaciones que le permiten dar significado a esos conceptos. Las tareas propuestas se planificaron de forma que posibilitasen situaciones variadas, suministrando subsidios para construir conceptos relevantes en el dominio del conocimiento considerado.

Vergnaud explica que no se puede entender separadamente el desarrollo cognitivo y el aprendizaje de un concepto. Desarrollamos conceptos y representamos objetos y pensamientos por medio de sus características generales, para enfrentar situaciones. Y siempre hay una variedad enorme de situaciones en la formación de un concepto y también una variedad de conceptos en el entendimiento de una situación. Juntos, forman un sistema progresivamente organizado y se deben estudiar al mismo tiempo.

### **3.6 ¿CÓMO APRENDE UN ALUMNO EN SITUACIÓN?**

La teoría de los campos conceptuales afirma que el punto fundamental para adquirir un conocimiento es el acto o efecto de conceptuar, o sea, el proceso de conceptualización de lo real, actividad psicológica interna al sujeto que no puede ser reducida ni a operaciones lógicas generales, ni a las operaciones puramente lingüísticas. Para el autor, el desarrollo cognitivo no puede ser explicado por modelos simplistas, sea recurriendo a ideas de reproducción social, sea por la emergencia de estructuras innatas del sujeto, o también por medio de la metáfora de la mente como procesamiento de información (Vergnaud, 1998, p. 173).

Las justificativas que Vergnaud presenta, para el uso de los campos conceptuales como forma de analizar la cuestión de la adquisición de conocimiento, son:

- (1) para que haya formación de un concepto, son necesarias innumerables situaciones, lo que sugiere la necesidad de diversificar las actividades de enseñanza permitiéndole al alumno la aplicación de un determinado concepto en diversas situaciones.
- (2) Una situación no se analiza con un único concepto. Esto implica la necesidad de tener una visión universal e integradora del conocimiento.
- (3) Las propiedades de construcción y apropiación de un concepto derivan de un proceso largo.

Las actividades que posibilita el software de la investigación, que tienen la finalidad de que el alumno aprenda o su desarrollo cognitivo, están anclados y dependen fuertemente de la situación y de la conceptualización. Se cree que, al contemplar diversas situaciones en diferentes grados de ascensión, los conceptos de esas estructuras los podrán alcanzar los estudiantes a lo largo de su instrucción, promoviendo la progresión de los modelos personales en dirección a los modelos científicos. Las actividades diversificadas favorecen que el alumno

teste sus modelos explicativos en contextos diversos y enriquece tales modelos creando una visión integradora del conocimiento. Pues, de acuerdo con Vergnaud,

el saber se forma a partir de la resolución de problemas, es decir, del dominio de situaciones. [...] Por problema hay que entender, en el sentido amplio que le atribuye el psicólogo, toda situación en la que hay que descubrir relaciones, desarrollar actividades de explotación, de hipótesis y de verificación, para producir una solución (1990, p. 52).

El autor entiende que la situación es una tarea, teórica o empírica, que realiza el sujeto y busca relacionar el desarrollo del sujeto con las tareas que éste tiene que resolver. Para el autor, el desarrollo del conocimiento se localiza en las situaciones enfrentadas por el sujeto, que tienen como esencia la construcción de conceptos, lo cual es un proceso largo que requiere diversificar las situaciones.

### **3.7 INTERACCIÓN ESQUEMA-SITUACIÓN**

Las situaciones-problema investigadas por Vergnaud sirvieron de base para seleccionar los problemas propuestos a los sujetos de la investigación del presente estudio. La variedad de esas situaciones presentadas en el software de la investigación contribuyó para que el alumno construyese y adquiriese los conocimientos necesarios para el dominio de los conceptos de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas. Eso se debe a que, según el autor, un concepto se hace significativo a través de una variedad de situaciones. La multiplicidad de situaciones-problema presentadas en cada programa del software exigirá un grado de reflexión por parte del aprendiz, especialmente porque son una novedad debido a la forma de presentación.

La forma en que el niño enfrenta las diferentes situaciones depende de los esquemas que posee. El concepto de esquema mantiene, por tanto, estrecha relación con dos clases de situaciones: parte mecánica y parte consciente, sin embargo funciona de manera diferente en cada una de ellas. En la primera clase, el comportamiento es ampliamente automatizado, organizado por un único esquema y, en la segunda, existe la utilización sucesiva de varios esquemas, “que pueden entrar en competición y que, para alcanzar la solución deseada, se deben acomodar, descombinar y recombinar. Ese proceso es necesariamente acompañado por descubrimientos” (Vergnaud, 1990, p.2).

Sin embargo, no podemos considerar tal práctica como dependiente de circunstancias casuales o aleatorias. Es necesario, en primer lugar, “reconocer la diversidad de estructuras de problemas, analizar las operaciones presentes en cada situación y las operaciones de pensamiento necesarias para resolver cada clase de problemas” (Vergnaud, 1982, p.6). Esto se debe al hecho de que, para cada clase de problemas, las dificultades enfrentadas por los alumnos varían y los procedimientos también. Además, la estructura y el contexto de los problemas presentan configuraciones diferenciadas para cada una de las clases.

La selección de situaciones-problema que forman parte de la selección del software tuvo criterios bien definidos. La clasificación de las relaciones de base aditiva y multiplicativa tuvo en cuenta las contribuciones de la teoría propuesta por Vergnaud que apunta a la importancia de las situaciones que dan significado a los conceptos matemáticos. Se destaca el uso de problemas significativos para que el conocimiento pueda ser visto por los alumnos, no sólo como una verdadera ayuda para la solución de problemas reales, sino que también se puedan elaborar en niveles sucesivos para la evolución de los conocimientos matemáticos.

Los procedimientos para seleccionar los problemas para el software consideraron las diferentes categorías de problemas presentados en la Teoría de los Campos Conceptuales y obedecieron los “Parámetros Curriculares Nacionales” de Brasil para los primeros años de la enseñanza primaria. Se presenta una variedad de situaciones-problema de las categorías 1, 2, 3 y 4 de la Estructura Aditiva y, en la Estructura Multiplicativa, las situaciones-problema pertenecen al Isomorfismo de Medidas y Producto de Medidas (combinatoria).

### **3.8 EL CAMPO CONCEPTUAL DE LAS ESTRUCTURAS ADITIVAS Y MULTIPLICATIVAS**

En Matemáticas, Vergnaud se dedicó a la investigación de los campos conceptuales de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas. El campo conceptual de las estructuras aditivas es, para el autor, “el conjunto de las situaciones, cuyo tratamiento implica una o varias sumas o restas o una combinación de estas operaciones y también el conjunto de los conceptos, teoremas y representaciones simbólicas que permiten analizar tales situaciones como tareas Matemáticas” (Vergnaud, 1990, p. 9).

La Estructura Multiplicativa estimula el alumno a pensar en las complejidades de la multiplicación y de la división que tradicionalmente se ha presentado como una relación ternaria de  $\mathbf{a \times b = c}$ . Para Vergnaud (1993, p.10), el conjunto de situaciones, cuyo

tratamiento implica una o varias multiplicaciones y divisiones, y el conjunto de los conceptos y teoremas permiten analizar esas situaciones, tales como: proporción simple y múltiple, razón, función lineal, etc.

En la resolución de problemas, Vergnaud considera esencial dos tipos de cálculo: el cálculo numérico, que son las operaciones de suma, resta, multiplicación y división y el cálculo relacional, que son las operaciones de pensamiento para hacer las relaciones necesarias para las situaciones (1982, p.40). Para el autor, es esencial el uso de clasificaciones que mezclen todas o la mayoría de las clases de problemas y demás aspectos de sus resoluciones. Esta clasificación confía en la distinción entre tres conceptos principales: medida, transformación de tiempo y relación estática.

Gadino (1996, p. 37-43) describe la noción fundamental de relación en la estructuración de los conceptos matemáticos sustentada por Vergnaud en su libro *El Niño, las Matemáticas y la Realidad*. Para Vergnaud, relaciones son funciones con cierto número de variables, caracterizándose por afirmar o negar algo, abarcando relaciones entre objetos en el espacio, entre cantidades, entre fenómenos. Poseen variables que se pueden representar de varias formas, como: lenguaje escrito o hablado, estructuras algebraicas, diagramas de flecha o producto cartesiano.

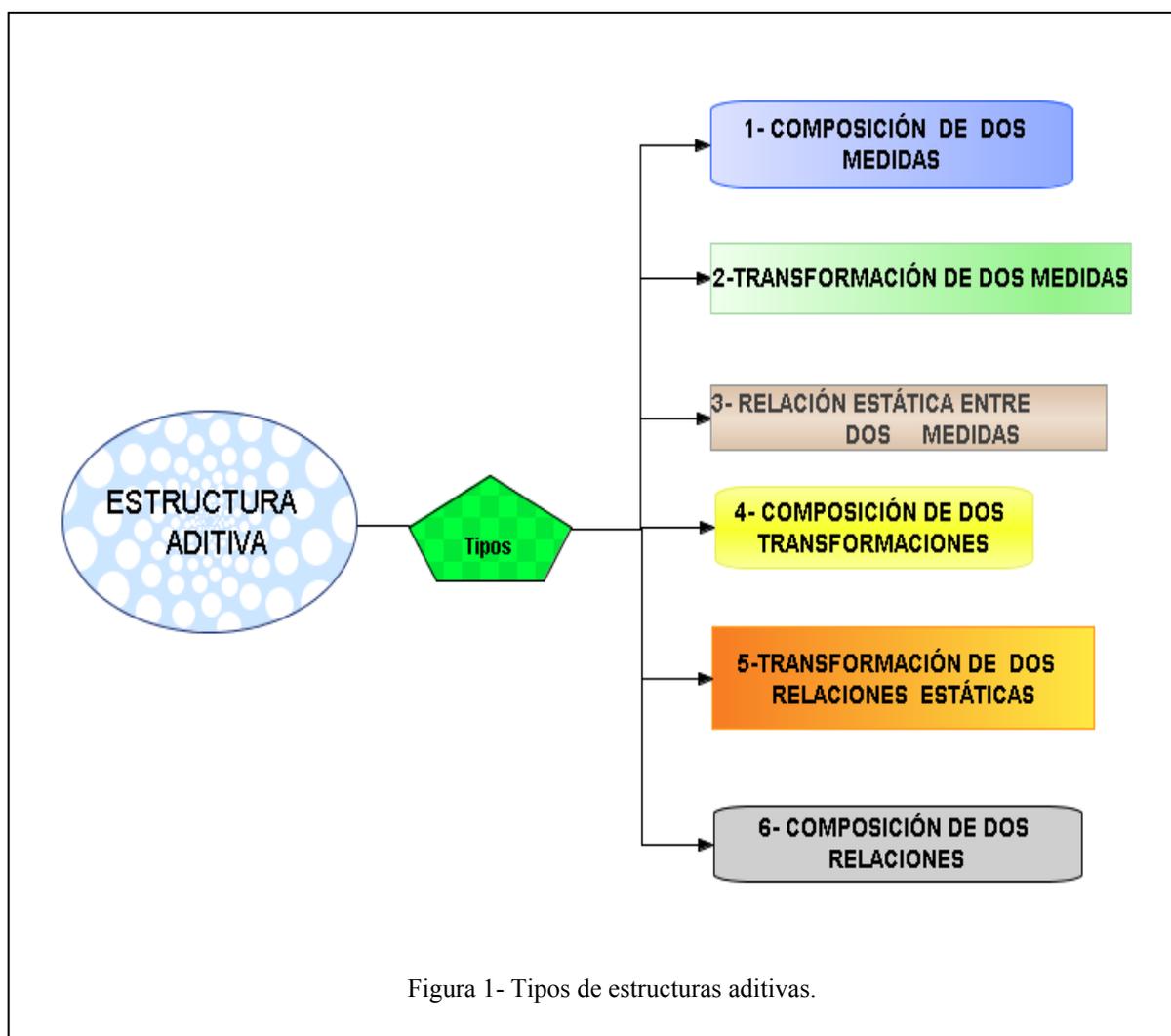
Las relaciones pueden ser:

- Relaciones unitarias: cuando posee una única variable, puede tener descriptores cualitativos o cuantitativos para la misma.
- Relaciones binarias: en esas relaciones hay dos variables y las propiedades más importantes para estudiar esa relación son la simetría, la transitividad y la reflexividad, en las cuales se establecen distintas categorías, la relación de equivalencia y la relación de orden estricto.
- Relaciones ternarias: en esas relaciones aparecen tres variables; son ternarias las estructuras aditivas y una de las estructuras multiplicativas.
- Relaciones cuaternarias: son funciones con cuatro variables.

Gadino (1996, p. 46) considera que Vergnaud da énfasis a las transformaciones de tiempo y las relaciones estáticas y que los niños tienen que distinguir cuidadosamente entre el concepto de acción (hacer de los actores), el concepto de transformación (un cambio en el estado de naturaleza) y el de operación (procedimiento para resolver el problema).

### 3.8.1 El Campo Conceptual de la Estructura Aditiva

Los seis tipos de estructuras aditivas de Vergnaud están representados en la Figura 1:



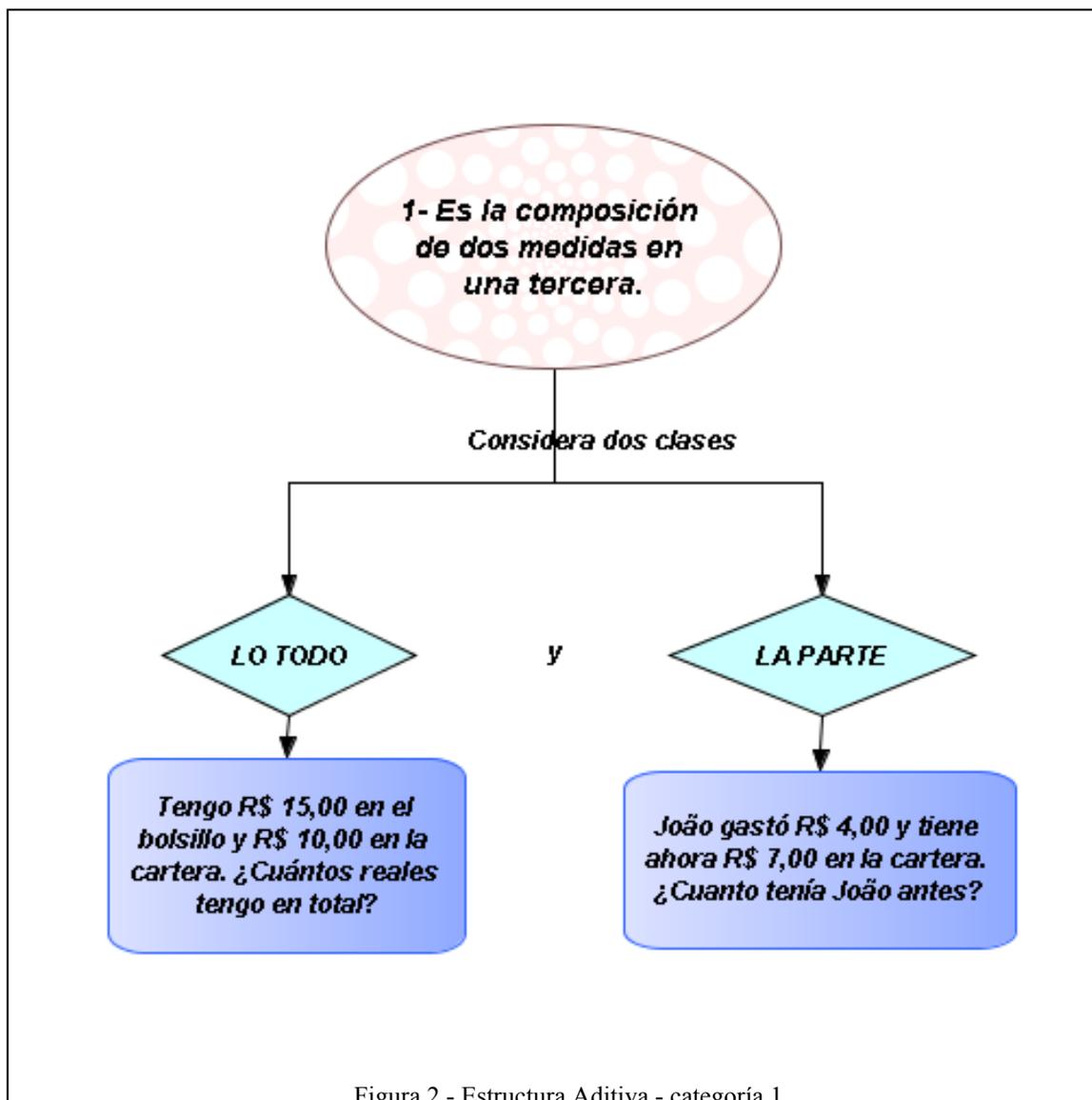
Vergnaud establece las diferencias entre: estados fijos, estados relativos y transformaciones.

- Estados fijos (medidas): podemos citar como ejemplo: “tengo 5 años”.
- Estados relativos (comparaciones): “tengo 3 años más que él”.
- Transformaciones: “pasaron 4 años”.

A partir de esa distinción entre medidas, comparaciones y transformaciones, Vergnaud hace un análisis detallado y distingue seis tipos de estructuras aditivas, presentadas por Gadino (1996, p. 42):

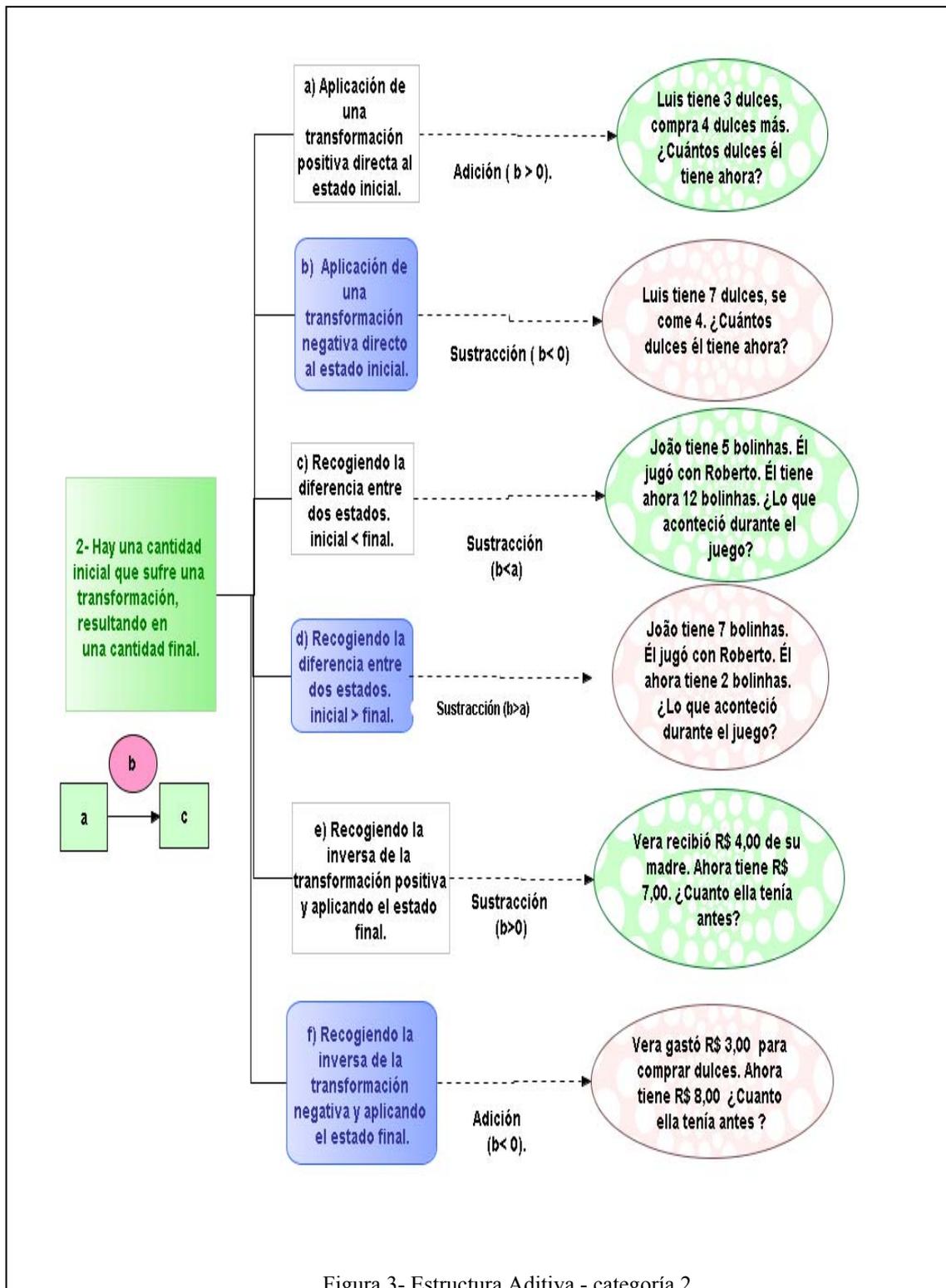
### a) Categoría 1

Los problemas de esa categoría son mejor representados por los Números Naturales. En éstos, dos estados fijos se unen en un tercer estado fijo y la incógnita puede localizarse en el estado final o en el estado inicial, según el ejemplo de la Figura 2.



### b) Categoría 2

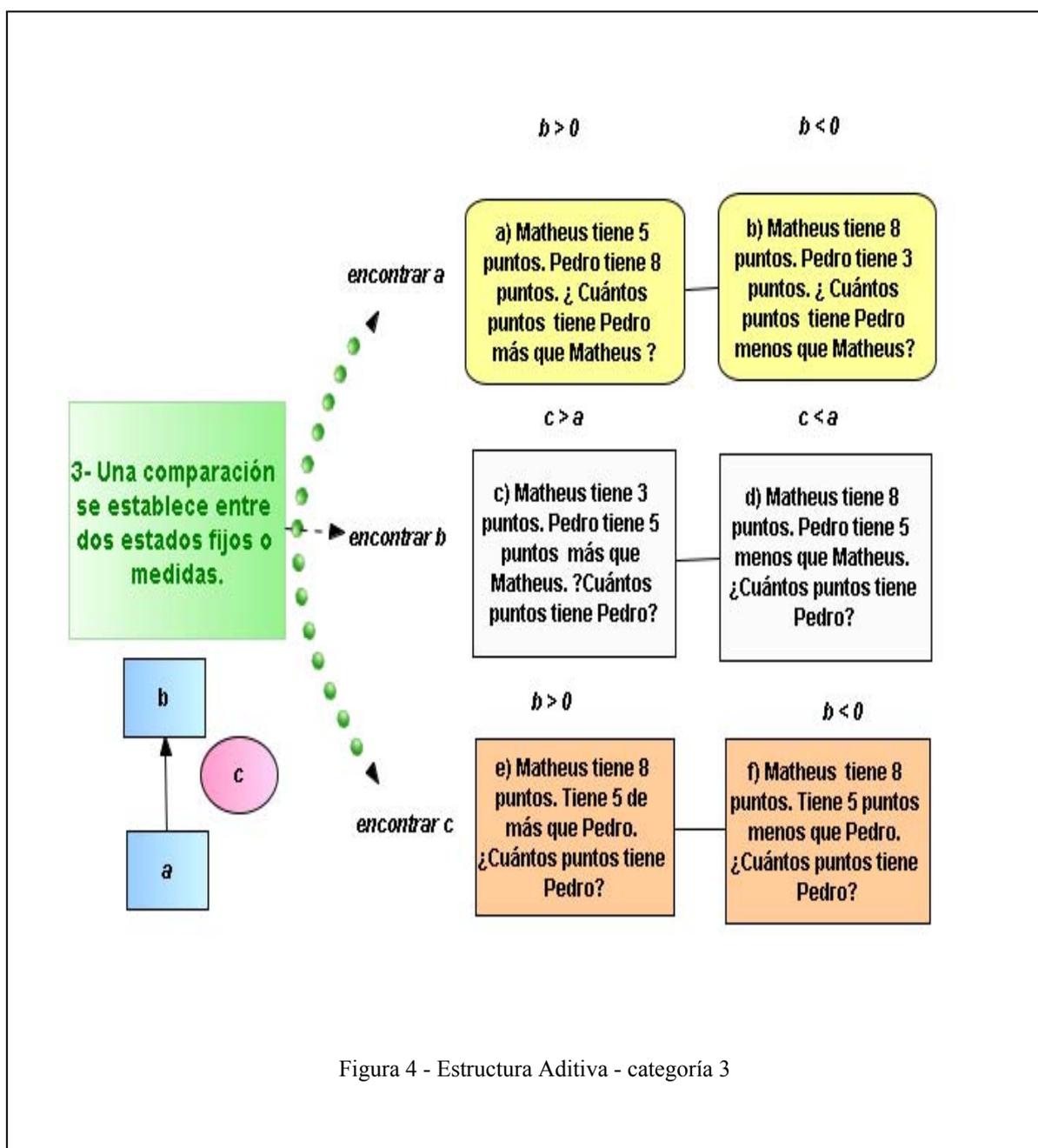
Una transformación actúa sobre un estado fijo. En esa categoría, la incógnita puede localizarse en la situación final (dado el estado inicial y el transformador); puede ser el transformador (dados los estados inicial y final) o el estado inicial (dado el transformador y la situación final).



### c) Categoría 3

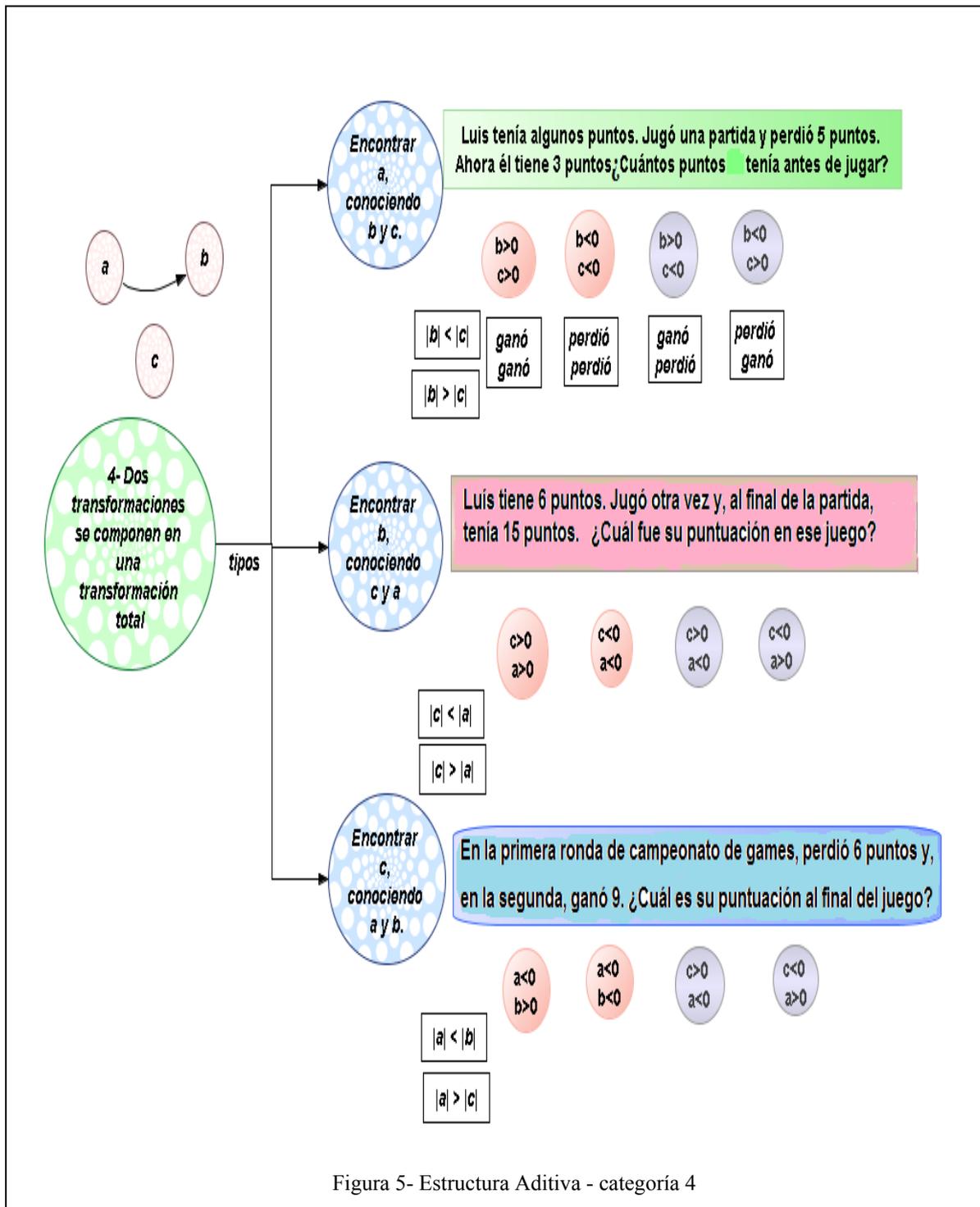
Se establece una comparación entre dos estados fijos o medidas. En esos problemas, Vergnaud estudia la agregación de ganancias y pérdidas. Las transformaciones pueden ser: del tipo “ganó y ganó”, el resultado será positivo; del tipo “perdió y perdió”, el resultado será

negativo; “perdió y ganó o ganó y perdió” el carácter positivo o negativo será dado por el valor absoluto de las transformaciones. Si el niño construye ese concepto de agregación de ganancias y pérdidas no tendrá dificultades para enfrentar sumas algebraicas (Gadino, 1996, p.43). La Figura 4 muestra esas relaciones.



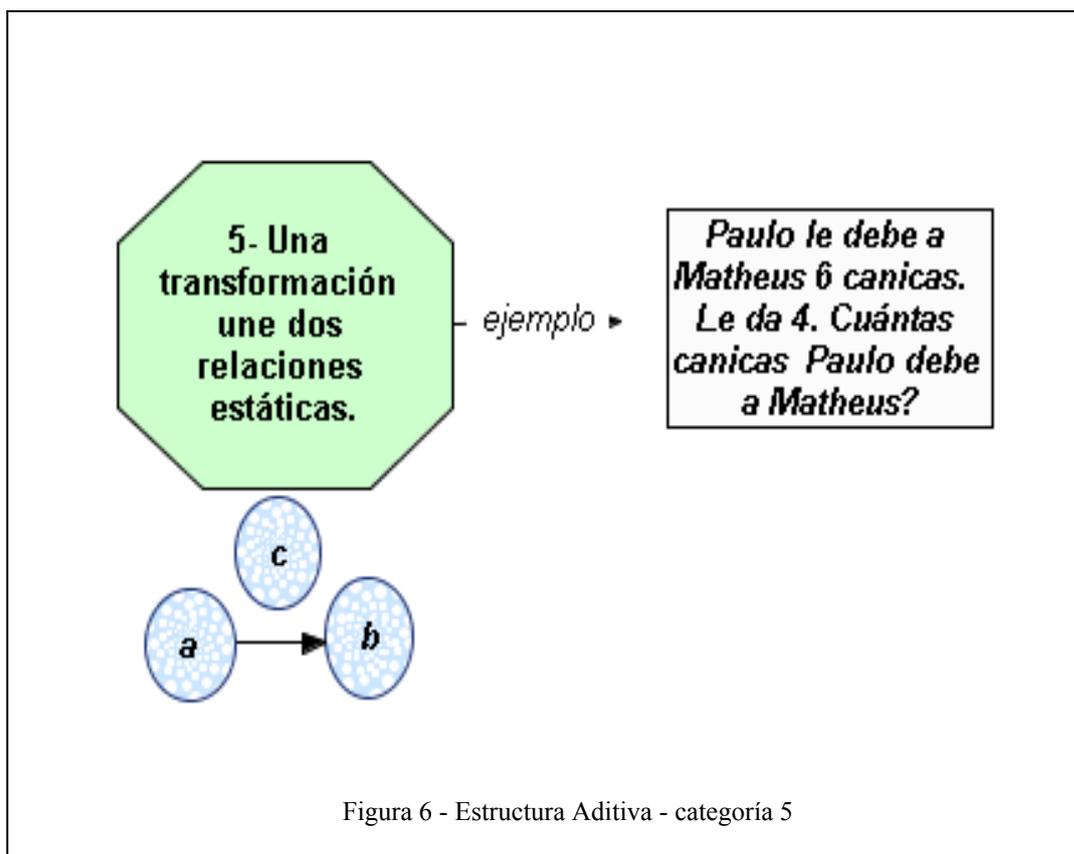
#### d) Categoría 4

Dos transformaciones se componen en una transformación total, como se puede ver en la Figura 5.



**e) Categoría 5**

Una transformación opera sobre un estado relativo para originar otro estado relativo, según se ve en la Figura 6.



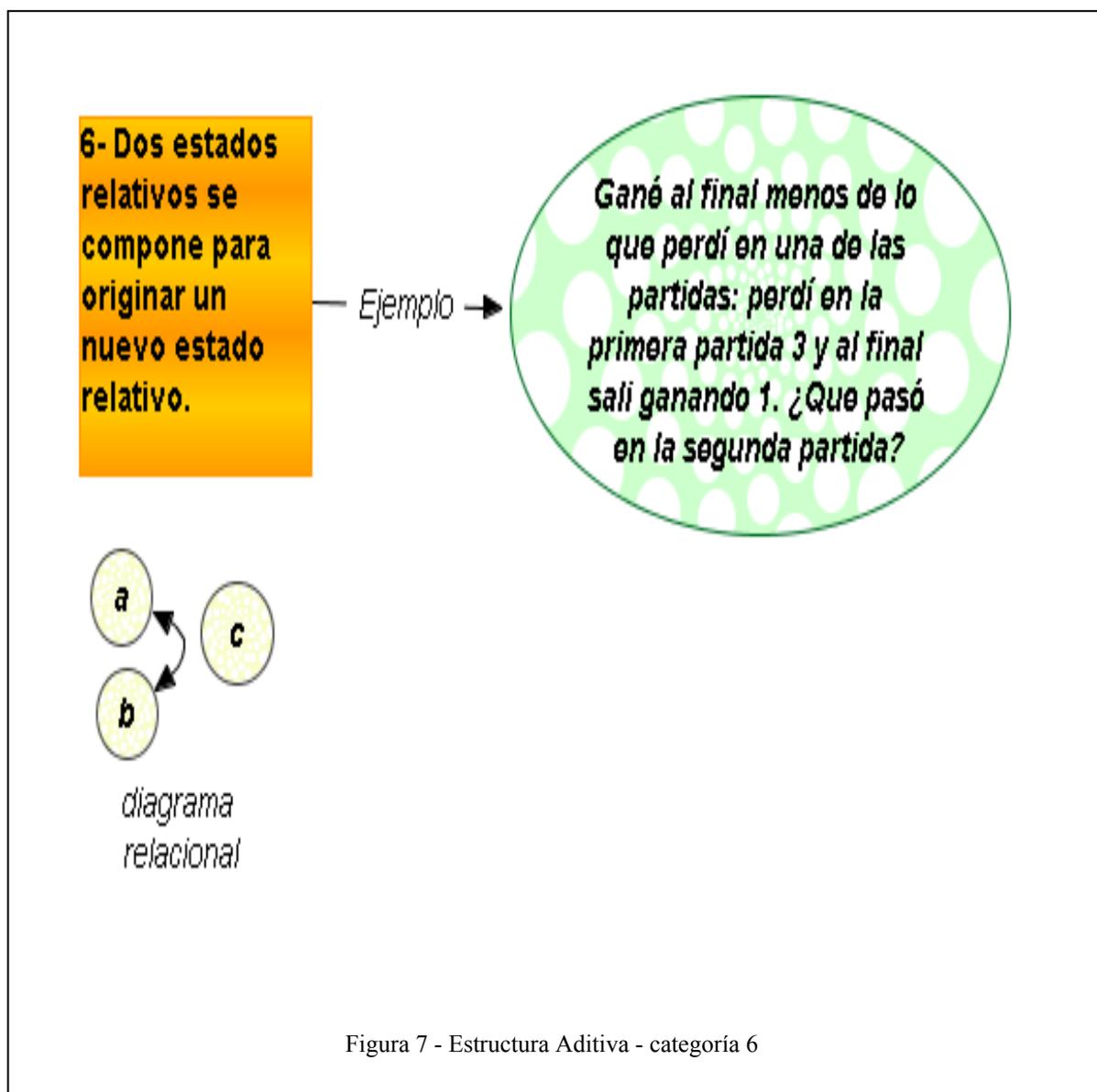
#### f) Categoría 6

Dos estados relativos se componen para originar un nuevo estado relativo. Si la transformación parcial ( $T_p$ ) y la transformación total ( $T_t$ ) son del mismo signo, tenemos los siguientes casos:

- 1) Gané al final más de que en una de las partidas: gané en la primera partida 4 y al final de la segunda había ganado 7. ¿Qué pasó en la segunda partida?
- 2) Gané al final menos de lo que gané en una de las partidas: gané en la primera partida 4 y al final de la segunda había ganado 2. ¿Qué pasó en la segunda partida?

Si  $T_p$  y  $T_t$  son de signos opuestos, los casos son:

- 1) Gané al final más de lo que perdí en una de las partidas: perdí en la primera partida 3 y al final gané 7. ¿Qué pasó en la segunda partida?
- 2) Gané al final menos de lo que perdí en una de las partidas: perdí en la primera partida 3 y al final salí ganando 1. ¿Qué pasó en la segunda partida?
- 3) Perdí al final más de lo que perdí en una de las partidas. Perdí al final menos de lo que perdí en una de las partidas.



### 3.8.2 El Campo Conceptual de la Estructura Multiplicativa

El campo conceptual de las estructuras multiplicativas es un conjunto de situaciones cuyo tratamiento implica una o más multiplicaciones o divisiones y el conjunto de conceptos y teoremas que permiten analizar esas situaciones. (Franchi, 1999 p.182).

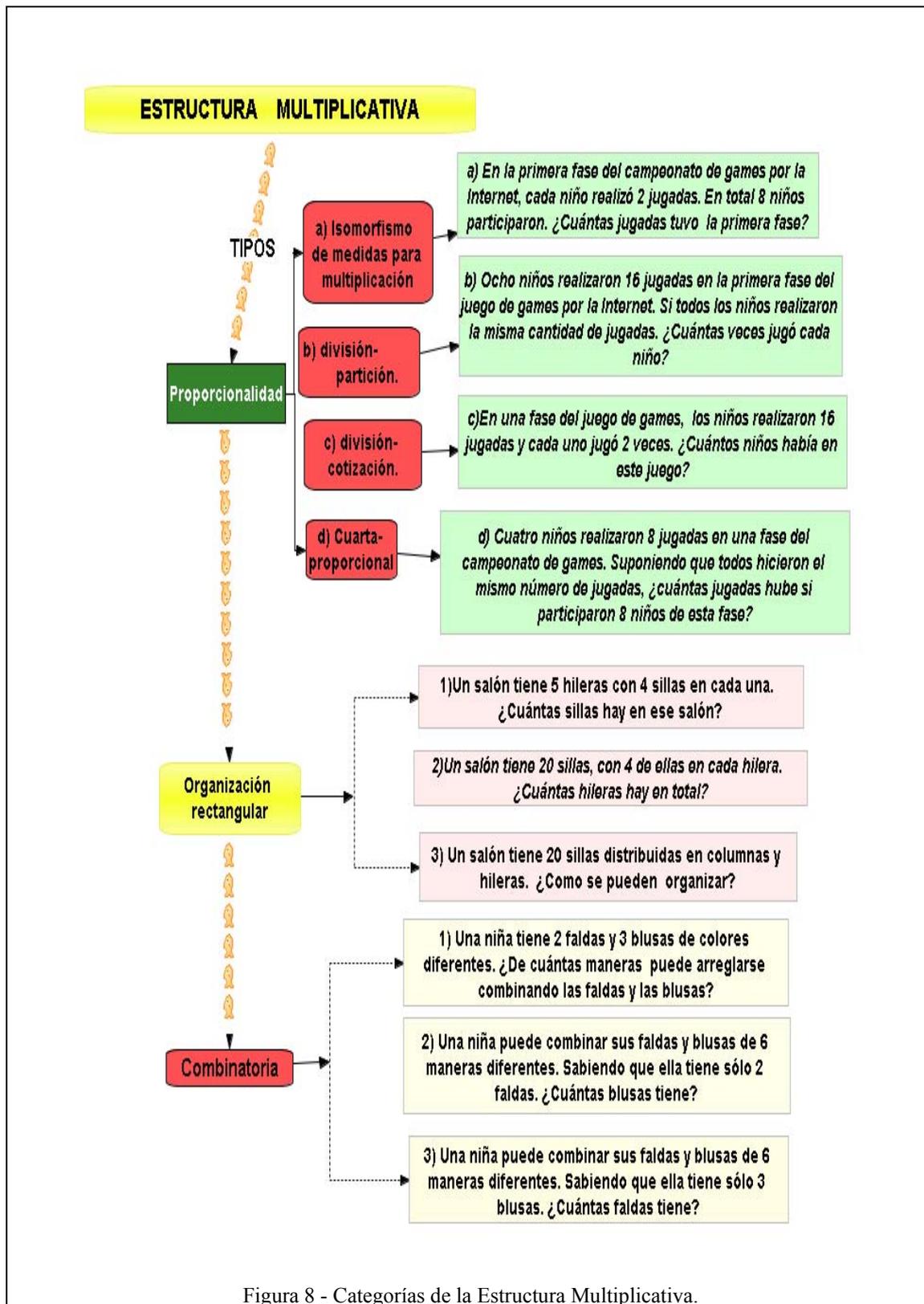
Vergnaud (1994, p.57 y 58) define el campo conceptual multiplicativo como:

- Un conjunto de situaciones que requiere una multiplicación o división, o una combinación de tales operaciones;

- Un conjunto de esquemas que necesita una cantidad de situaciones. Esquemas son organizaciones invariantes del comportamiento bien definidas para una determinada clase de problemas, o sea, un plan de acción, una estrategia que abarca una clase de acciones, en una cierta secuencia, para resolver una tarea de cierta complejidad y que puede ser provocada para dar solución a nuevos problemas;
- Un conjunto de conceptos y teoremas que permiten analizar la construcción de las operaciones de pensamientos necesarios para función lineal y no lineal, fracción, razón escalar directa e inversa, proporción simple y proporción múltiple, números racionales, cociente y producto de dimensiones, combinación lineal, múltiplos y divisores, etc.
- Un conjunto de fórmulas y símbolos.

Cuatro conjuntos son necesarios para entender cómo dominan los alumnos las situaciones complejas y profundas y también para comprender cómo pueden ayudarles a los profesores, presentando situaciones apropiadas para los mismos y dándoles explicaciones adecuadas. Por tanto, para el conjunto de situaciones presentes en un campo conceptual, es necesario un conjunto de esquemas, de conceptos y de representaciones simbólicas.

El análisis de las estructuras multiplicativas es bastante diversificado, con relaciones de base cuaternaria. Considerando las estructuras multiplicativas como un conjunto de problemas, Vergnaud (1983, p.127) identificó tres subtipos diferentes: (a) isomorfismo de medidas, (b) producto de medidas y (c) proporción múltiple de otro producto, que están representados en la Figura 8 a continuación:



### 3.9 TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO (TAS) DE DAVID AUSUBEL

Ausubel fue un médico psiquiatra que se dedicó al estudio de la psicología educacional, enfocando el aprendizaje cognitivo y reconociendo la importancia de la experiencia afectiva. Aprendizaje, para él, significa una organización y una integración del material en la estructura cognitiva. Se basa en la premisa de que existe una estructura en la que se procesa esa organización e integración (Moreira & Ostermann, 1999, p.45; Moreira 1999, p.151).

Ausubel considera que uno de los factores que más influye en el aprendizaje de los alumnos es la valoración de los conocimientos que él ya tiene, por tanto, es necesario saber cuáles son esos conocimientos para que se pueda enseñar de acuerdo con éstos. La estructura cognitiva preexistente y la organización de las ideas del alumno son complejas y de difícil comprensión y, para tener acceso, hay que conocer la estructura cognitiva existente e identificar los conceptos organizadores básicos de lo que se va a enseñar en la asignatura. El profesor debe averiguar y enseñar de acuerdo con los conocimientos que el alumno ya tiene, lo cual es una tarea de cierta complejidad.

El Aprendizaje Significativo, para Ausubel, es el proceso por el que una nueva información se relaciona, de manera no arbitraria y sustantiva (no literal) a un aspecto relevante de la estructura cognitiva del individuo. En ese proceso, la nueva información interactúa con una estructura de conocimiento específica que él llama “concepto “subsuntor”, existente en la estructura cognitiva de quien aprende. *Subsuntor* es un concepto, una idea, una proposición ya existente en la estructura cognitiva, capaz de servir de “anclaje” para la nueva información de manera que ésta adquiera significado para el individuo (Moreira & Ostermann, 1999, p.46). El aprendizaje es significativo cuando es una producción creativa, una clarificación (para aprender no es necesario descubrir), una relación entre los conceptos, una instrucción individual bien programada, una investigación científica.

La concepción de enseñanza-aprendizaje de Ausubel, siguiendo la visión “constructivista/cognitivista” de que los significados se construyen a partir de interacciones entre las nuevas ideas y aspectos específicos de la estructura cognitiva, conforme Moreira (1999), propone algunas condiciones básicas para que pueda haber aprendizaje significativo:

- Considerar los conocimientos previos de los estudiantes, percibiendo en qué estadio cognitivo se encuentra el educando, para, a partir de esas “anclas”, proponer

estrategias de enseñanza. Pues, una información se aprende de forma significativa, cuando se relaciona a las otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes e inclusivos que estén claros y disponibles en la mente del aprendiz.

- El material de enseñanza debe ser potencialmente significativo, o sea, debe ser relevante y adecuado para la estructura cognitiva del educando.
- El aprendiz debe estar dispuesto a relacionar el nuevo conocimiento de forma substancial a su estructura cognitiva.

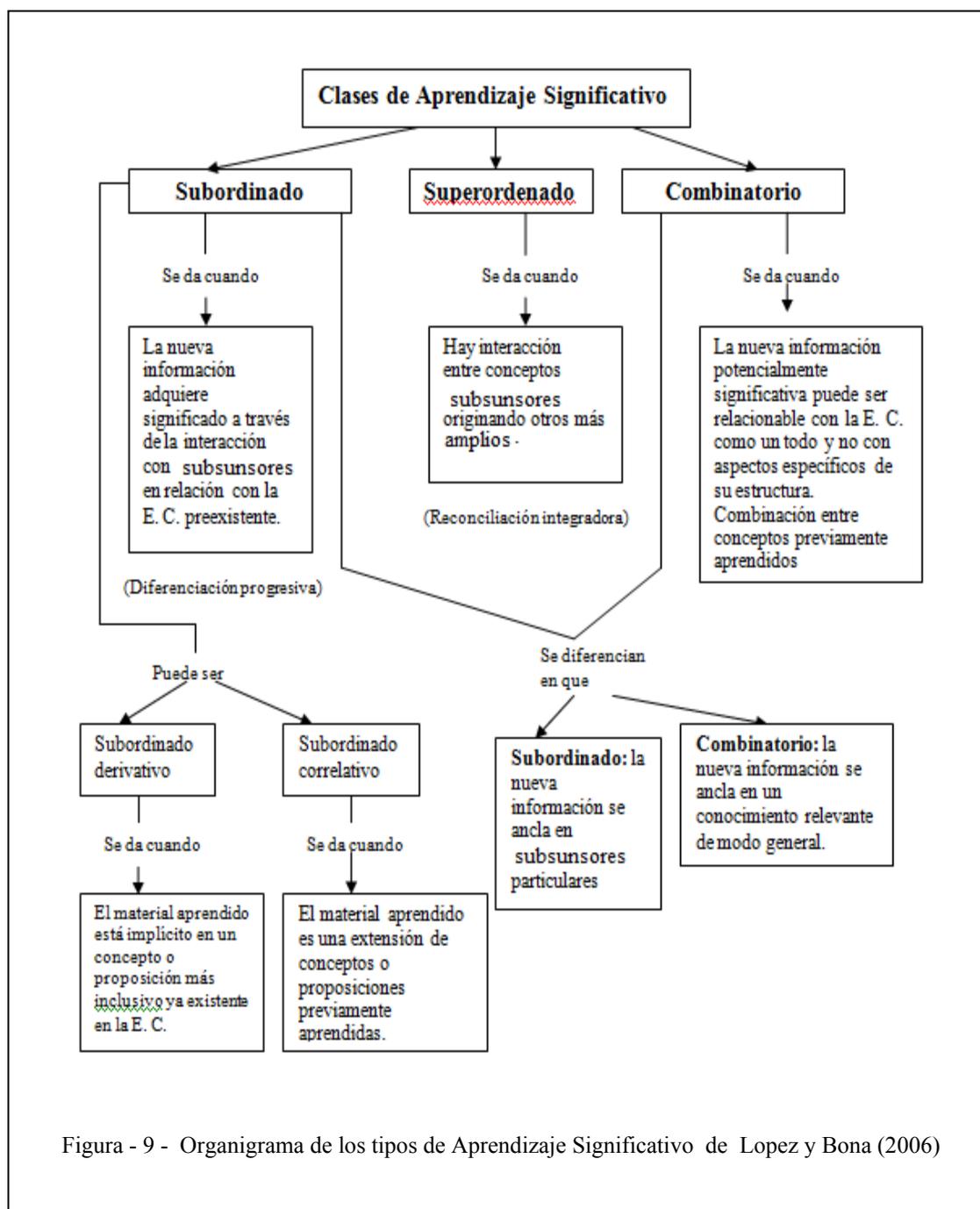
### **3.9.1 La teoría de la asimilación y de la retención del aprendizaje significativo de Ausubel**

Según Ausubel (2003, p.1), el aprendizaje por recepción significativa supone, especialmente, la adquisición de nuevos significados a partir de material de aprendizaje presentado exigiendo dos importantes condiciones:

- (1) Un mecanismo de aprendizaje significativo para el aprendiz.
- (2) La presentación de material *potencialmente* significativo para el aprendiz.

La condición (2) presupone (1). El material de aprendizaje debe estar relacionado de forma admisible, sensible, no aleatoria y *no literal* con *una* estructura cognitiva apropiada y relevante y con significado '*lógico*'. La estructura cognitiva *particular* del aprendiz debe contener ideas *ancladas* y relevantes, con las cuales se pueda relacionar el nuevo material. Esta interacción entre nuevos significados potenciales e ideas relevantes en la estructura cognitiva del aprendiz da origen a significados verdaderos o psicológicos.

El aprendizaje significativo no es sinónimo de aprendizaje de material significativo, pues el material de aprendizaje sólo es *potencialmente* significativo. Las condiciones (1) mecanismos de aprendizaje significativo y (2) material de aprendizaje potencialmente significativo deben estar unidos como un todo en la tarea de aprendizaje, pues se puede correr el riesgo de que, incluso el material lógicamente significativo, sea aprehendido por memorización, caso el mecanismo de aprendizaje del aprendiz no sea significativo. Ausubel distingue tres tipos de aprendizaje significativo: representacional, de conceptos y proposicional que están representados a continuación en la figura 9:



Para Ausubel, según Moreira (1999), la estructura cognitiva del alumno en el momento del aprendizaje es el factor que más influye en su proceso de instrucción. Puede ser influenciada substantivamente, cuando se le presentan al alumno conceptos y principios inclusivos, con poder integrador y explicativo y cuando el alumno recibe el contenido con métodos adecuados y organizados secuencialmente.

El papel del profesor en la tarea de ofrecer aprendizaje significativo es:

- Identificar y organizar jerárquicamente los conceptos y principios unificadores e inclusivos para dar integración.
- Identificar los subsunsores relevantes para el aprendizaje del contenido que se va a enseñar (pre-requisitos para aprender el contenido).
- Diagnosticar lo que el alumno ya sabe.
- Enseñar de manera significativa.

La teoría de Ausubel, de una manera más específica presenta el uso de los métodos inductivo y deductivo enfocando un aprendizaje verbal significativo receptivo. Verbal porque considera que el lenguaje clarifica los significados, receptivo (no pasivo) porque es el mecanismo humano por excelencia para almacenar la vasta cantidad de información e ideas y también porque, en las clases, la enseñanza se organiza en términos de aprendizaje receptivo. El alumno no tiene que descubrir principios, conceptos y proposiciones para aprender a usarlos significativamente (Moreira, 1999).

### **3.9.2 La contribución de Novak a la Teoría del Aprendizaje Significativo**

Uno de los colaboradores en los tests y refinamientos de la teoría de Ausubel fue el constructivista Joseph D. Novak. Según Moreira (1999, p.168), Novak parte de la idea de que educación es el conjunto de experiencias que contribuyen para el engrandecimiento del individuo, para ayudarlo en el cotidiano de la vida. Su teoría de la educación se basa en la idea de que los seres humanos piensan, sienten y actúan. Es una acción para intercambiar significados (pensar) entre el aprendiz y el profesor. Para él, los cinco elementos fundamentales en un fenómeno educativo son: aprendiz, profesor, conocimiento, contexto y evaluación. El intercambio de significados y sentimientos entre profesor y alumno tiene como objetivo el aprendizaje significativo del nuevo conocimiento aceptado en el contexto.

La principal idea de la teoría de Novak es que el aprendizaje significativo subyace a la integración constructiva entre pensamiento, sentimiento y acción, que conduce al engrandecimiento humano. Novak propone dos estrategias de instrucción para obtener aprendizaje significativo: los mapas conceptuales y la Uve epistemológica de Gowin. (op. cit. p.171)

En Moreira (1999 p.171), se relacionan algunos principios y proposiciones de la teoría de Novak:

- a) Todo evento educativo supone cinco elementos: aprendiz, profesor, conocimiento, contexto y evaluación.
- b) Pensamientos, sentimientos y acciones están interrelacionados, positiva o negativamente.
- c) El aprendizaje significativo requiere: disposición para aprender, materiales potencialmente significativos y algún conocimiento relevante.
- d) Actitudes y sentimientos positivos con relación a la experiencia educativa tienen sus raíces en el aprendizaje significativo y, a su vez, lo facilitan.
- e) El conocimiento humano es construido; el aprendizaje significativo subyace a esta construcción.
- f) El conocimiento previo del aprendiz tiene gran influencia sobre el aprendizaje significativo de nuevos conocimientos.
- g) Significados son contextuales; el aprendizaje significativo no implica adquisición de significados “correctos”.
- h) Conocimientos adquiridos por aprendizaje significativo son muy resistentes al cambio.
- i) La enseñanza debe ser planificada de manera que facilite el aprendizaje significativo y que propicie experiencias afectivas positivas.
- j) La evaluación del aprendizaje debe buscar evidencias de aprendizaje significativo.
- k) La enseñanza, el plan de estudios y el contexto también deben ser evaluados.
- l) Mapas conceptuales pueden ser representaciones válidas de la estructura conceptual/proposicional de conocimiento de un individuo; pueden ser instrumentos de meta-aprendizaje.
- m) La Uve epistemológica puede ser útil para comprender la estructura del conocimiento; puede ser instrumento de meta-conocimiento.
- n) Mapas conceptuales y diagramas Uve pueden ser instrumentos efectivos de evaluación del aprendizaje.

### **3.9.3 La contribución de Gowin a la Teoría del Aprendizaje Significativo**

D. Bob Gowin es el creador del instrumento heurístico llamado diagrama Uve, usado para analizar la estructura del proceso de producción del conocimiento o para desvelar conocimientos documentados como artículo de investigación, por ejemplo.

Moreira (1999, p. 178) describe el modelo triádico de Gowin de la siguiente forma:

- a) Un episodio de enseñanza-aprendizaje se caracteriza por significados compartidos entre alumno y profesor, con respecto a conocimientos vehiculados por materiales educativos del plan de estudios.
- b) Usando materiales educativos del plan de estudios, profesor y alumno buscan coherencia de significados.
- c) En una situación de enseñanza, el profesor actúa de manera intencional para cambiar significados de la experiencia del alumno, utilizando materiales educativos del plan de estudios.
- d) Si el alumno manifiesta una disposición para el aprendizaje significativo, actúa intencionalmente para captar el significado de los materiales educativos. El objetivo es compartir significados.
- e) El profesor le presenta al alumno los significados ya compartidos por la comunidad con respecto a los materiales educativos del plan de estudios.
- f) El alumno a su vez, le devuelve al profesor los significados que captó.
- g) Si no se consigue compartir significados, el profesor puede presentar, de otra manera, los significados aceptados en el contexto de la materia de enseñanza.
- h) El alumno, de alguna manera exterioriza, nuevamente, los significados que captó.
- i) El proceso puede ser más o menos largo, pero el objetivo siempre es compartir significados.
- j) Profesor y alumno tienen responsabilidades distintas en ese proceso.
- k) El profesor es responsable de verificar si los significados que el alumno capta son los compartidos por la comunidad de usuarios.
- l) El alumno es responsable de verificar si los significados que captó son los que el profesor pretendía que él captase. Significados compartidos en el contexto de la materia de enseñanza.
- m) Si se consigue compartir significados, el alumno está preparado para decidir si quiere aprender significativamente o no.
- n) La enseñanza requiere reciprocidad de responsabilidades, pero aprender significativamente es una responsabilidad del alumno que no puede ser compartida por el profesor.
- o) Para aprender significativamente, el alumno tiene que manifestar 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 plan de estudios.

### 3.9.4 El aprendizaje significativo y el aprendizaje mecánico

El aprendizaje significativo difiere del aprendizaje mecánico, sin que exista un antagonismo entre esos conceptos, sino un vínculo interactivo, denominado por Moreira (1999) de “continuum”. El aprendizaje mecánico o memorístico se caracteriza por la absorción literal y no sustantiva del nuevo material, generando poca interacción con la estructura cognitiva. Al contrario, una interacción más plena e inter-relacionable de un nuevo saber con la matriz cognitiva, identifica un aprendizaje significativo, generando vínculos más estables e indisociables.

El aprendizaje mecánico es automático y las nuevas informaciones son aprendidas prácticamente sin interactuar con los conceptos relevantes existentes en la estructura cognitiva, sin relacionarse a conceptos subsunsores específicos (Moreira & Ostermann, 1999, p.47). En este tipo de aprendizaje, las nuevas informaciones tienen poca o ninguna interacción con conceptos relevantes en la estructura cognitiva. No tiene lugar una interacción y la mayor parte se procesa en la escuela, como por ejemplo, tablas, aplicación de fórmulas para resolver problemas, ensayo y error, soluciones de rompecabezas, etc.

En el aprendizaje por descubrimiento, el contenido principal, que se ha de aprender, debe ser descubierto por el aprendiz. Es más complejo que el aprendizaje por recepción; pues supone una etapa previa de resolución de problemas antes que el significado se manifieste y sea internalizado.

En el aprendizaje por recepción, lo que hay que aprender se le presenta al aprendiz en su forma final. Supone la adquisición de nuevos significados a partir del material de aprendizaje presentado requiriendo actitud de aprendizaje significativo y material potencialmente significativo. El material tiene que tener significado lógico y tiene que relacionarse de manera no arbitraria y no literal con cualquier estructura cognitiva apropiada y pertinente.

La adquisición de significados para signos o símbolos de conceptos tiene lugar de manera gradual e idiosincrásica, en cada individuo. El niño en edad escolar ya posee un conjunto adecuado de conceptos que permite la existencia de aprendizaje significativo por recepción. Es decir, después de la adquisición de cierta cantidad de conceptos por el proceso de formación de conceptos, la diferenciación de los mismos y la adquisición de otros nuevos tienen lugar a través de la asimilación de conceptos (Moreira & Ostermann, 1999, p.50).

Cuando no existen subsunsores en la estructura cognitiva, Ausubel propone el uso de organizadores previos que sirvan de ancladero (abrigo) para el nuevo conocimiento y lleven al

desarrollo de conceptos subsunsores que faciliten el aprendizaje subsiguiente, es decir, los organizadores previos sirven para facilitar el aprendizaje, en la medida en la que funcionan como “puentes cognitivos” y tienen la función de rellenar lagunas entre lo que el alumno ya sabe y lo que necesita saber, para que el nuevo conocimiento pueda ser aprendido de forma significativa ((Moreira & Ostermann, 1999, p.51).

Según Ausubel, para que haya Aprendizaje Significativo, son necesarias dos condiciones. En primer lugar, el alumno tiene que tener una predisposición para aprender: si el individuo quiere memorizar el contenido de forma arbitraria y literal, entonces el aprendizaje será mecánico. La segunda condición es que el contenido escolar que se ha de aprender tiene que ser potencialmente significativo, o sea, tiene que ser lógica y psicológicamente significativo. El significado lógico depende solamente de la naturaleza del contenido, y el significado psicológico es una experiencia que tiene cada individuo. Cada aprendiz filtra los contenidos que tienen significado o no para él.

### **3.9.5 Evidencia del aprendizaje significativo**

Para que se puedan tener evidencias de aprendizaje significativo y evitar su simulación, es conveniente formular preguntas y problemas de una manera nueva y no familiar, que requiera la máxima transformación del conocimiento adquirido, proponiendo tareas que exijan conocimientos precedentes, buscar evidencias y evitar el proceso skinneriano (error y acierto).

Ausubel dice que el aprendizaje de conceptos puede mejorar en gran parte si se crea y utiliza un marco de referencia organizado a través de un almacenamiento sistemático y lógico de la información. Propone un aprendizaje jerarquizado. Esto implica que se debe hacer concordar los esquemas de los estudiantes con el material que se ha de aprender, o sea, antes de introducir el nuevo material, se debe empezar presentando un organizador avanzado que proporcione un apoyo, para la nueva información.

Para Ausubel, según Moreira (1999, p.160), los nuevos conceptos se forman o adquieren a través de asimilación, diferenciación progresiva y reconciliación integradora y la función del organizador previo es servir de puente entre lo que el alumno ya sabe y lo que debe saber, para que sean útiles para facilitar el aprendizaje.

### 3.9.6 Fases de Madurez Cognitiva y de Prontitud para el Aprendizaje

En conformidad con Ausubel (2003, p.13), la mayoría de los educadores acepta, implícitamente, el presupuesto de que existe una edad de prontitud para todos los tipos de aprendizaje. El aplazamiento de la experiencia de aprendizaje más allá de la edad de prontitud desperdicia oportunidades valiosas de aprendizaje y, muchas veces, insospechadas, reduciendo, así, de forma innecesaria, la cantidad y complejidad del contenido de las materias que se pueden dominar en un determinado período del aprendizaje escolar.

Por otro lado, cuando un alumno es expuesto, prematuramente, a una tarea de aprendizaje, antes de estar preparado de forma adecuada para la misma, no sólo no aprende la tarea en cuestión (o la aprende con muchas dificultades), sino que, con esta experiencia, también aprende a temer, a no gustar y evitar la tarea.

La madurez cognitiva depende de la edad y de las diferentes áreas de materias, varía dependiendo de las experiencias culturales, subculturales e idiosincrásicas (y de factores tales como el QI y la aptitud diferencial). Así, en determinadas culturas o subculturas y en niños que demuestran algún atraso (o, incluso, en muchas intelectualmente normales), la fase más avanzada puede que ni siquiera surja.

### 3.9.7 La importancia del aprendizaje y de la retención significativa en la educación

El aprendizaje por recepción y la retención significativa, según Ausubel (2003, p.16), son importantes para la educación, pues son los mecanismos humanos *por excelencia* para la adquisición y el almacenamiento de la gran cantidad de ideas y de informaciones representadas por cualquier área de conocimiento. La eficacia del aprendizaje significativo reside en dos características principales que son la no arbitrariedad y substantivación (carácter no literal).

Para el hombre común, la frecuencia de la exposición al material de instrucción es una condición necesaria y esencial del aprendizaje significativo y, en especial, de la retención significativa, pero también la variable más importante que influye en estos resultados. La frecuencia no es una condición necesaria ni suficiente para el aprendizaje significativo, ya que tal aprendizaje puede ocurrir inequívocamente sin repetición, en determinadas condiciones. Pero la frecuencia es una variable esencial e importante en situaciones típicas de aprendizaje significativo, especialmente cuando éste es difícil, cuando se pretende el superaprendizaje o una retención prolongada y cuando es necesaria la transferibilidad (op. cit. p.16).

### **3.10 LA TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO-CRÍTICO (TASC) DE MARCO ANTONIO MOREIRA**

Marco Antonio Moreira es investigador actuante en el área de Enseñanza de Física y en su teoría de aprendizaje significativo-critico (TASC), siguiendo la línea de Postman y Weingartner (1969), destaca que en tiempos de cambios rápidos y drásticos, el aprendizaje debe ser no sólo significativo, sino también subversivo. Subversivo, para Moreira, significa tener una postura crítica, como estrategia de supervivencia en la sociedad contemporánea. El autor se refiere al tipo de postura usado en la enseñanza proporcionada por las escuelas. En los últimos tiempos, la velocidad de los cambios en todo el mundo tuvo un impacto dramático sobre la vida de las personas, sobre su local de trabajo, sobre la economía, producción y competitividad. Y la escuela, aun en tiempos de fuertes cambios, continúa enseñando a sus alumnos conceptos desfasados, ofreciendo una educación obsoleta para preparar los alumnos para un futuro drásticamente en transformación. Como respuesta a las nuevas exigencias, Moreira (2005) afirma que el aprendizaje significativo-crítico es una estrategia necesaria para sobrevivir en esa sociedad contemporánea.

Para Moreira (2005, p.2), en la sociedad actual, mutante y tecnológica, la supervivencia depende de conceptos como relatividad, probabilidad, incertidumbre, función, causalidad múltiple (o no-causalidad), relaciones no simétricas, grados de diferencia e incongruencia (o diferencia simultáneamente apropiada), y éstos deben ser promovidos por una educación que tenga como objetivo un nuevo tipo de persona, con personalidad inquisitiva y liberal, que pueda enfrentar la incertidumbre y la ambigüedad sin perderse, y que sea capaz de construir nuevos y viables significados para encarar amenazadores cambios ambientales. Todos esos conceptos constituirían la dinámica de un proceso de búsqueda, cuestionamiento y construcción de significados que podría ser llamado "aprender a aprender".

En la escuela de hoy aún se enseñan "verdades", respuestas "correctas", entidades aisladas, causas simples e identificables, estados y "cosas" fijos, diferencias solamente dicotómicas. Y aún se "transmite" el conocimiento, desestimulando el cuestionamiento. El discurso educacional puede ser otro, pero la práctica educativa continúa sin fomentar el "aprender a aprender" que le permitirá a la persona saber enfrentar fructíferamente el cambio y sobrevivir (Ibid. p. 3).

### 3.10.1 Aprendizaje significativo y aprendizaje significativo-crítico

El autor, siguiendo Ausubel, caracteriza el aprendizaje significativo como aquél en que tiene lugar la interacción entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo. En ese proceso, el nuevo conocimiento adquiere significados para el aprendiz y el conocimiento previo queda más enriquecido, más diferenciado, más elaborado en términos de significados, y adquiere mayor estabilidad. Los principios programáticos facilitadores del aprendizaje significativo son la diferenciación progresiva, la reconciliación integradora, la organización secuencial y la consolidación. Algunas de las estrategias facilitadoras del aprendizaje significativo son los organizadores previos, mapas conceptuales y diagramas V (Moreira, 2005, p.14).

La *diferenciación progresiva* es el principio programático según el cual las ideas más generales e inclusivas de la materia de enseñanza se deben presentar desde el inicio de la instrucción y, progresivamente, se deben ir diferenciando en términos de detalles y especificidad. Las ideas generales e inclusivas se deben retomar periódicamente favoreciendo así su progresiva diferenciación. La programación de la materia de enseñanza debe también explotar, explícitamente, relaciones entre conceptos y proposiciones, llamar la atención sobre diferencias y semejanzas y reconciliar inconsistencias reales y aparentes. En eso consiste la *reconciliación integradora*, o integrativa, como principio programático de una enseñanza que tiene como objetivo el aprendizaje significativo. La *organización secuencial* consiste en secuenciar los tópicos, o unidades de estudio, de manera tan coherente como sea posible con las relaciones de dependencia naturalmente existentes entre ellos en la materia de enseñanza (Moreira, 2005, p.4).

Otro aspecto fundamental del aprendizaje significativo, que también hay que considerar, es que el aprendiz debe presentar una *predisposición para aprender*. O sea, 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 (Moreira, 2005, p.5).

El aprendizaje significativo-crítico, para Moreira (2005, p. 6), es la perspectiva que permite que el sujeto forme parte de su cultura y, al mismo tiempo, esté fuera de ella. Es una perspectiva que permite que el individuo participe de las actividades, pero, al mismo tiempo, reconozca cuándo la realidad se está alejando tanto que el grupo ya no la está captando. Moreira enfatiza que, por medio del aprendizaje significativo-crítico, es posible que el individuo trabaje con la incertidumbre, la relatividad, la no causalidad, la probabilidad, la no

dicotomización de las diferencias, con la idea de que el conocimiento es construcción (o invención) nuestra, que sólo representamos el mundo y nunca lo captamos directamente. Para el autor, la enseñanza subversiva de Postman y Weingartner (1969) solamente será subversiva si resulta en aprendizaje significativo crítico.

### **3.10.2 Condiciones para facilitar y promover aprendizaje significativo-crítico**

Según Moreira, hablar de “aprendizaje significativo crítico” no es suficiente, pues alguien puede aprender significativamente algo que no contribuye para su desarrollo ni su inserción socio-cultural. Propone nueve principios que cree que se pueden implementar en las clases y, al mismo tiempo, son críticos (subversivos) con relación a lo que normalmente ocurre en las clases. Esos principios le permitirían al individuo insertarse en su cultura y no ser dominado por ella, según Moreira (2005, p. 7):

***1) Principio del conocimiento previo. Aprendemos a partir de lo que ya sabemos.***

Eso significa que, para ser crítico de algún conocimiento, de algún concepto, de algún enunciado, en primer lugar el sujeto tiene que aprenderlo significativamente y, para eso, su conocimiento previo es, aisladamente, la variable más importante (Moreira, 2010).

***2) Principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.***

Debe haber una interacción social, se deben compartir y negociar significados entre profesor y alumno, con relación a los materiales educativos del plan de estudios. Esa negociación debe implicar un permanente intercambio de preguntas en lugar de respuestas, pues, una enseñanza centrada en la interacción entre profesor y alumno, enfatizando el intercambio de preguntas, tiende a ser crítica y suscitar el aprendizaje significativo crítico.

***3) Principio de la no centralidad del libro de texto. Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. De la diversidad de materiales didácticos.***

La utilización de materiales diversificados, y cuidadosamente seleccionados, en lugar de la "centralización" en libros de texto es también un principio facilitador del aprendizaje significativo crítico. Adoptar un único libro de texto es una práctica docente deformadora, en lugar de formadora que va contra la facilitación del aprendizaje significativo crítico. Artículos científicos, cuentos, poesías, crónicas, relatos, obras de arte y tantos otros materiales

representan mucho mejor la producción del conocimiento humano. Son maneras de documentar de manera compacta el conocimiento producido. Descompactarlo para fines didácticos implica cuestionamiento: ¿Cuál es el fenómeno de interés? ¿Cuál es la pregunta básica que se intentó responder? ¿Cuáles son los conceptos? ¿Cuál es la metodología? ¿Cuál es el conocimiento producido? ¿Cuál es el valor de esos conocimientos? (Moreira, 2005, p.8).

#### **4) Principio del aprendiz como perceptor/representador.**

La idea de que el aprendizaje significativo es idiosincrásico no es nueva, pero considerar el aprendiz como un perceptor/representador, en lugar de un receptor, es un enfoque actual que viene de la Psicología Cognitiva contemporánea y que nos explicita enfáticamente la inutilidad de enseñar respuestas correctas, verdades absolutas, dicotomías, simetrías, localizaciones exactas, si lo que queremos promover es el aprendizaje significativo crítico que puede ser entendido aquí como la capacidad de percibir la relatividad de las respuestas y de las verdades, las diferencias difusas, las probabilidades de los estados, la complejidad de las causas, la información innecesaria, el consumismo, la tecnología y la tecnofilia. El aprendizaje significativo crítico implica la percepción crítica y sólo puede ser facilitado si, de hecho, se trata al alumno como un *perceptor* del mundo y, por tanto, de lo que se le enseñe, y a partir de ahí un *representador* del mundo, y de lo que le enseñamos. (Moreira, 2005, p. 9).

#### **5) Principio del conocimiento como lenguaje.**

Prácticamente todo lo que llamamos "conocimiento" es lenguaje. Eso significa que la clave de la comprensión de un "conocimiento", o de un "contenido", es conocer su lenguaje. Una "asignatura" es una manera de ver el mundo, un modo de conocer, y todo lo que es conocido en esa "asignatura" es inseparable de los símbolos (típicamente palabras) en que se codifica el conocimiento que se produce en esa asignatura. Enseñar Biología, Matemáticas, Historia, Física, Literatura o cualquier otra "materia" es, en último análisis, enseñar un lenguaje, una manera de hablar y, por consiguiente, un modo de ver el mundo. Aprender un nuevo lenguaje implica nuevas posibilidades de percepción. La tan divulgada ciencia es una extensión, un refinamiento, de la habilidad humana de percibir el mundo. Aprenderla implica aprender su lenguaje y, como consecuencia, hablar y pensar diferentemente sobre el mundo. El lenguaje es el mediador de toda la percepción humana. Lo que percibimos es inseparable de cómo hablamos sobre lo que abstraemos.

### **6) Principio de la conciencia semántica.**

Este principio facilitador del aprendizaje significativo crítico implica varias concienciaciones. La primera de ellas, y tal vez la más importante de todas, es tomar conciencia de que *el significado está en las personas, no en las palabras*. La segunda es que las palabras no son aquello a lo que ostensivamente se refieren. Otro tipo de conciencia semántica necesaria para el aprendizaje significativo crítico es que, al usar palabras para nombrar las cosas, hay que percibir que los significados de las palabras cambian. El mundo está permanentemente cambiando, pero la utilización de nombres para las cosas, tiende a "fijar" lo que se nombra. En la enseñanza, lo que se busca, o lo que se consigue, es compartir significados denotativos con respecto a la materia de enseñanza, pero el aprendizaje significativo tiene como condición la atribución de significados connotativos, idiosincrásicos (es eso lo que significa incorporación no-literal del nuevo conocimiento a la estructura cognitiva). (Moreira, 2005, p. 11).

### **7) Principio del aprendizaje por el error.**

El hombre aprende corrigiendo sus errores. No hay nada de equivocado en equivocarse. Equivocado es pensar que la certeza existe, que la verdad es absoluta, que el conocimiento es permanente. El conocimiento humano es limitado y construido a través de la superación del error. El método científico, por ejemplo, es la corrección sistemática del error.

La escuela, sin embargo, pune el error y promueve el aprendizaje de hechos, leyes, conceptos, teorías, como verdades duraderas (Profesores y libros de texto ayudan mucho en esa tarea). La escuela ignora el error como mecanismo humano para construir el conocimiento y, así, hace que el alumno piense que el conocimiento es correcto y definitivo, cuando, en verdad, es provisional, o sea, equivocado. En la escuela de hoy, los profesores son contadores de verdades y los libros están llenos de verdades.

En el aprendizaje significativo crítico: buscar sistemáticamente el error es pensar críticamente, es aprender a aprender, es aprender críticamente rechazando seguridades, enfrentando el error como natural y aprendiendo a través de su superación (Moreira, 2005, p. 12).

### **8) Principio del desaprendizaje.**

Para aprender de manera significativa, es fundamental que se perciba la relación entre el conocimiento previo y el nuevo conocimiento. Sin embargo, en la medida en que el conocimiento previo nos impide captar los significados del nuevo conocimiento, estamos ante

un caso en el que es necesario un desaprendizaje. También una de las razones por las que es importante aprender a desaprender está relacionada a la supervivencia en un ambiente que está en permanente y rápida transformación. Hay que olvidar conceptos y estrategias que son irrelevantes para la supervivencia en un mundo en transformación, no sólo porque son irrelevantes, sino porque pueden ser una amenaza para la supervivencia. Aprender a desaprender, es aprender a distinguir entre lo relevante y lo irrelevante en el conocimiento previo y libertarse de lo irrelevante, desaprenderlo. (Moreira, 2005, p. 13).

### ***9) Principio de la incertidumbre del conocimiento.***

El aprendizaje significativo de tres de los más potentes elementos, que son las definiciones, preguntas y metáforas, ocurre críticamente cuando el aprendiz percibe que las definiciones son invenciones, o creaciones humanas, que todo lo que sabemos tiene origen en preguntas y que todo nuestro conocimiento es metafórico. Preguntas son instrumentos de percepción. La naturaleza de una pregunta (su forma y sus suposiciones) determina la naturaleza de la respuesta. Definiciones son instrumentos para pensar y no tienen ninguna autoridad fuera del contexto para el que fueron inventadas. Sin embargo, a los alumnos no se les enseña para que se den cuenta de eso. Las metáforas son igualmente instrumentos que usamos para pensar. Entender un campo de conocimiento implica comprender las metáforas que lo fundamentan.

El principio de la incertidumbre del conocimiento nos alerta de que nuestra visión de mundo se construye primordialmente con las definiciones que creamos, con las preguntas que formulamos y con las metáforas que utilizamos. Naturalmente, estos tres elementos están interrelacionados en el lenguaje humano. (Moreira, 2005, p. 14).

### ***10) Principio de la no utilización de la pizarra. De la participación activa del alumno. De la diversidad de estrategias de enseñanza.***

El uso de distintas estrategias de instrucción que impliquen la participación activa del estudiante y que, de hecho, promuevan una enseñanza centralizada en el alumno es fundamental para facilitar el aprendizaje significativo crítico. No hay que buscar estrategias sofisticadas. El uso de actividades colaborativas, seminarios, proyectos, investigaciones, discusiones, facilita tanto la implementación de los demás principios en las clases como la actividad mediadora del profesor.

### **11) Principio del abandono de la narrativa. De dejar que el alumno hable.**

Este principio complementa el de la no utilización de la pizarra que, a su vez, complementa el de la no centralidad del libro de texto. En la opinión de Moreira (2010), el alumno debe ser intérprete de lo que está en los libros, y debe exponer su interpretación a los compañeros y al profesor. Éste podría oír las interpretaciones y negociaciones de significados entre los alumnos e intervenir cuando sea necesario, incluyendo en la discusión los significados aceptados en el contexto de la materia.

Según el autor, por una cuestión de supervivencia, hay que cambiar el centro de interés del aprendizaje y de la enseñanza. El interés debería estar centrado en el *aprendizaje significativo subversivo*, o *crítico* y, para eso, hay que seguir los once principios citados anteriormente.

Moreira concluye también que no se puede ignorar que sin un plan de estudios y un contexto (medio social, sistema educativo) que favorezcan la implementación de los principios facilitadores del aprendizaje significativo crítico y sin una evaluación coherente con tales principios, poco se podrá poner en práctica de esta teoría y el aprendizaje escolar (en todos los niveles) continuará siendo mecánico.

## **3.11 LA TEORÍA DEL DESARROLLO COGNITIVO DE JEAN PIAGET**

En la percepción de Piaget, para que haya aprendizaje, según la Epistemología Genética, los sujetos deben tener un papel activo en la construcción de sus conocimientos, creando, recriando y testando sus teorías sobre el mundo. Su principal preocupación era comprender cómo tiene lugar el paso de conocimientos simples para conocimientos complejos. Su mayor objetivo era entender la construcción de estructuras que amplían el aprendizaje y llegar a la comprensión de cómo el ser humano puede llegar a conocimientos universales y necesarios. El desarrollo cognitivo, para Piaget, consiste en adaptaciones a nuevas experiencias y observaciones y toma dos formas: asimilación y acomodación.

La formación de los conocimientos, para Piaget, es el puente entre la acción humana, la realidad y la razón. El conocimiento es pensado como estructura o capacidad, no es innato, ni determinado por el medio, sino que es construido por el sujeto. El sujeto retira los materiales de construcción de sus conocimientos de los objetos sobre los cuales actúa a través de un esfuerzo de reflexión o abstracción reflexiva de sus acciones (Becker, 2005, p.27).

Cuando el sujeto persigue el éxito en una práctica del cotidiano y busca comprender lo que hizo, se apropia de abstracciones reflexionadas o de toma de conciencia. Para Piaget, según Becker (2005, p.28), la acción que lleva al éxito no es suficiente para construir conocimientos. La acción que construye conocimiento es la que se apropia de esa acción primera, que lo llevó al éxito.

Moreira & Ostermann (1999, p.13) presentan los cuatro estadios del desarrollo mental de Piaget. Considerando la opinión de estos autores, abordaremos algunas características del período operacional concreto por estar relacionada a la edad para la cual se dirige esa investigación.

El período operacional concreto corresponde a la edad entre los 7-8 y los 11-12 años y el niño, en esta fase, sólo opera sobre lo concreto, sin la posibilidad de trabajar con hipótesis, es decir, solamente opera cuando se trata de objetos reales o pensamientos sobre ellos. En este período, descentraliza su pensamiento, siendo capaz de construir una jerarquía, entender las relaciones de inclusión y pensar en el todo y en las partes simultáneamente. El pensamiento del niño, en ese estadio, está organizado, posee características de una lógica de operaciones reversibles. Es capaz de pensar sobre los elementos de un problema, pero necesita referencias concretas e instrucciones detalladas para efectuar la resolución. Usa clasificaciones y ordenamiento seriado, siendo capaz de un raciocinio propio. La formación de conceptos depende de la clasificación exacta de las propiedades similares.

Las situaciones-problema propuestas en esta investigación están centradas en el período de desarrollo de la estructura de la inteligencia operatoria concreta de Piaget y pretenden, de varias formas, crear situaciones de construcción de conocimientos para niños de esa edad. Con esas situaciones-problema, el alumno tiene la oportunidad de transformar lo que aprende, de acuerdo con su capacidad interna, haciéndose un transformador de su propio aprendizaje.

Con la propuesta defendida en esa tesis, los niños tendrán la posibilidad de trabajar un material potencialmente significativo, con objetos y actividades de su interés y que podrán ayudarles a sentir más confianza en sus actitudes, en un ambiente en el que el criterio no sea clasificar en correcto o incorrecto, sino en un ambiente en que se les enseñará cómo aprender a aprender, pudiendo avanzar en su aprendizaje, sintiéndose más capaces y confiando en su potencial.

### 3.11.1 La Teoría de Piaget y la Educación

Moreira & Ostermann (1999, p. 16 a 18) presentan algunas consideraciones de Piaget para la práctica educacional. Esos autores exponen que Piaget enfatiza que la esencia del conocimiento es actividad tanto física como mental y que ésta proporciona el desarrollo intelectual.

La epistemología genética no se preocupa por el conocimiento contenido, sino por el conocimiento estructura; es decir, por el conocimiento construido que funciona como condición de asimilación de cualquier contenido. La conceptualización es, para Piaget, el camino para pasar de una estructura del conocimiento simple para otra más compleja. La estructura conceptual es la herramienta fundamental del pensamiento y resulta de construcciones debidas a la acción del sujeto. La acción se corrige y mejora en función de la conceptualización y ésta se va haciendo hegemónica sin jamás prescindir de la acción, su materia-prima. (Becker, 2005, p.31).

Para que un alumno, de cualquier edad, comprenda lo que le enseña la escuela, tiene que haber construido los instrumentos conceptuales (estructuras) necesarios para asimilar esos contenidos. (Becker, 2005, p.32)

Así, el aprendizaje no debe contemplar sólo la capacidad de asimilar contenidos, sino la capacidad de construir formas o estructuras capaces de asimilar contenidos. “El ideal de la educación, para Piaget, no es aprender al máximo, maximizar los resultados, sino, sobre todo, aprender a aprender y aprender a desarrollarse y a continuar desarrollándose después de la escuela” (Becker, 2005, p.33).

El software presentado en el proyecto prevé actividades organizadas de manera que el niño pueda manejar objetos virtuales, programar instrucciones que permitan acciones mentales y, con la oportunidad de los conflictos cognitivos, cuestionar, experimentar, descubrir hechos y relaciones y reinventar, estableciendo los aprendizajes de la manera que Piaget los considera.

**CAPÍTULO IV**

**BASES**

**METODOLÓGICAS**

**DE LA**

**INVESTIGACIÓN**



## **4 BASES METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

En este capítulo se presentan las trayectorias realizadas para recoger datos, buscar evidencias y subsidios para auxiliar en la comprobación de las hipótesis y, así, responder la pregunta central de esta investigación.

Se expondrán, también, las metodologías aplicadas en cada etapa de la investigación, desarrollo y gerenciamiento del software, destacando las propiedades de carácter ergonómico-usabilidad y de carácter pedagógico-aprendizaje y la posible integración entre ambas, según fueron consideradas, con el objetivo de obtener calidad pedagógica del software construido.

### **4.1 ERGONOMÍAS EN SOFTWARE EDUCACIONAL**

La juventud actual está intensamente conectada con un mundo de comunicación e información. Internet creó nuevas formas de expresión y, por lo tanto, comprender cómo procesan las informaciones de la red es de fundamental importancia para poder hacer uso de estos recursos con el fin de apoyar el aprendizaje. De este modo, la producción de material educacional de calidad para aplicarlo en el contexto de las redes y computadoras tiene que atender a requisitos de calidad y considerar las recomendaciones de educadores, diseñadores y programadores.

La utilización de sistemas interactivos y ergonómicos ofrece un ambiente activo y abierto de aprendizaje que le posibilita al estudiante, en su ambiente personal, profesional o educacional, obtener informaciones, transformándolas en conocimientos que generarán valor para su vida.

La construcción del software educacional CIAMATE atendió a varios aspectos de las teorías de aprendizaje combinados con los conocimientos de otras áreas y siguió los principios para la producción de objetos didácticos ergonómicos, los cuales posibilitan la maximización del aprendizaje con reducción de la sobrecarga cognitiva. A continuación se presentan algunas recomendaciones y estrategias ergonómicas consideradas para la construcción de la interfaz del software CIAMATE, derivadas de investigaciones de profesionales en el área de *Web*

*design*, educadores, teóricos del aprendizaje, programadores, que se ajustaron al escenario de desarrollo del referido software.

## **4.2 HEURÍSTICAS CONSIDERADAS EN LA PLANIFICACIÓN DE LA INTERFAZ DEL SOFTWARE CIAMATE**

Varias fueron las heurísticas consideradas en la planificación de la interfaz del *software* didáctico CIAMATE. Uno de los modelos considerados fue el de Perry (2005, p. 55), que presentó en su tesis el llamado método JIGSAM, creado por Squires y Preece (1996). El método tiene una concepción constructivista y comprende el aprendizaje como un fenómeno que involucra a los estudiantes, al ambiente y a la herramienta, preocupándose de la forma en que los criterios de usabilidad impactan en el aprendizaje. En este modelo, la tarea de aprender implica dos tipos de actividades:

- a) entender los conceptos relacionados al dominio en estudio;
- b) entender los conceptos que son prerequisites.

La tarea operacional (usar el *software*) también incluye dos actividades:

- a) comprender la interfaz;
- b) comprender el sistema operacional, el hardware y los periféricos sobre los que se opera.

El modelo considerado para la construcción del software CIAMATE fue el JIGSAM, teniendo en cuenta su usabilidad y los aspectos pedagógicos.

Con relación a los aspectos ergonómicos considerados en la construcción del software CIAMATE, se observaron las recomendaciones de Grando, Konrath y Tarouco (2003) referentes a su aspecto visual:

- Se organizó el material didáctico en pequeños segmentos, con el objetivo de favorecer el aprendizaje;
- Se minimizó la carga cognitiva para evitar el efecto de distracción y para un impacto negativo en el proceso de aprendizaje;
- Se presentaron los textos de forma simple, con calidad y en pequeña cantidad. Las sentencias cortas y sin abreviaturas, preferentemente en orden directo, con el objetivo de minimizar el uso de barra de desplazamiento;
- Los textos e imágenes se distribuyeron de manera que fuese posible conseguir una armónica combinación;

- Se colocaron las imágenes cerca de donde son citadas;
- Las informaciones más importantes se localizaron en el lado superior izquierdo;
- En lo que se refiere a la forma de presentación de los textos, se evitó el uso excesivo de elementos de realce: palabras en negrita, colores, subrayado, etc.;
- Se utilizó la fuente sin serifa. Se procuró utilizar la fuente helvética por ser más legible y también porque se sugiere su uso en páginas con material didáctico para internet (Burmark, 2002, apud Grando et al, 2003). En el caso de enlaces, se usó color, en lugar de usar letras subrayadas, para efecto de realce;
- Se utilizaron los colores con cautela, pues usados indiscriminadamente pueden tener un efecto negativo o de distracción, causando fatiga visual, lo que resulta en un elemento que distrae la atención del alumno y causa dispersión de la actividad principal. Para las páginas con un fondo colorido, se seleccionaron los colores del texto para obtener contraste entre el texto y el fondo, aumentando así la visibilidad y la legibilidad del texto;
- La disposición de las informaciones o segmentación del texto en la pantalla de vídeo se presenta con cierta estética y no se pone en una misma página una gran cantidad de informaciones, pues esto hace que la lectura sea difícil y monótona. Para destacar un contenido, se dejaron espacios en blanco para dar realce al texto.
- Se minimizó la carga cognitiva asociada al contenido. En el caso de la instrucción por ordenador o de la instrucción basada en la web, el término cubre tanto el proceso mental necesario para acceder e interpretar las pantallas, iconos y objetos, como el proceso cognitivo dedicado a asimilar el real contenido de la instrucción;
- Se usaron imágenes y gráficos con el objetivo de auxiliar al alumno en el aprendizaje de las situaciones-problema. Considerando la edad de los destinatarios del software y que el usuario podría tener dificultad para lectura, ya que los niños y jóvenes aprenden más de la mitad de lo que saben a partir de la información visual, se destacó la comunicación a través de elementos de imagen, animaciones y sonido;
- No se exageró en el realismo de las presentaciones.

### 4.3 ASPECTOS RELEVANTES CONSIDERADOS EN EL DESARROLLO DEL SOFTWARE CIAMATE CON BASE EN LA TEORÍA DE LA CARGA COGNITIVA

Estudios sobre el sistema cognitivo humano basado en los principios de la Teoría de la Carga Cognitiva de John Sweller (2003) se están aplicando a los contenidos, a los medios de comunicación y a los estudiantes, con el objetivo de crear recursos y ambientes de aprendizaje que estén en sintonía con el proceso cognitivo humano y que potencien la enseñanza-aprendizaje.

La memoria es un concepto-clave de esta teoría, que afirma que la estructura cognitiva humana presenta tres sistemas de memoria: la memoria sensorial, la memoria de corta duración y la memoria de larga duración, las cuales trabajan juntas.

Según Cooper (2004), citado por Araujo y Veit (2005), **la memoria sensorial** termina muy rápidamente: prácticamente en medio segundo para la memoria visual y en tres segundos para la auditiva. En este corto espacio de tiempo hay que identificar, clasificar y dar algún significado a la nueva información o ésta no será incorporada a la memoria de trabajo. **La memoria de corto plazo** es la memoria intelectual consciente. Según Miller (1956), se puede trabajar con un total de cinco a nueve informaciones simultáneas en este tipo de memoria. **La memoria de largo plazo** es la que almacena el conocimiento y las habilidades del individuo.

Según Araujo y Veit (2005), los desafíos en el desarrollo de material didáctico digital están asociados a cinco aspectos interdependientes:

- Validez de contenido;
- Coherencia con las metas de enseñanza-aprendizaje;
- *Design*;
- Interactividad;
- Modos de aplicación.

Una de las ideas básicas en la planificación de material didáctico es que el esfuerzo intelectual del aprendiz debe ser mínimo con relación al uso del material. En ese sentido, basadas en la teoría de la carga cognitiva, se observaron en la construcción de este software-investigación recomendaciones citadas por Araujo y Veit (2005, p.3):

- Centrar la atención del aprendiz en un único punto, en vez de desdoblarse en dos o más. Por ejemplo, no presentar texto y animación simultáneamente, cuando es necesario leer el texto previamente;

- Eliminar la redundancia, pues informaciones redundantes entre texto y diagramas reducen el aprendizaje.
- Proponer ejercicios exploratorios en vez de los convencionales ejercicios repetitivos.
- En instrucciones multimedia, presentar animaciones y audio simultáneamente en vez de secuencialmente.
- Presentar ejemplos resueltos como alternativa de instrucción basada en problemas.

#### **4.4 HISTÓRICOS DE LAS ETAPAS DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

Para responder la pregunta principal de la investigación de esta tesis, fue necesario recorrer un largo trayecto, incluyendo la construcción del software y la verificación de sus potencialidades para la maximización de las oportunidades de favorecer el aprendizaje. Se sistematizaron las etapas de desarrollo de la metodología con el objetivo de verificar las hipótesis con respecto al diseño de la interfaz, de la interacción con el usuario y del proyecto de enseñanza-aprendizaje presentados en los ítems anteriores.

Se presentan a continuación cada una de las etapas de concepción, evaluaciones y técnicas de desarrollo del *software*, desde el primer análisis de requisitos hasta la evaluación del aprendizaje junto a los alumnos, que tuvo lugar a partir de 2006 hasta el 2011.

#### **4.5 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL PROYECTO DE SOFTWARE - PLAN 2006**

En esa etapa de desarrollo se realizaron actividades de estudios, lecturas y traducción de artículos para una mayor comprensión de la Teoría de los Campos Conceptuales de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas propuesta por Gérard Vergnaud, que sirvió como marco teórico para las investigaciones relacionadas a las actividades cognitivas de los conceptos presentados en el *software*. En esa fase de estudio, se esquematizaron las primeras ideas para la generación del *software*, con el objetivo primordial de favorecer ampliamente la conceptualización de esas estructuras. La propuesta se presentó para discusión en la IV Semana de Investigación, en Porto Alegre, en diciembre de 2006.

## 4.6 SINOPSIS DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA PRIMERA VERSIÓN DEL SOFTWARE "APRENDEX" - PLAN 2007

En 2007 se reanudó el estudio, profundizando en las bases conceptuales y dando inicio a la creación de la primera versión del software, denominado Aprendex. A continuación presentamos las etapas más significativas del proceso en el año en cuestión, de acuerdo con la Tabla 7:

---

### METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA VERSIÓN TEST DEL SOFTWARE "APRENDEX"

---

- 1) *Definición del marco teórico, con selección y delimitación del contenido y revisión de la literatura;*
  - 2) *Investigación y análisis de softwares disponibles en la Web para el aprendizaje de conceptos de la Estructura Aditiva y Multiplicativa;*
  - 3) *Definición del dominio de aplicación y modelado de la primera versión test del software;*
  - 4) *Planificación de la interfaz y definición de la plataforma de hardware y software;*
  - 5) *Implementación parcial del sistema;*
  - 6) *Evaluación de las potencialidades del software-test;*
  - 7) *Consideraciones sobre la validación del software;*
  - 8) *Elección de la muestra para aplicación del software: una clase de tercer año de enseñanza primaria de una escuela de la red pública;*
  - 9) *Validación y aplicación de la prueba diagnóstica;*
  - 10) *Aplicación del software test de resolución de problemas en la clase, en encuentros semanales de 100 min, durante 3 semanas consecutivas;*
  - 11) *Validación y aplicación de un posttest;*
  - 12) *Realización de análisis estadístico descriptivo de los resultados de evaluaciones de los dos grupos;*
  - 13) *Búsqueda de la posible correlación entre los resultados de las dos pruebas: antes y después de la aplicación del software;*
  - 14) *Manifestación de los alumnos sobre los aprendizajes efectuados (“¿Qué aprendí con el trabajo?”);*
-

---

15) *Triangulación de las entrevistas personales (cualitativa) con los resultados de las pruebas (cuantitativa);*

---

16) *Presentación de consideraciones sobre los resultados de la evaluación del software test en la V Semana de Investigación Científica.*

---

Tabla 7- Procedimientos metodológicos para el *software* versión test.

#### **4.6.1 Contexto de Desarrollo de la Versión Test "APRENDEX"**

El marco teórico escogido para el desarrollo del proyecto fue la Teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud, Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y Teoría de la Epistemología Genética de Piaget. Se estudiaron las situaciones problema de las Estructuras Aditiva y Multiplicativa.

El software presenta ejercicios y prácticas, situaciones-problema, juegos, mapas conceptuales, integrando múltiples medios de comunicación, con diferentes formas de representación. Las actividades se dirigen a alumnos en el estadio operacional concreto de Piaget, o sea, alumnos con edades comprendidas entre los 6 y los 12 años, del primero al quinto año de la enseñanza primaria. El modelo de interfaz es simple, claro e intuitivo, buscando una combinación armónica de texto, imágenes y colores.

Para la plataforma de hardware y software, se utilizó el Flash 8.0, con un lenguaje de programación orientado a objetos (ActionScript), que presentó como ventaja permitir la creación de programas para la distribución en soportes físicos como el CD-ROM y DVD. El producto creado fue denominado APRENDEX.

#### **4.6.2 Algunas características del programa "APRENDEX"**

La creación de la primera versión del *software*, que recibió la denominación de APRENDEX, tiene su pantalla inicial como muestra la Figura 10. El programa fue idealizado con el objetivo de ayudar al alumno en la lectura, interpretación y comprensión de situaciones-problema en los más variados contextos del día a día, en los que tiene que pensar sobre la cuestión para proponer una solución. Se presentan situaciones-problema que requieren para su resolución las cuatro operaciones con números naturales y se abordan conceptos de esas estructuras.

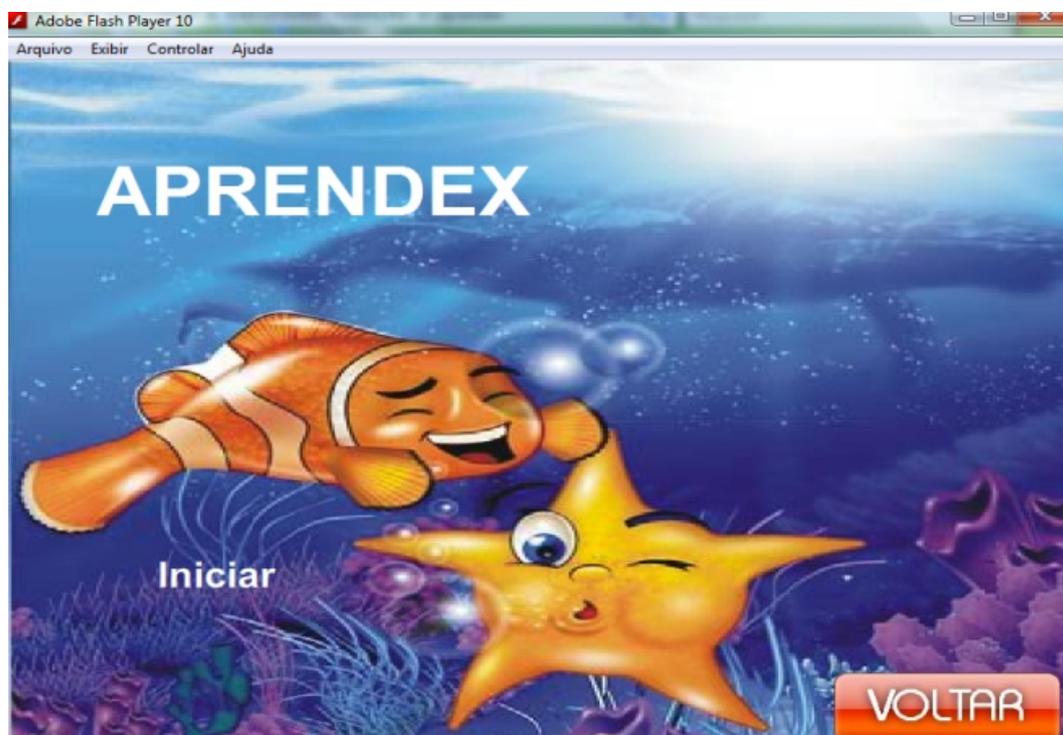


Figura 10- Pantalla inicial del software APRENDEX

Se presentan a continuación algunas imágenes de los ejercicios presentados en el software y los objetivos que se pretendían con los mismos. La Figura 11 es un ejemplo de actividad que tiene el objetivo de trabajar la capacidad de concentración y exige del alumno la realización de una lectura atenta de todo el enunciado de la actividad para poder efectuar la tarea correctamente. Es una actividad dinámica e interesante, haciendo uso de recursos de imágenes y sonido.

Para Barros (2002, p.73), el juego le proporciona al niño el desarrollo de la imaginación y de la creatividad y, paralelamente, le posibilita la práctica de la capacidad de concentración, atención y dedicación. Se ejercita la capacidad de retención de la atención y concentración debido a que el juego lleva el niño a concentrarse en la actividad. La actividad sirve para

ayudar a desarrollar el autocontrol y la paciencia, ya que hay que prestar atención para realizar la tarea con éxito y no tener que repetir la misma instrucción.



Figura 11- Pantalla de actividades del software APRENDEX

En la Figura 12 se pretende demostrar que se desarrollaron diversas categorías numéricas a lo largo de la historia de la humanidad: los números naturales, los racionales, los decimales, los enteros y los irracionales. En esta actividad se pretenden desarrollar conceptos y llevar el alumno a observar que en las secuencias existe una regularidad en la formación de los términos (Ley de Formación).

También se pueden trabajar en las clases otros ejemplos relacionados a las secuencias numéricas, por ejemplo: la organización de una fila con elementos de una colección, la

secuencia del número de habitantes de una ciudad, la secuencia de los múltiplos de un determinado número y otros.

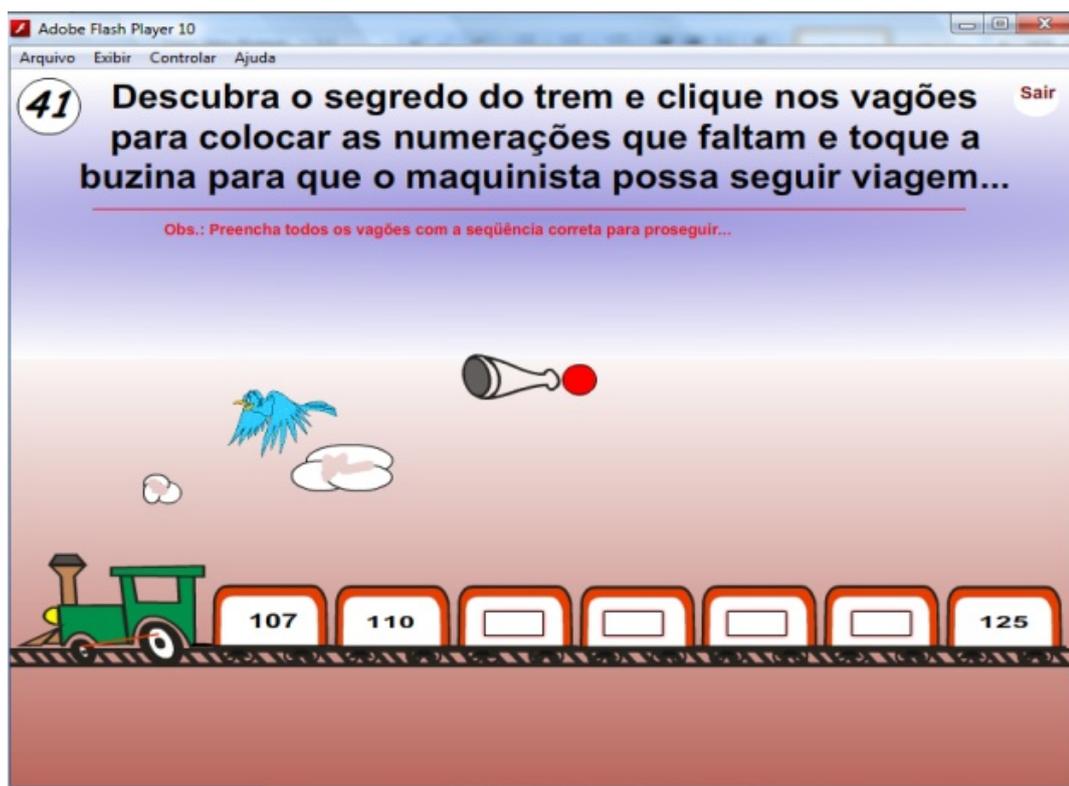


Figura 12- Pantalla de actividades en secuencias numéricas del *software* APRENDEX

El bloque de actividades representado por la Figura 13 desempeña un papel importante en el plan de estudios, pues le muestra al alumno la utilidad del conocimiento matemático en el cotidiano. Es una práctica pedagógica, inserida en la metodología de la resolución de problemas de las cuatro operaciones que incluye situaciones de compra, venta e investigación de precios, considerada relevante por su carácter práctico y utilitario y por la posibilidad de establecer variadas conexiones con otras áreas del conocimiento.

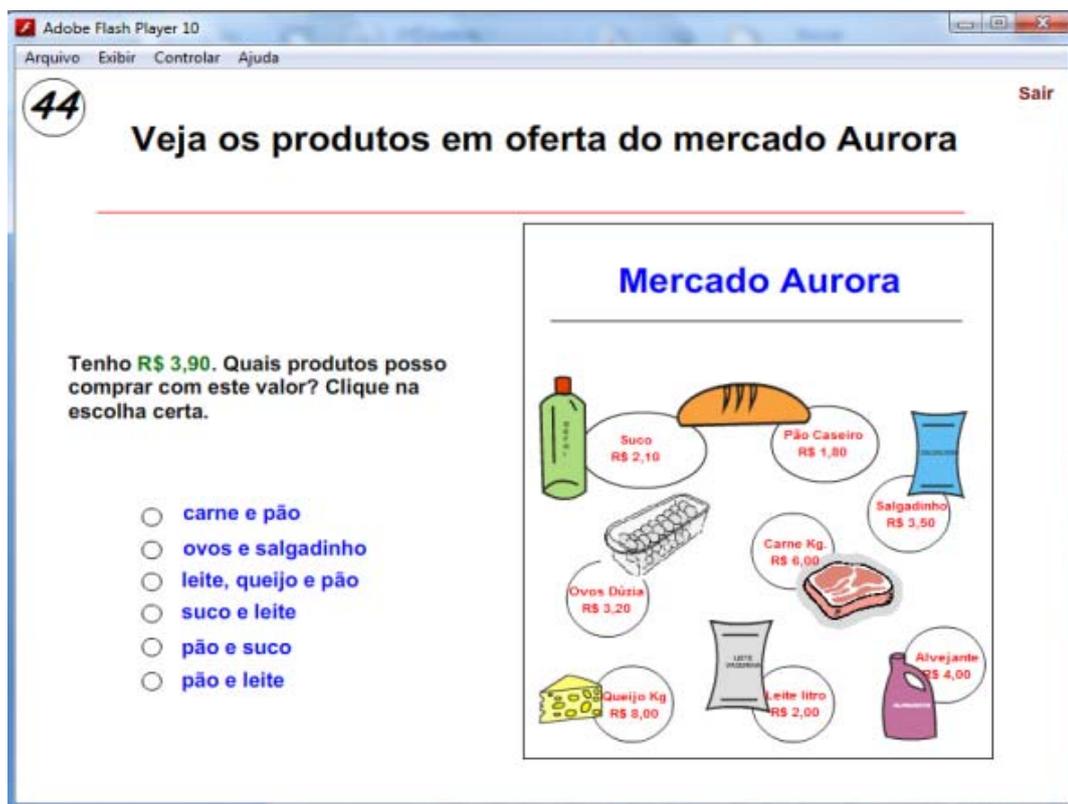


Figura 13 - Pantalla de actividades de compra y venta del software APRENDEX

#### 4.6.3 Consideraciones sobre la validación del software “APRENDEX”

- **Resultados de la evaluación cuantitativa**

Los tests de conocimiento (pretest y postest) para esta etapa de la evaluación tenían el objetivo de medir lo que había aprendido cada individuo, o su nivel de desempeño actual. En la validación de los instrumentos de esta etapa de investigación, fueron dos las características deseables para los tests de conocimiento elaborados por el software: validez y confiabilidad. En general, un test posee validez si mide lo que se propone medir y un test válido siempre es fidedigno.

Se presentan en la tabla 8 los resultados de las evaluaciones del pretest y del postest aplicados en el test piloto-2007 que fue el primer procedimiento para obtener la validación de los instrumentos de esta investigación.

<b>Media de los alumnos (3º curso, que corresponde al 4º año de la Enseñanza Primaria)</b>	
<b>Pretest</b>	<b>Postest</b>
6	7,3

Tabla 8 - Media de las muestras del test piloto-2007

- Los resultados parciales obtenidos después de testar el software apuntan para algunos avances en el proceso de construcción de conocimiento de los niños, en lo que se refiere al aprendizaje de conceptos de estas estructuras. El análisis a través del test U no paramétrico de Mann-Whitney permitió observar que hubo avances estadísticamente significativos en el crecimiento de los conceptos de las Estructuras Aditiva y Multiplicativa. El análisis de los tests permitió observar también que el crecimiento fue mayor en la Estructura Multiplicativa, llevando a concluir que hay que mejorar la herramienta para comprobar avances en el proceso de construcción de conocimiento de la Estructura Aditiva, pues ésta no tuvo mucho realce en el test piloto.

- **Resultados de la evaluación cualitativa**

Los resultados procedentes de entrevistas individuales (orales) y de la manifestación de los alumnos a través de entrevista escrita sobre los aprendizajes efectuados (“¿Qué aprendí con el trabajo?”) demostraron que:

- Los alumnos aceptaron bien los talleres realizados. Consideraron que las actividades desarrolladas con la herramienta fueron interesantes, agradables y útiles.
- Los alumnos se mantuvieron siempre muy atentos en el desarrollo de las actividades.
- Las observaciones cualitativas trajeron contribuciones importantes para la mejora de los aspectos pedagógicos y tecnológicos de la elaboración del software.
- El orden de presentación de las actividades del software tuvo que ser modificado, es decir, tuvo que ser generado de forma aleatoria, pues esa característica evitó la

posibilidad de copia de respuestas entre los alumnos, o respuestas mecánicas o memorísticas.

- Hubo una especie de competición para conseguir resolver más ejercicios en el período de la clase. Esa competición no fue incentivada ni planificada, sino que surgió naturalmente y acabó trayendo un factor motivacional extrínseco favorable al aprendizaje.
- Considerando las etapas de construcción del software desarrolladas en el período, se puso de manifiesto que el software es una herramienta adecuada para alcanzar los objetivos.

Los resultados obtenidos con esta investigación preliminar sirvieron de subsidio para la estructuración de la propuesta didáctica de la próxima etapa de desarrollo del software que tiene el objetivo de responder la pregunta principal de nuestra investigación.

#### **4.7 SINOPSIS DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA SEGUNDA VERSIÓN DEL SOFTWARE "RPM ONLINE" - PLAN 2008**

En 2008 se reanudaron las investigaciones y se construyó el software “RPM Online” que consideró las sugerencias del test piloto para su construcción y reconstrucción. Para esa versión de desarrollo del software, se tomó como base la teoría de los Campos Conceptuales, de Vergnaud; la Teoría del Aprendizaje Significativo, de Ausubel y la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, de Moreira. El objetivo era poner a disposición una herramienta capaz de auxiliar a los alumnos en el proceso de construcción de conocimientos matemáticos, desarrollando autonomía de raciocinio, reflexión y creación de soluciones y situaciones favorables al aprendizaje de los conceptos matemáticos, promoviendo un aprendizaje significativo de esas estructuras, en los años iniciales de la enseñanza primaria.

La investigación se caracterizó por ser un estudio orientado en un modelo experimental. Los procedimientos metodológicos aquí presentados de forma sucinta se dividieron en dos fases, de las que se presenta, a continuación, una sinopsis en las tablas:

- Fase de Estudio 1-2008: describe los procedimientos en cuanto a las etapas de modelado, arquitectura, construcción del software educacional y su validación (Tabla 9).
- Fase de Estudio 2-2008: describe los procedimientos en cuanto a los sujetos involucrados y a la evaluación de las potencialidades del software (Tabla 10).

---

**PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS - Fase 1-2008**

---

1) Nueva revisión del referencial teórico, con selección y delimitación del contenido y profundización de la revisión de la literatura, así como investigación y análisis de softwares disponibles para la enseñanza de los conceptos de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas;

2) Definición del dominio de aplicación y modelado del software;

3) Planificación de la interfaz y definición de la plataforma de hardware y software;

4) Investigación y planificación del algoritmo para la generación de los ejercicios de forma aleatoria;

5) Desarrollo e implementación parcial del sistema RPM Online;

6) Evaluación de las funcionalidades del sistema y su validación;

7) Revisión y finalización del sistema implementado;

8) Presentación del sistema RPM Online a los alumnos.

---

Tabla 9 - Procedimientos de modelado, arquitectura y construcción del *software* RPM Online.

**Fase de estudio 2-2008:**

El software RPM Online, después de la validación en una clase de 3º, tuvo su versión final aplicada a tres clases de 2º, 3º y 4º de la enseñanza primaria. Siguió las siguientes etapas:

---

**PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS - Fase 2-2008**

---

1) Aplicación de una prueba diagnóstica (*pretest*) para determinar los conocimientos iniciales de los alumnos;

2) Aplicación del software durante 10 horas de clase (5 encuentros de 2 horas semanales en cada clase) para la evaluación de la viabilidad del mismo;

3) Aplicación del *postest*;

4) Estudio de naturaleza cualitativa con entrevistas cualitativas, cuestionando los alumnos acerca de las dificultades y del aprendizaje (*vídeo*);

5) Registros escritos con las siguientes preguntas:

---

---

I - ¿Te ha gustado participar de las actividades de Matemáticas en el ordenador?  
¿Por qué?

II- ¿Te gustan ahora más las Matemáticas? ¿Por qué?

---

6) Realización de análisis estadístico descriptivo de los resultados de las dos evaluaciones del grupo;

---

7) Búsqueda de una posible correlación entre los resultados de las dos pruebas: antes y después de la aplicación del software;

---

8) Triangulación de los resultados de las pruebas cualitativas y cuantitativas;

---

9) Presentación de los resultados en la Universidad de Burgos - España, el 15 de septiembre de 2008.

---

Tabla 10 - Procedimientos de evaluación de los alumnos y de la calidad del software.

#### **4.7.1 Principales características del software RPM Online**

La propuesta del *software* RPM Online, a través del cual se explota la resolución de problemas de las relaciones de Base Aditiva y Multiplicativa, consideró no sólo aspectos de la interfaz del software, sino que también se centró, con énfasis y de forma bien fundamentada, en la relación entre el uso del software y el aprendizaje de conceptos. Las interfaces educativas interfieren en el desarrollo cognitivo de los usuarios teniendo, por lo tanto, impacto en el aprendizaje de campos conceptuales determinados (Vergnaud, 1997).

Las aplicaciones informáticas presentadas en este trabajo de investigación se dirigen al aprendizaje de conceptos matemáticos y, para su desarrollo, se investigaron actividades consideradas necesarias para cumplir los objetivos de aprendizaje propuestos, así como las características básicas que deben tener para adaptarse a la población para la que se dirigen.

El *software* RPM Online presenta siete programas distintos. Los temas propuestos en cada uno de ellos contemplan situaciones-problema de las categorías propuestas en la Teoría de Vergnaud, teniendo en cuenta los “Parámetros Curriculares Nacionales” de Brasil, tanto para la Estructura Aditiva como para la Multiplicativa.

De forma sucinta se presenta a continuación una descripción breve de cada programa propuesto en el *software* RPM Online.

#### **4.7.2 Pantalla inicial del software "RPM Online"**

La figura 14 es la presentación de la pantalla inicial del software (home).



Figura- 14 Pantalla inicial del *software RPM online*

#### 4.7.3 Programa 1 - Ayuda a través de mapas conceptuales (sistema de ayuda)

Los mapas conceptuales se pueden utilizar como una ayuda para el profesor o para el alumno. Con un lenguaje simple, sirven para describir y comunicar conceptos de las estructuras aditivas y multiplicativas, auxiliando en la ordenación y en la secuencia jerarquizada de los contenidos de enseñanza.

En ambientes educativos, los mapas conceptuales han ayudado a personas de todas las edades a examinar los más variados campos de conocimiento (Novak & Gowin, 1984). En su esencia, suministran representaciones gráficas de conceptos en un dominio específico de conocimiento y se elaboran de tal forma que las interacciones entre los conceptos son evidentes.

El *software* RPM Online posee un sistema de ayuda para el alumno. Ese sistema se presenta en la forma de mapas conceptuales. Los mapas se presentan con los diversos significados de cada una de las operaciones (adición, substracción, multiplicación y división). Cuando el alumno clicla sobre los significados de la operación, se presenta una Situación-

problema con ilustración que facilita la comprensión del concepto. La Figura 15 presenta un ejemplo de un mapa conceptual de la multiplicación.



Figura 15- Programa 1- Mapas Conceptuales

#### 4.7.4 Programa 2 - Problemas sobre la temática Educación Ambiental

La educación ambiental es un proceso permanente en el que los individuos y la comunidad toman conciencia de su ambiente y adquieren conocimientos, habilidades, experiencias, valores y determinación que los hacen capaces de actuar, individual o colectivamente, en la búsqueda de soluciones para los problemas ambientales, presentes y futuros (UNESCO, 1987).

Con la resolución de situaciones-problema con ese enfoque, se pretende infundir en el educando una conciencia crítica sobre la problemática ambiental. Hoy en día, es común la contaminación de los ríos, la polución atmosférica, la devastación de las florestas, la caza indiscriminada y la destrucción de los hábitats de los animales, entre otras múltiples formas de agresión al medio ambiente. La conciencia crítica con respecto a esas problemáticas puede llevar el alumno a un proceso de búsqueda, cuestionamiento y construcción de significados

que podría ser llamado "aprender a aprender". (Postman y Weingartner 1969 en Moreira, 2005)

Dentro de ese contexto, es clara la necesidad de alterar el comportamiento del hombre con relación a la naturaleza, en el sentido de asegurar una gestión responsable de los recursos del planeta de forma que se preserven los intereses de las generaciones futuras y, al mismo tiempo, se puedan atender las necesidades de las generaciones actuales.

Las tareas del programa se realizaron presentando un pequeño texto o informativo con imágenes de educación ambiental y, a continuación, la situación-problema referente al texto presentado. La forma de desarrollo de las actividades permite que el alumno responda la pregunta tecleando la respuesta. Después de clicar en el botón "OK", indicando que terminó la tarea solicitada, si la respuesta está correcta, aparece en la pantalla del ordenador un incentivo "Enhorabuena, ha acertado". Si responde de manera incorrecta, el programa indica que el alumno debe "Intentarlo nuevamente". Si se equivoca tres veces consecutivas, el programa le da una ayuda, indicando la forma correcta del cálculo. El *feedback* se adapta al tipo de error cometido. La Figura 16 y la Figura 17 son ejemplos de actividades acerca de la educación ambiental.



Figura 16 - Pantalla de exhibición de educación ambiental.

**6) O documento prevê que, entre 2008 e 2012, os países desenvolvidos reduzam suas emissões em 5,2% em relação aos níveis medidos em 1990.**

**a) Quanto tempo os países terão para cumprir este acordo?**

**OK**

Figura 17- Situação-problema sobre educação ambiental.

#### *Situações 4*

El ejemplo 4 trabaja de forma interdisciplinar contenidos de Ciencias y Matemáticas. La planificación de esas diferentes situaciones didácticas le permite al alumno apropiarse de aprendizajes de manera crítica, teniendo en cuenta la realidad, en la perspectiva de ampliar su comprensión, sus medios de acción y su interacción con el mundo. Se abordan variados temas de educación ambiental como: animales en extinción, polución, consumo de agua sin desperdicio, etc. Esas situaciones llevan al alumno a constatar que la diversas situaciones de explotación de los recursos naturales con el objetivo de alcanzar desarrollo económico y tecnológico están siendo realizadas de forma predatoria y están comprometiendo, por tanto, la calidad de vida con graves daños al medio ambiente y están repercutiendo negativamente en la propia condición de vida y de salud del hombre. En ese tipo de problemas, las situaciones se organizan presentando pequeños textos de fácil comprensión sobre diferentes temas de

Ciencias, ofreciendo también nociones básicas de la disciplina de forma interdisciplinar con las Matemáticas. Los textos se presentan en distintas pantallas con el objetivo de no bloquear el entendimiento e impedir la comprensión de la situación-problema propuesta para el alumno.

Las situaciones-problema contextualizadas dentro de la realidad contemporánea, pretenden coincidir con la línea de pensamiento de Moreira (2005) que defiende un aprendizaje significativo y también crítico, subversivo, antropológico. Eso significa que:

en la sociedad contemporánea no basta adquirir nuevos conocimientos de manera significativa, es necesario adquirirlos críticamente. Al mismo tiempo que es necesario vivir en esa sociedad e integrarse a ella, es necesario también ser crítico, distanciarse de ella y de sus conocimientos cuando está perdiendo el rumbo. (Moreira, 2005).

Se presentan en la figura 18 e 19 los ejemplos de problemas matemáticos que siguen la línea descrita anteriormente:

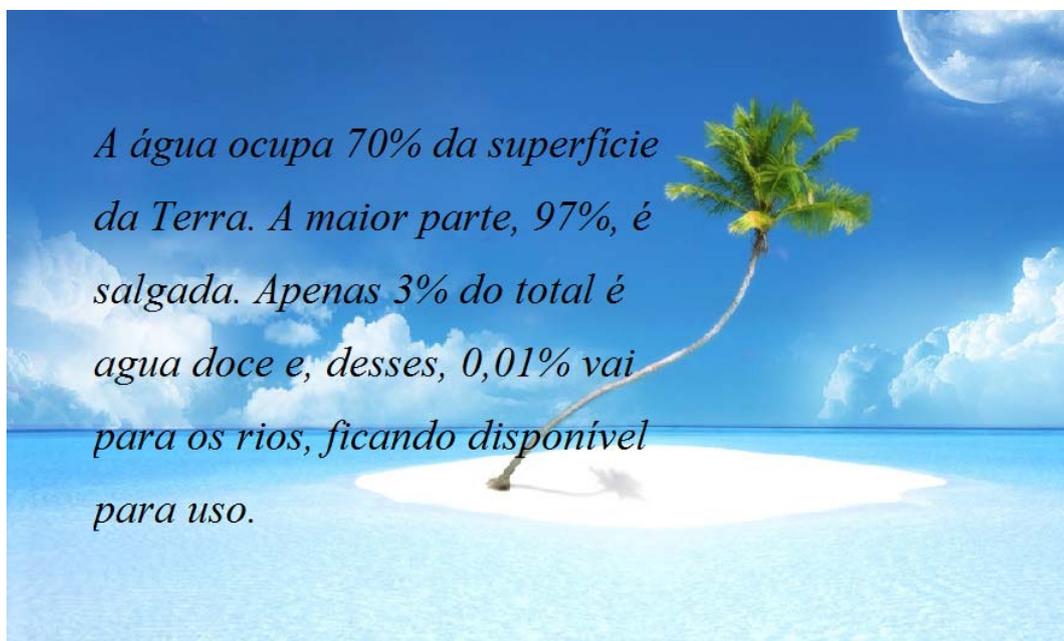


Figura 18 - Ejemplo de texto de educación ambiental.

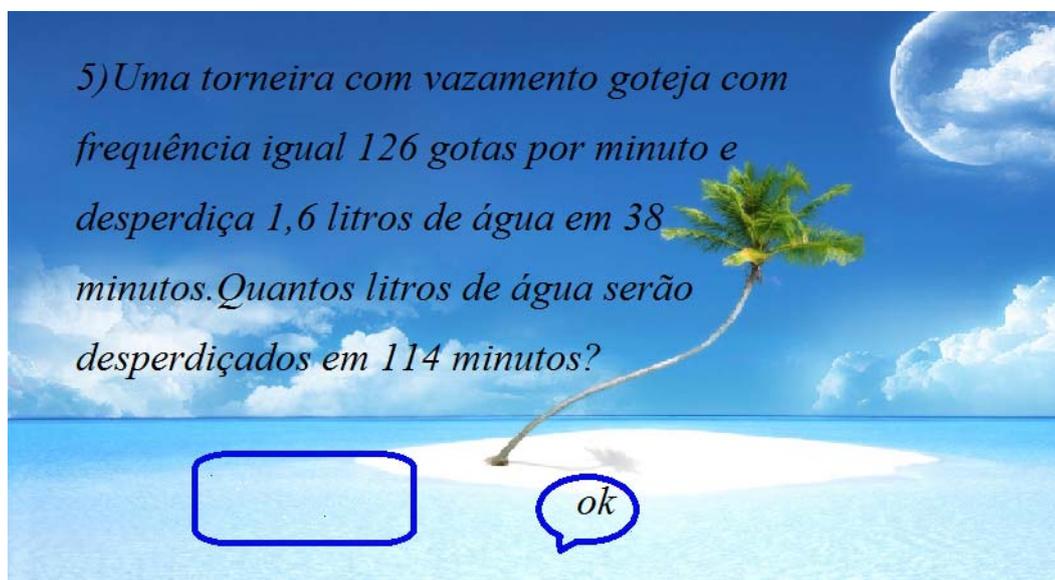


Figura 19- Ejemplo de situación-problema de educación ambiental.

#### 4.7.5 Programa 3 - Sistema Monetario Nacional

Ese programa pretende estimular los participantes, a través de la resolución de una situación-problema con respecto a la moneda corriente, a establecer cambios entre billetes y monedas del sistema monetario brasileño, en función de sus valores.

El objetivo es ofrecerle al alumno la oportunidad de estudiar la noción de convención de valores que se les atribuyen a ciertos objetos, por ejemplo, la comprensión de que un billete de diez reales equivale a dos billetes de cinco o a cinco billetes de dos reales o también a diez monedas de un real. Esa habilidad se desarrolla por medio de situaciones-problema contextualizadas, explotando el raciocinio combinatorio.

La posición de Vergnaud sobre la naturaleza de los problemas de producto de medidas (o cartesianos) en el campo conceptual de las estructuras multiplicativas nos hace entender que la relación ternaria presente en los referidos problemas se apoya mucho en el raciocinio combinatorio. Los problemas presentados son ejemplos de relaciones multiplicativas de carácter combinatorio asociado a problemas de la Estructura Aditiva. La figura 20 es un ejemplo de problema matemático sobre el sistema monetario.

3) Rui quer comprar uma bola de **R\$ 30,00** e um tênis de **R\$ 178,00**. Quanto ele vai gastar?

Monte a resposta clicando em 5 notas. 208

Erros = 0      Acertos = 2

**Voltar**      **Executar**

Figura 20 - Ejercicio sobre el sistema monetario.

#### 4.7.6 Programa 4 - Problemas sobre el Cuisenaire Virtual

El material Cuisenaire tiene ese nombre debido a su creador: Emile Georges Cuisenaire (1891-1980), que era un profesor de Matemáticas que decidió crear un material concreto que ayudase en la enseñanza de los conceptos básicos de Matemáticas. Ese material está constituido por una serie de barras, divididas en unidades y con tamaños que varían de una a diez unidades. Cada tamaño corresponde a un color específico. Una adaptación de ese material puede ser su confección en papel cuadriculado, lo cual destaca el número de unidades correspondientes a cada color.

Aunque fue elaborado para el trabajo con aritmética, la idealización del material virtual en la forma de barras y con divisiones tiene el objetivo de potenciar su uso, pero sin tener la pretensión de sustituir su uso real. Está dirigido a niños de primer y segundo curso, con el objetivo de desarrollar experiencias concretas y estructuradas para conducir, gradualmente, a abstracciones cada vez mayores, trabajando con los sentidos del niño. La figura 21 es un ejemplo de problema matemático utilizando Cuisenaire Virtual.

2) Me di o comprimento de uma borracha e encontrei como resposta a barra **amarela**. Ache duas cores diferentes que juntas formem o valor dessa medida.

Erros = 0      **Limpar**      Acertos =

**Voltar**            **Testar**

Figura - 21 Ejercicio usando Cuisenaire Virtual

#### 4.7.7 Programa 5 - Campeonato de Video Game

El Programa 5 - Campeonato de Video Game presenta situaciones-problema que abordan la temática de juegos en el video game, sin competición, pues no se enfatiza la posición de ganador o perdedor.

El tema fue escogido con el objetivo de despertar el interés del alumno, ya que los juegos siempre les encantan a los alumnos. Uno de los aspectos que se observaron a la hora de elegir las situaciones-problema fue el lenguaje actual, considerando que los games forman parte del cotidiano de los alumnos. Los problemas en ese programa se realizan de forma aleatoria. Esta característica hace más innovadora cada una de las actividades prácticas, evitando la posibilidad de respuestas mecánicas y memorísticas. La figura 22 es un ejemplo de problema matemático que consiste en un campeonato de video game.

Mateus e Pedro estão disputando uma partida de vídeo-game.

Mateus tem 429 ponto(s) e Pedro tem 731 ponto(s).

Quantos pontos eles têm ao todo?

CONFIRMAR



Figura 22 - Situação-problema del programa campeonato de vídeo game.

#### 4.7.8 Programa 6 - Prueba de Matemáticas SAERS/2007

La prueba de Matemáticas SAERS/2007 es una prueba de evaluación que fue realizada al final del año lectivo de 2007 por el Sistema de Evaluación del Rendimiento Escolar de Rio Grande do Sul (SAERS), con el objetivo de obtener datos e informaciones sobre el desempeño de los alumnos en cuanto al desarrollo de competencias y habilidades cognitivas necesarias para su inserción en la vida social, cultural y económica de la sociedad actual.

Según la Secretaría del Estado de la Educación de Rio Grande do Sul (2007), los resultados de la evaluación de aprendizaje se utilizan para mejorar la calidad de la educación escolar, y se deben utilizar para divulgar las prácticas de las escuelas con mejor rendimiento, identificando las instituciones que tienen dificultades y orientando las acciones de formación continua de profesores, centradas en el aprendizaje del alumno.

La dirección de la escuela y los profesores tienen un gran interés en aplicar y rever preguntas de esta evaluación, pues pueden servir de análisis y revisión para mejorar los resultados observados en la escuela. Con el objetivo de facilitar la acción docente, se introdujeron las preguntas de la prueba 2007 en el desarrollo del software RPM Online. La figura 23 es un ejemplo de pregunta de la prueba SAERS-2007.

**2) Maria quer dar 5 reais a cada um de seus filhos para ir ao cinema. mas ela só tem uma nota de 20 reais. Por quantas notas de 5 reais ela pode trocar a nota de 20 reais ?**



- |          |            |
|----------|------------|
| a) Uma.  | c) Quatro. |
| b) Duas. | d) Cinco.  |

Figura 23 - Ejercicio de la prueba SAERS-2007

#### 4.7.9 Consideraciones sobre la evaluación del software RPM Online

- **Resultados de la evaluación cuantitativa**

El proyecto de investigación del software RPM Online con la pregunta principal de la investigación dirigida al dominio progresivo de campos conceptuales adecuados a la promoción del aprendizaje matemático significativo mostró, hasta el momento, resultados eficientes en las clases de aplicación por el alcance de los objetivos propuestos. Se pudo observar, a través de los resultados, que los alumnos pasaron de un estado de menor conocimiento para un estado de mayor conocimiento, mejorando el desempeño y obteniendo progresos cognitivos con relación a los contenidos. Hubo alteraciones en los niveles

evolutivos del pretest con relación al postest que se pueden observar a continuación en la Tabla 11:

<b>Media</b>	<b>Pretest</b>	<b>Postest</b>
<b>Segundo experimento (4° curso o 5° año)</b>	<b>4,7</b>	<b>7,9</b>
<b>Tercer experimento (3° curso o 4° año)</b>	<b>3,1</b>	<b>5,8</b>
<b>Cuarto experimento (2° curso o 3° año)</b>	<b>3,7</b>	<b>5,6</b>

Tabla 11 - Medias evolutivas del pretest y postest en la evaluación del software RPM Online.

La evolución en las medias del pretest y postest se mostró estadísticamente significativa a través del test no paramétrico de Mann-Whitney, con base en Spiegel (1978), pero eso no nos permite concluir aún que los resultados presentados signifiquen una transformación inmediata y total en la obtención de los conceptos relacionados a la Estructura Aditiva y Multiplicativa. Para que se puedan visualizar los beneficios de esa herramienta, sería necesario explotarla durante más tiempo. Otro factor importante es que el profesor participe del uso de la herramienta, pues él podrá, a lo largo del período escolar, favorecer el proceso de inclusión, posibilitando situaciones de uso y de participación. Hubo indicios de que está habiendo cambios. Sin embargo, lo que determina el proceso de cambio son variables, que aún no fueron suficientemente trabajadas en esa etapa.

- **Resultados de la evaluación cualitativa**

El análisis cualitativo de la entrevista acerca de las dificultades y aprendizajes y de los registros escritos con los cuestionamientos realizados a los alumnos apuntaron los siguientes resultados:

- Hubo, de parte de los alumnos, una gran motivación y receptividad en el desarrollo de las tareas con el software RPM ONLINE.
- Las actividades desarrolladas de forma colaborativa en parejas o en grupos de tres eran discutidas y analizadas. Eso permitió un permanente cambio de significados entre los alumnos que a veces solicitaban la presencia del profesor investigador o de sus auxiliares para averiguar si el raciocinio utilizado estaba adecuado a la solución del problema, ya que ambos tenían el mismo resultado. Este hecho le permitió al alumno la comprensión de que es posible la obtención de un mismo resultado a partir de diversos métodos de resolución por la utilización de diversos medios para resolver determinado problema.
- Los recursos visuales (dibujos, animaciones, sonidos) presentados en las situaciones-problema sirvieron como factor de estímulo para el alumno y como recurso útil que ayudó a interpretar los problemas.
- La utilización de lápiz y papel para efectuar los registros de estrategia de solución puso de manifiesto que diversos alumnos que iniciaban sus registros con dibujos (rayas, bolas, etc.), enseguida, pasaron a emplear números y señales en las situaciones en las que había un dominio mayor de los contenidos matemáticos. Se observó también que los dibujos en la pantalla del ordenador fueron un elemento facilitador para el alumno en la resolución de los problemas.

#### **4.7.10 Evidencias de aprendizaje significativo**

Los resultados presentados en las dos evaluaciones cualitativas y cuantitativas, el acompañamiento y las observaciones realizadas por el investigador suministraron evidencias de que hubo cambios en los procedimientos de solución de las situaciones-problema y en el desempeño de los alumnos sobre conceptos aditivos y multiplicativos, evidenciados por el cálculo del nivel de significancia estadística que está descrito más detalladamente en la sección 6.1 de este trabajo. Uno de los factores que más contribuyó para ese resultado positivo fue la realización de las tareas trabajando situaciones-problema, que estimulan el pensamiento y la reflexión contribuyendo, de esta forma, para el crecimiento de los alumnos y sirviendo para ayudar en la comprensión de los conceptos matemáticos.

#### **4.8 METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN: CREACIÓN DEL SOFTWARE EDUCATIVO “CIAMATE” INTEGRADO A LA WEB - VERSIÓN 2009-2011**

Se presenta a continuación la metodología utilizada a partir de 2009 por Bona & Moreira (2009, 2010, 2011) en el desarrollo de la versión Web del software CIAMATE, que tiene como objetivo primordial responder a la siguiente pregunta de investigación: *El software construido para el desarrollo de la investigación con las diferentes categorías de situaciones-problema de la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, cuando es utilizado por los alumnos, ¿puede contribuir para el aprendizaje significativo de conceptos de las Estructuras Aditiva y Multiplicativa?*

Considerando los resultados positivos observados en los datos preliminares de esta investigación con la creación de los softwares APRENDEX y RPM ONLINE presentados en los ítems 4.6 y 4.7 de este capítulo, los trabajos de investigación de la tesis prosiguieron con la creación e investigación de la versión del software de nombre CIAMATE, que significa Centro Interactivo de Actividades Matemáticas y parte de una versión en *CD-Rom* para transformarse en una página para *Web* con innumerables programas y actividades. El CIAMATE, basado en la *Web* puede ser ampliamente utilizado, ya que el único prerequisite para su uso es un navegador y una conexión a Internet. Otra gran ventaja de este software basado en la *Web* es que sea accesible a todos, pudiendo ser usado en cualquier lugar, ofreciéndoles a los alumnos la oportunidad de tener acceso en su casa, favoreciendo de esta forma el aprendizaje y la metacognición.

El uso de los recursos de las nuevas tecnologías está ejerciendo, cada vez más, un papel decisivo en el proceso enseñanza-aprendizaje. Esos recursos, utilizados como forma de aprendizaje tanto en la escuela como fuera de ella, son cada vez más importantes para hacer que el alumno participe en actividades que le permiten la construcción de su conocimiento. El compromiso del alumno con su propio aprendizaje es un factor esencial para su desarrollo, pues, a partir de esa participación activa, se vuelve corresponsable en el proceso, pudiendo desarrollar habilidades relacionadas a la metacognición, o sea, aprendiendo a aprender (Araujo y Veit, 2008).

Es creciente el desarrollo de softwares y ambientes educativos que ponen informaciones a disposición, a través de la web y que sirven de apoyo a la enseñanza-aprendizaje. Internet también ha permitido tener acceso a informaciones a través de la web, lo

que está provocando cambios en las más variadas áreas del conocimiento. La enseñanza y la investigación también asimilan esos cambios y procuran explotar las potencialidades de las tecnologías.

Ante ese contexto, situaciones interactivas, softwares educativos, objetos de aprendizaje, desafíos y resolución de problemas pueden ser un excelente instrumento de aprendizaje en las clases y la motivación para su uso refleja la preocupación por promover el aprendizaje de unas Matemáticas con significado, que incentivan procesos de investigación, de construcción de habilidades y de estrategias.

Favorecer la expansión del campo conceptual del alumno con un conjunto informal y heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y operaciones de pensamiento, conectados unos a los otros es la finalidad de la versión del sitio CIAMATE.

Las herramientas utilizadas para el desarrollo de las aplicaciones informáticas del CIAMATE fueron el Adobe Flash y el Framework Adobe Flex. Esas herramientas presentan la ventaja de permitir crear programas tanto para Internet como para su distribución en soportes físicos como el CD-ROM y DVD.

El panorama de desarrollo de la metodología de esta tesis realizada por Bona & Moreira (2009) y centrada en la solución de su cuestión central será presentada en dos escenarios que describen, respectivamente:

- Metodología empleada en el desarrollo del sitio "CIAMATE" y de sus tareas de intervención;
- Metodología de evaluación de las potencialidades del mismo en el aprendizaje de los alumnos en el tiempo de su aplicación y uso.

#### **4.8.1 Metodología empleada en el desarrollo del sitio "CIAMATE" y de sus tareas de intervención**

En esta sección se presentará: A) Resumen de la metodología con relación al desarrollo del sitio; B) Metodología y estrategias usadas en el desarrollo de las tareas de intervención.

---

**A) SINOPSIS DE LOS PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS DE DESARROLLO DEL SITIO CIAMATE 2009-2011**

---

1) *Investigación, planificación y organización del modelado del sitio versión CIAMATE para Web;*

---

2) *Estudios e investigaciones con el objetivo de obtener conocimientos teórico/práctico sobre lenguajes de programación (HTML) para Web para implementación del sitio en la red de ordenadores;*

---

3) *Creación e implantación de los siguientes programas:*

- *Inserción de un banco de datos con problemas matemáticos variados;*
  - *Inserción de un banco de datos con problemas tipo test con autocorrección y comentarios cuando el alumno no acierta la pregunta;*
  - *Creación de situaciones-problema del cotidiano con el objetivo de explotar e interpretar gráficos generados de forma aleatoria;*
  - *Utilización de juegos matemáticos freeware;*
  - *Explotación del ambiente LOGO en la creación de situaciones-problema;*
  - *Utilización de objetos educativos dirigidos al estudio de las estructuras aditivas y multiplicativas.*
- 

4) *Planificación y creación de la página (sitio) Web;*

---

5) *Organización de los programas mencionados y acceso a los mismos en el sitio;*

---

6) *Planificación de la interfaz del sitio con base en la Teoría de la Carga Cognitiva, conforme los ítems 4.1, 4.2 y 4.3 de este capítulo;*

---

7) *Validación y evaluación de las funcionalidades y del resultado de las aplicaciones desarrolladas;*

---

8) *Revisión, corrección y finalización del sistema implementado;*

---

9) *Aplicación del sistema en escuelas públicas y privadas;*

---

10) *Reevaluación de la página.*

---

Tabla 12 - Desarrollo de la metodología del Sitio CIAMATE, período 2009-2011

B) Metodología y estrategias de desarrollo de las tareas de intervención propuestas en el CIAMATE.

Para la realización de esta investigación, se desarrollaron programas de intervención con tareas que tenían el objetivo de apurar el desempeño de los alumnos de los años iniciales de la enseñanza primaria en la resolución de problemas matemáticos de las estructuras aditivas y multiplicativas. Las tareas de cada programa que componen el CIAMATE presentan una diversidad de situaciones con las que se pretende abarcar la formación del concepto de estas estructuras con base en las corrientes constructivistas. Todo el estudio y fundamentación se basó en corrientes psicológicas constructivistas que están inseridas en el ámbito de la Psicología Cognitiva y, dentro de ellas las Teorías de Aprendizaje de Gérard Vergnaud, David Ausubel e Marco Antonio Moreira, ya referidas antes, en las que se apoya todo el trabajo, tanto teórico como práctico.

La corriente constructivista, según Canôas (1997, p.45), se encuentra inserida en el ámbito de la Psicología Cognitiva, responsable del estudio de la cognición y del pensamiento humano. Por lo tanto, es de competencia de la Psicología Cognitiva investigar cómo tiene lugar la organización del conocimiento, el procesamiento de informaciones y las varias formas de pensamiento. A partir de este punto de vista, es posible considerar la manera en que el individuo resuelve problemas, adquiere conceptos, interactúa con los estímulos del ambiente, organiza datos y emplea símbolos verbales.

La interpretación constructivista del conocimiento, base de la construcción del sitio, privilegia dos puntos principales:

a) es un proceso evolutivo que pasa por niveles de complejidad - las diferentes organizaciones del pensamiento se hacen en la interrelación del sujeto con el ambiente y con él mismo;

b) la búsqueda de significado para cada acción intelectual es lo que problematiza algo, natural o propiciado.

La manera en que el sujeto interactúa con el medio es lo que lleva a la construcción de conocimiento. El sujeto construye un conjunto de significados que son resultantes de la manera de interactuar con el medio y que precipita la organización de estos significados en estructuras cognitivas.

Dentro de esta concepción incluiremos la descripción y la explicación de cómo se construyeron las situaciones-problema presentadas en el sitio y cómo se delinearon las diferentes formas de presentación del contenido del conocimiento, con el objetivo de

favorecer que el sujeto se apropie y tenga dominio de conceptos de forma crítica y significativa.

Los problemas aditivos y multiplicativos presentados tienen el objetivo de desarrollar la estructura mental del sujeto y cubren una gran diversidad de situaciones que implican diferentes procedimientos, concepciones y representaciones simbólicas, permitiéndole al sujeto que se apropie de las diferentes clases de problemas, investigadas por Vergnaud. A través del propio problema pretenden suministrarle al sujeto subsidios para formar una conciencia crítica sobre las situaciones presentes en su cotidiano.

La elaboración y constitución de las situaciones-problema propuestas en el sitio CIAMATE, con fundamentación en la Teoría de los Campos Conceptuales, tuvieron como base tres pilares:

- Las situaciones presentadas y posibilitadas: dentro de este ítem se presentan actividades de todas las clasificaciones de situaciones-problema de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas investigadas por Vergnaud (1986).
- Los invariantes posibilitados: cada clasificación demanda un tipo de invariante distinto. Así se procuró ofrecer en el sitio CIAMATE invariantes que incluyen cada clasificación. Según Vergnaud (1990), la conciencia de los recursos conceptuales y de los procedimientos disponibles en su sistema cognitivo, así como de los procesos de movilización de estos recursos, es lo que fundamenta la formación de la capacidad en cualquier área de conocimiento, incluyendo las Matemáticas.
- Las representaciones para cada clasificación: se procuró seguir los principios de aprendizaje visual, agregando en situaciones más complejas la ayuda de formas pictóricas que están cerca del texto y que no suponen un estorbo para el aprendizaje. La teoría de la percepción se basa en la idea de que aprendemos a través de nuestros sentidos y que este aprendizaje genera una imagen mental que lleva a la comprensión (Tarouco, 2007). Esto ocurre en la medida en que el alumno percibe la relevancia de determinadas relaciones matemáticas y conceptos durante el proceso de interacción con los modelos conceptuales presentados en la página del CIAMATE, permitiendo que el contenido visto anteriormente por él, y que hasta entonces era abstracto, pase a tener un referencial más concreto.

En los *Parámetros Curriculares Nacionales* de Matemáticas (Brasil, 1997), encontramos también algunos principios que dirigen la enseñanza de la resolución de problemas:

- el punto de partida de la actividad matemática debe ser el problema. Los conceptos, las ideas y los métodos matemáticos deben ser abordados mediante la explotación de problemas, para cuya resolución los alumnos desarrollan algún tipo de estrategia; - el problema no debe ser visto como un simple ejercicio para la aplicación de fórmulas o procesos operatorios. Sólo existe si el alumno es llevado a interpretar y a estructurar la situación que se le propone; - las aproximaciones sucesivas al concepto son construidas para resolver un determinado tipo de problema; en otro momento, el alumno usa lo que aprendió para resolver una cuestión diferente, lo que exige transferencias, rectificaciones, rupturas; - el alumno construye un campo de conceptos que adquieren sentido en un campo de problemas. Un concepto matemático se estructura articulado con otros conceptos, por medio de una serie de rectificaciones y generalizaciones; - la resolución de problemas debe ser desarrollada como orientación para el aprendizaje, pues proporciona el contexto en el que se pueden aprehender conceptos, procedimientos y actitudes matemáticas. (BRASIL, 1997)

Gerard Vergnaud (1987, 1990) también defiende que el desarrollo del proceso de aprendizaje en el sujeto requiere definiciones que nos permitan abordar situaciones en las que un concepto sea significativo. Con eso, quiere decir que la enseñanza depende, fundamentalmente, del contenido del conocimiento. Así, cada fracción del conocimiento se refiere a situaciones que el sujeto tiene que dominar y ese dominio tiene lugar a través de la resolución de problemas. Destaca, también, que el entendimiento de las situaciones, procedimientos y representaciones del alumno en las clases le permiten un dominio progresivo del campo que tiene que aprender, a partir del momento en el que la situación didáctica creada por el profesor permite que el alumno establezca conexiones.

Las situaciones empleadas en el desarrollo del sitio CIAMATE no se presentan como en los manuales y libros de texto. Están en lenguaje escrito y relacionados a un contexto significativo para los niños, exigiendo un raciocinio matemático para encontrar una respuesta a determinada cuestión. Se usaron estrategias en las que se cuestionaron la realidad, la creatividad y la capacidad de análisis crítico, pues una cuestión es realmente considerada un problema si es desafiadora para el alumno, haciendo que éste sienta necesidad o deseo de solucionarla.

En la escuela generalmente el profesor escribe el problema en la pizarra y los alumnos lo copian y lo resuelven individualmente; el profesor circula por la clase entre las mesas, atendiendo a los alumnos que tienen dificultad (otras veces se queda en su mesa, esperando que los alumnos lo busquen cuando sea necesario); los alumnos le piden al profesor que confirme los resultados obtenidos; cuando la mayoría de la clase ya ha concluido, un alumno sale a la pizarra para la corrección colectiva; la clase acompaña la solución del compañero. Si

alguien se equivoca, apaga los cálculos en su cuaderno y copia la resolución de la pizarra, sin hacer una aparente reflexión sobre el error cometido.

Uno de los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira (2005, p.38) es el del abandono de la pizarra, pues, de cierta forma, simboliza la enseñanza en que el profesor escribe, el alumno copia, memoriza y reproduce, que debe ser abandonada si lo que se quiere es promover un aprendizaje significativo crítico. Modernamente, la pizarra ha sido sustituida por exposiciones coloridas y animadas en *Power Point*, lo cual viene a ser lo mismo. La propuesta de Moreira es la diversificación de estrategias y la participación activa y responsable del alumno en su aprendizaje. En el software, las tareas no son sólo una bella presentación, sino que fueron pensadas con base en las teorías de aprendizaje, con el objetivo de ayudarle al profesor en las prácticas vividas en las clases, transformando las clases tradicionales, abandonando la pizarra para estimular el alumno con tareas desafiantes y variadas, proporcionando facilidades para el aprendizaje.

A continuación se presentan algunos ejemplos de problemas matemáticos organizados para el sitio y cómo éstos siguen la línea de pensamiento de Vergnaud, Ausubel y Moreira creando significados en estructuras cognitivas, a través de situaciones-problema de las Estructura Aditiva y Multiplicativa y en diferentes grados de complejidad.

- **Problemas matemáticos con la presencia de discurso y representaciones simbólicas**

### *Situaciones 1, 2 3*

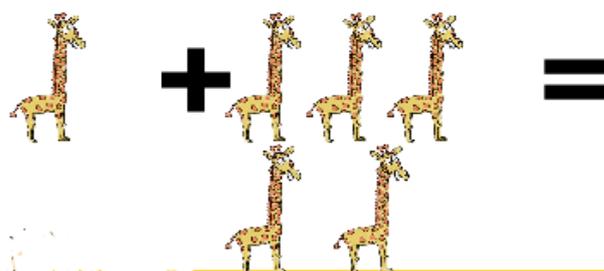
Se crearon problemas matemáticos con la presencia de voz y con dibujos para ayudarle al niño que está iniciando el proceso de alfabetización y que presenta cierta dificultad para leer en la pantalla del ordenador. En estos problemas, se desafía al niño a encontrar una alternativa para la situación a través de operaciones representadas simbólicamente. Las operaciones se van construyendo por la acción de los niños sobre los objetos, en la interacción con el medio virtual y, progresivamente, coordinadas e interiorizadas. Los sistemas simbólicos relacionados a las operaciones son convenciones que los niños tienen que aprender y, por lo tanto, son objetos de enseñanza en que los profesores traducen las operaciones concretas o mentales para el lenguaje simbólico de las Matemáticas.

Vergnaud (1990, 1996) distingue el cálculo numérico del cálculo relacional. El cálculo numérico se refiere a los algoritmos de adición, sustracción, multiplicación y división, que se

pueden considerar como técnicas. El cálculo relacional reúne las operaciones de pensamiento necesarias para trabajar con las relaciones que implican las situaciones. En el siguiente ejemplo (Figura 24), el cálculo relacional sería aplicar una transformación aditiva al estado inicial y el cálculo numérico implica la adición  $1+5=6$ .

*Situação 1*

Juntando uma girafa com mais cinco girafas, quantas girafas teremos ao todo?



*Situação 2*

43) Duas vezes 6 coelhos são quantos coelhos ?




OK

*Situação 3*

2) Repartiu-se igualmente 4 flores em 2 vasos. Quantas flores há em cada vaso?




OK

Figura 24 - Ejemplo de problemas con voz y representación simbólica.

- **Problemas matemáticos presentados en el “Programa Vergnaud”**

Para Vergnaud, según Moreira (2000), campo conceptual es, sobre todo, un conjunto de situaciones-problema, cuyo dominio requiere varios conceptos de naturaleza distinta. Las situaciones que encuentran los alumnos van moldeando sus conocimientos. Pero esas situaciones deben ser cada vez más complejas. Un campo conceptual es complejo y la única manera de que un sujeto lo pueda dominar es realizar, progresivamente, situaciones cada vez más complejas.

En uno de los programas del sitio CIAMATE, que lleva el nombre de “Programa de Vergnaud”, se procura caracterizar el campo conceptual de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas con la presentación de diferentes tipos de problemas que formaron parte de la investigación de Vergnaud. En él se presentan diferentes situaciones, como la que se presenta en la Figura 25.

#### Situación 4

18) A área de um reservatório é de  $150\text{m}^2$ . Para fazer o enchimento deste é preciso  $300\text{m}^3$  de água. Qual é a altura média da água?

volume= comprimento x largura x altura

altura

área  $150\text{m}^2$

comprimento largura

0

Responder

Figura 25 - Ejemplo de situación-problema presentado en el programa Vergnaud

En este programa se trabajan las siguientes categorías de situaciones-problema:

#### Problemas matemáticos de la Estructura Aditiva

##### Ejemplos:

#### Hallar el todo y la parte

- 1) Matheus y Matilde están disputando una partida de video-game. La puntuación de Matheus fue 15 y la de Matilde, 13. ¿Cuántos puntos tienen en total?

- 2) En una partida de vídeo-game, el total de puntos fue de 28. La puntuación de Matheus fue 15. ¿Cuál es la puntuación de Matilde?
- 3) En una partida de vídeo-game, el total de puntos fue de 28. La puntuación de Matilde fue 13. ¿Cuántos son los puntos de Matheus?

### **Transformación positiva de un estado inicial**

- 4) Matheus tenía 20 puntos y ganó 15 más en un juego. ¿Cuántos puntos tiene ahora?
- 5) Matheus tiene algunos puntos, ganó 15 en un juego y acabó el juego con 35. ¿Cuántos puntos tenía antes del juego?
- 6) Matheus tenía 20 puntos. Jugó y ganó algunos puntos y acabó el juego con 35. ¿Cuántos puntos ganó?

### **Transformación negativa de un estado inicial**

- 7) Matheus tenía 37 puntos, pero perdió 12. ¿Cuántos puntos tiene ahora?
- 8) Matheus tenía varios puntos, perdió 12 y ahora se quedó con 25. ¿Cuántos puntos tenía antes?
- 9) La semana pasada, Matheus tenía 37 puntos. Hoy tiene 25. ¿Qué ha pasado en el transcurso de la semana?

### **Comparación**

- 10) Matheus tiene 13 puntos y Matilde tiene 7 más que él. ¿Cuántos puntos tiene Matilde?
- 11) Matheus tiene 13 puntos y Matilde tiene 20. ¿Cuántos puntos necesita Matheus para tener la misma puntuación que Matilde?
- 12) Matilde tiene 20 puntos. Matheus tiene 7 menos que ella. ¿Cuántos puntos tiene Matheus?

### **Composición de dos Transformaciones**

- 13) Cuando el juego empezó, Matheus tenía 42 puntos. Ganó 10 puntos y después 25 más. ¿Cuántos puntos tenía cuando acabó el juego?
- 14) Cuando el juego empezó, Matheus tenía 42 puntos. Perdió 10 puntos y después perdió otros 25. ¿Cuántos puntos tenía cuando acabó el juego?

- 15) Cuando el juego empezó, Matheus tenía 42 puntos. Ganó 10 puntos y después perdió 25.  
¿Cuántos puntos tenía cuando acabó el juego?

### **Transformación de una Relación**

Una transformación une dos relaciones estáticas.

- 16) Ejemplo: “Paulo le debe a Matheus 6 canicas. Él le da 4. ¿Cuántas canicas le debe Paulo a Matheus?”

### **Composición de dos Relaciones Estáticas**

- 17) Ejemplo: “Roberto tiene 7 cromos más que Susana. Susana tiene 3 cromos menos que Carlos. Carlos tiene 23 cromos. ¿Cuántos cromos tiene Roberto más que Carlos?”

### **Problemas matemáticos de la estructura multiplicativa**

#### **Ejemplos:**

#### **Isomorfismo de Medidas**

- 1) En el campeonato de games, cada niño jugó 2 veces. En total, participaron 8 niños.  
¿Cuántos juegos tuvo la primera fase?

#### **División – partición**

- 2) El campeonato de games tuvo 16 juegos con la participación de 8 niños. Si todos jugaron el mismo número de veces, ¿cuántas veces jugó cada niño?
- 3) Doña María compró algunos melocotones grandes. Nueve melocotones pesan 2 kg. ¿Cuál es el peso medio de cada melocotón?

#### **División – cuota**

- 4) En un campeonato de games se realizaron 16 juegos. Cada niño jugó 2 veces. ¿Cuántos niños estaban participando en el campeonato?

5) Pedro tiene R\$ 15,00 para gastar y quiere comprar algunos coches. El precio de cada uno es de R\$ 3,00. ¿Cuántos coches puede comprar?

### **Cuarta-proporcional**

6) El campeonato de games tuvo 8 juegos, con 4 niños participando. Todos los niños jugaron el mismo número de veces. Si participasen 10 niños, ¿cuántos juegos tendría el campeonato?

7) El consumo de mi coche es de 7,5 litros de combustible para cada 100 km. ¿Cuánto combustible voy a usar para un viaje de vacaciones de 6580 km?

### **Organización rectangular**

8) En un campeonato de games hay 5 salas y en cada sala tenemos 4 jugadores. ¿Cuántos jugadores hay en ese campeonato?

9) En un campeonato de games hay 20 participantes que están distribuidos en 5 salas. ¿Cuántos jugadores hay en cada sala?

10) En un campeonato de games hay 20 participantes. En cada sala hay 4 participantes. ¿Cuántas salas fueron necesarias para los 20 participantes?

### **Combinatoria**

11) Una niña tiene 2 faldas y 3 blusas de colores diferentes. ¿De cuántas maneras se puede vestir combinando las faldas y las blusas?

12) Una niña puede combinar sus faldas y blusas de 6 maneras diferentes. Sabiendo que tiene sólo 2 faldas, ¿cuántas blusas tiene?

13) Una niña puede combinar sus faldas y blusas de 6 maneras diferentes. Sabiendo que tiene sólo 3 blusas, ¿cuántas faldas tiene?

- **Otros problemas matemáticos presentados en el sitio CIAMATE**

La situación 5 es una propuesta didáctica presentada por Jurado (2008), en la que el sujeto conceptualiza y utiliza como instrumento las operaciones aritméticas. En este tipo de situación-problema, según el autor citado, la enseñanza de las operaciones aritméticas supone cuatro niveles de análisis: el de concepto como objeto, el de problema como estrategia de

aprendizaje, el de articulación de la comprensión del problema y la elección del procedimiento adecuado para su resolución. Un problema que lo ilustra es el siguiente:

1) Dispongo de dos máquinas de calcular con las siguientes características:

- la máquina A multiplica por el valor 2,
- la maquina B suma el valor 1.

a) Haga un dibujo que indique cómo llegar a 32, partiendo del número 5, usando solamente las máquinas A y B. Tú decides el orden y el número de veces que se van a usar las máquinas A y B.

b) ¿Cómo harías para llegar a 32, partiendo de 5, y usando las máquinas A y B el menor número de veces?

La situación 5 está ilustrada en la figura 26.

### Situación 5

3) Tenho duas calculadoras: - a máquina A multiplica pelo valor 2, - a máquina B soma o valor 1. Como você faz para chegar a 32, partindo de 5, e usando as máquinas A e B o menor número de vezes?

The diagram shows a search tree starting from 5 and ending at 32. Red lines indicate the path with the fewest operations: 5 → 6 (B) → 12 (A) → 24 (A) → 32 (A). Blue lines represent other paths, some of which are crossed out with a red 'X' to indicate they are not optimal. A text box on the right shows the number 0, and a red button labeled 'Responder' is at the bottom right.

Figura 26 - Ejemplo de problemas abiertos

### Situación 6

Se presenta en el sitio CIAMATE un software que elabora aleatoriamente gráficos de barras y columnas con situaciones-problema. La finalidad de este programa es hacer que el

alumno aprenda a explotar, comunicar, leer e interpretar datos, utilizando tablas, gráficos y representaciones que aparecen frecuentemente en las actividades cotidianas.

La situación 6 es un ejemplo de problema matemático en el que se abordan las operaciones aritméticas a través del análisis e interpretación de gráficos. De esta manera, los gráficos se presentan como una herramienta cultural que puede ampliar la capacidad humana de sistematización de datos y el establecimiento de relaciones entre los mismos (Vygotsky, 1994), según se observa en el siguiente problema:

La clase de Pedro organizó una rifa. El gráfico 1 muestra cuántos alumnos compraron un mismo número de billetes. Por ejemplo, 20 alumnos compraron dos billetes cada uno. ¿Cuántos billetes fueron comprados?

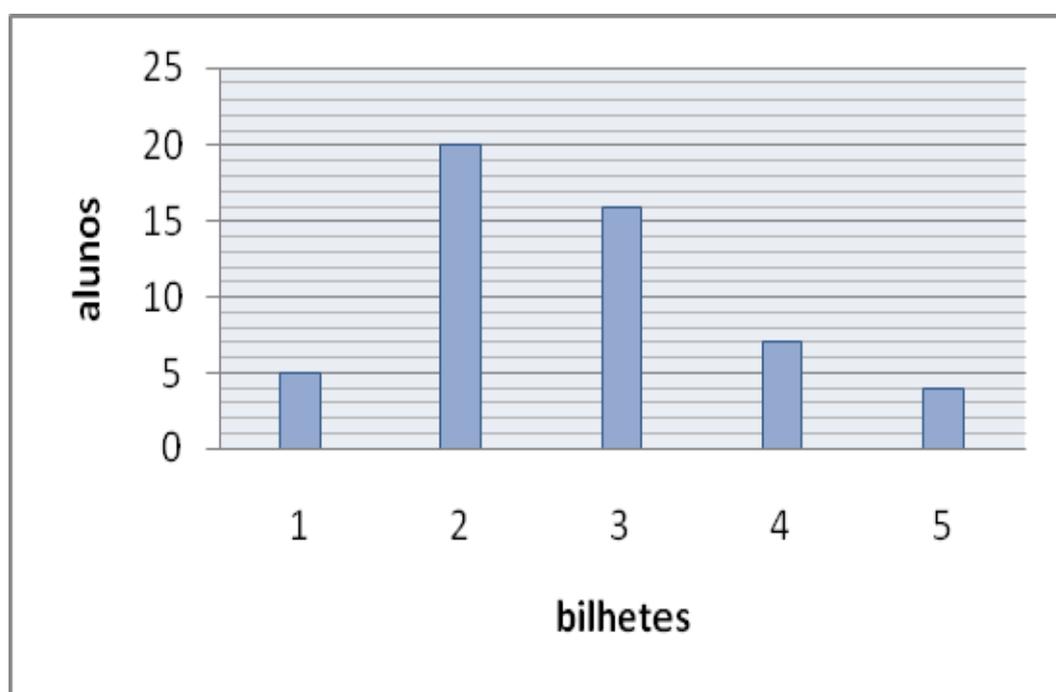


Gráfico 1 - Gráfico de la situación-problema 6

### Situación 7

La situación 7 ilustrada en la figura 27 es de raciocinio lógico, desafía al alumno, exigiendo mucha creatividad, astucia y certeza, como muestra el ejemplo.

¿Cuántos triángulos hay en la siguiente figura?

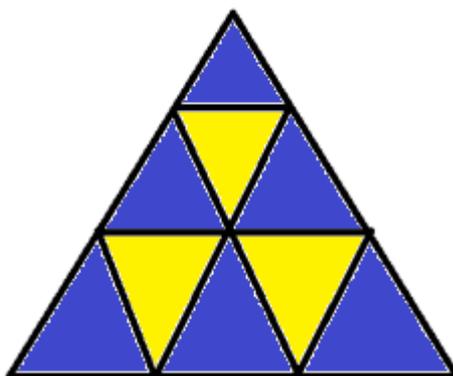


Figura 27 - Situación-problema de lógica

- **Situaciones-problema creadas usando el lenguaje LOGO**

Otra importante característica del sitio CIAMATE es que le ofrece al alumno la oportunidad de usar el lenguaje LOGO. El lenguaje computacional LOGO, creado por Seymour Papert (1985), puede contribuir para el aprendizaje de conceptos matemáticos con comprensión, incluso en las interacciones iniciales de niños. Interactuar con la tortuga LOGO puede contribuir a la construcción de conceptos matemáticos de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas de forma intuitiva. Se pueden trabajar los conceptos incluso antes de ser presentados formalmente, posibilitando que el alumno descubra relaciones matemáticas importantes.

En el CIAMATE se proponen acciones relacionando posiciones, distancias, ángulos, simulación de movimientos, llevando a explotar las figuras geométricas asociadas a las operaciones aritméticas de una forma muy rica. La situación 8 es un ejemplo.

### *Situación 8*

Dibuje un triángulo rectángulo y calcule su perímetro. ¿Cuántos pasos de tortuga corresponden a la tercera parte del perímetro?

Pd 120

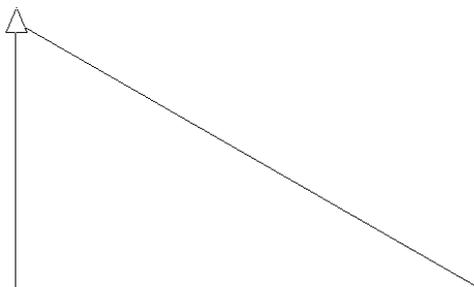
Pf 510

Pd 150

Pf 450

Pd 90

Pf 250



$$\text{Perímetro} = 510 + 450 + 90 = 1050 : 3 = 350$$

Teniendo como principio básico que un concepto no debe ser visto solamente como una suma de conexiones asociativas formadas por la memoria, ni como un hábito mental que se puede adquirir por entrenamiento, se mostró a través de algunos ejemplos cómo se construyeron las innumerables tareas de intervención propuestas en el sitio CIAMATE, que tienen el objetivo de contribuir en el proceso de formación de los conceptos de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas.

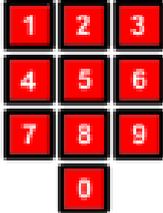
- **Programas nuevos incluidos en el sitio CIAMATE - versión 2011**

En el inicio de 2011, se crearon nuevos programas con algunas funcionalidades que permiten aumentar las intervenciones de pensamiento para la resolución de situaciones-problema.

El primer programa tiene como objetivo principal exigirle al alumno el esmero de las operaciones de pensamiento para la solución de situaciones-problema. Este programa presenta como diferencial que permite que el alumno pueda montar el cálculo del problema en la pantalla del ordenador: el alumno deberá escoger la operación que se ha de realizar y los valores, para solucionar el problema de forma correcta. La previsión de aplicación de estos programas a los alumnos está prevista para el inicio del año lectivo de 2011. La interfaz de este nuevo programa se encuentra a continuación en la Figura 28:

Salir

8




---

Mateus tinha vários pontos e perdeu 42 em um jogo.  
ficando agora com 28 ponto(s).  
Quantos pontos ele tinha antes?

---

0 ? 0 =

Alterar Alterar

CONFIRMAR

Salir

---

8




---

Mateus tinha vários pontos e perdeu 42 em um jogo.  
ficando agora com 28 ponto(s).  
Quantos pontos ele tinha antes?

---

42 ? 28 =

Alterar Alterar

CONFIRMAR

Figura 28- Interfaz del primer programa 2011

- **Gestor de preguntas**

El segundo programa es un gestor de preguntas que posee un banco considerable de preguntas tipo test en el que la corrección de ejercicios es realizada automáticamente y el

profesor tiene la opción de introducir comentarios. El programa presenta un conjunto de recursos que permite seleccionar las actividades por año/curso en el que el alumno se encuentra. Además, el programa permite que los profesores puedan introducir sus propias preguntas. La interfaz del segundo programa se puede observar en la Figura 29 a continuación:

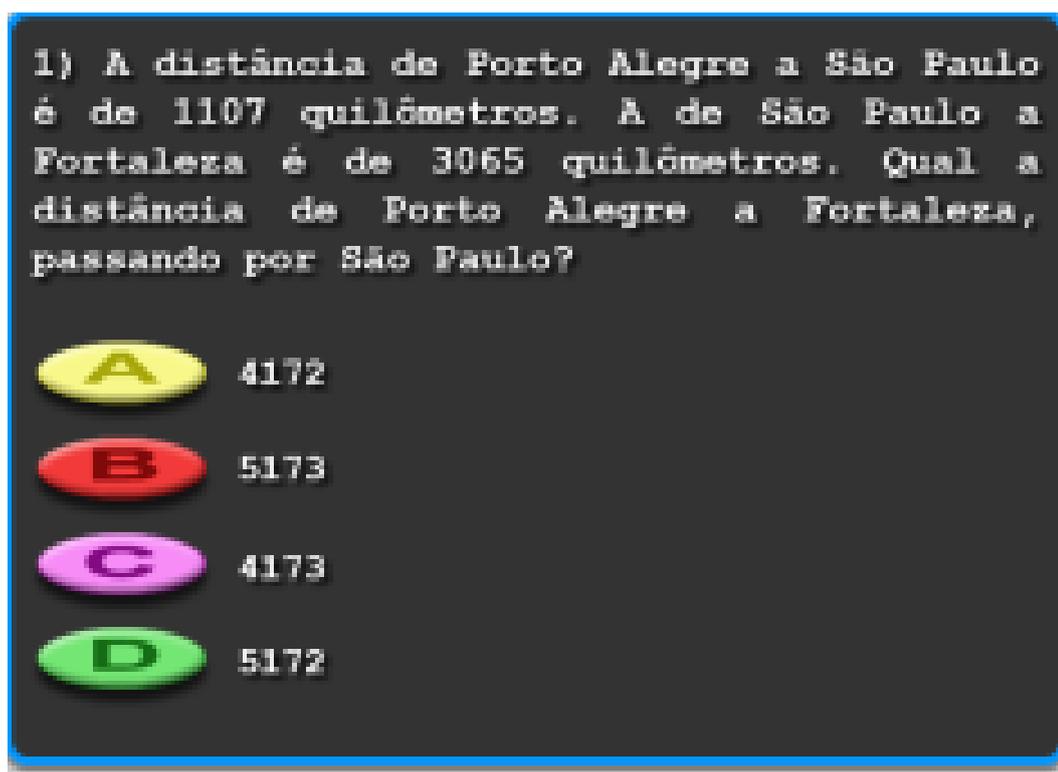


Figura 29- Interfaz del gestor de preguntas del programa CIAMATE -2011

### ➤ *Juegos*

El ritmo acelerado de los cambios tecnológicos y las transformaciones derivadas de la apropiación de la misma les han permitido a los niños el acceso a la utilización de juegos en el ordenador y otros medios de información y diversión. Ante esa nueva realidad, el uso de recursos de la tecnología como ayuda para el aprendizaje de las Matemáticas se convirtió en objeto de investigación y práctica y en este contexto es donde tiene lugar la utilización de juegos educativos en el proceso de aprendizaje, trayendo nuevas posibilidades y desafíos a la educación del tercer milenio.

El profesor, a partir de objetivos predeterminados, puede utilizar el juego educativo, asociándolo con los contenidos y desarrollando, de esa forma, el raciocinio y la habilidad cognitiva y colaborando para un aprendizaje significativo y contextualizado.

En el sitio CIAMATE hay una selección de juegos matemáticos de uso libre para la enseñanza de 2° a 5° curso. Se presenta a continuación una sinopsis de los juegos presentes en el sitio CIAMATE:

### Nombres y Formas

El software presentado en la Figura 30 es simple y sirve para reconocer y asociar el nombre de la figura geométrica a su forma.

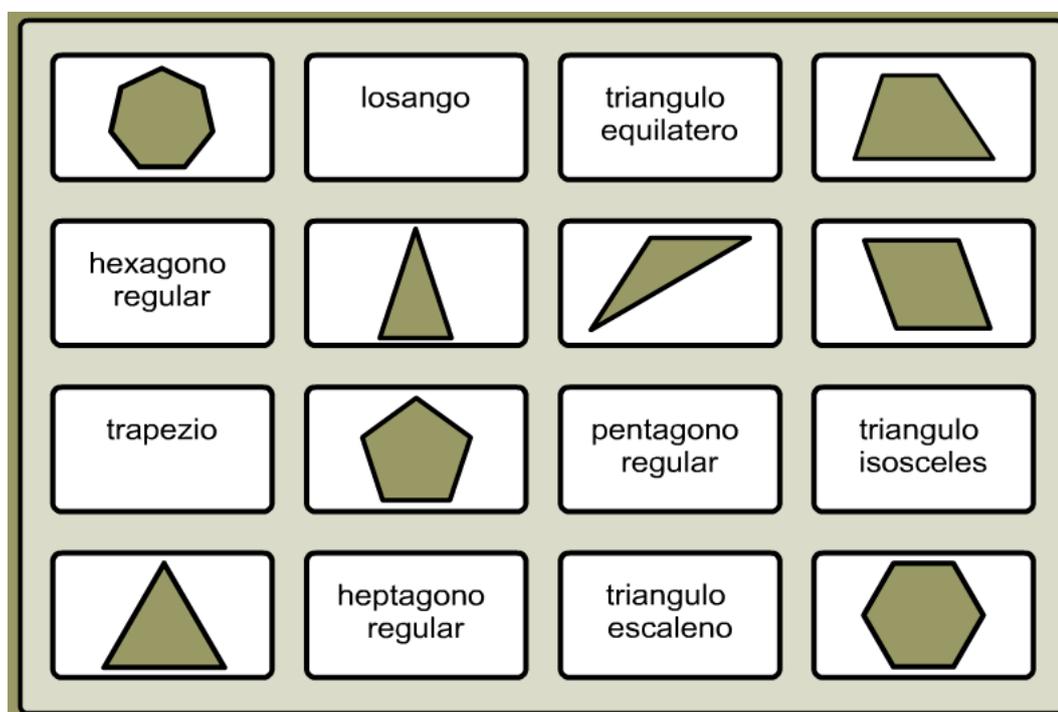


Figura 30 – Juego Nombres y Formas

### Aritmética

En la figura 31 se puede observar un simulador de las operaciones de multiplicación y división en la forma rectangular. El juego Aritmética fue traducido del inglés para el portugués por la investigadora Berenice de Oliveira Bona, fue enviado a “Physisc EducationTechnology –University of Colorado” y recibió confirmación para la publicación en Portugués.

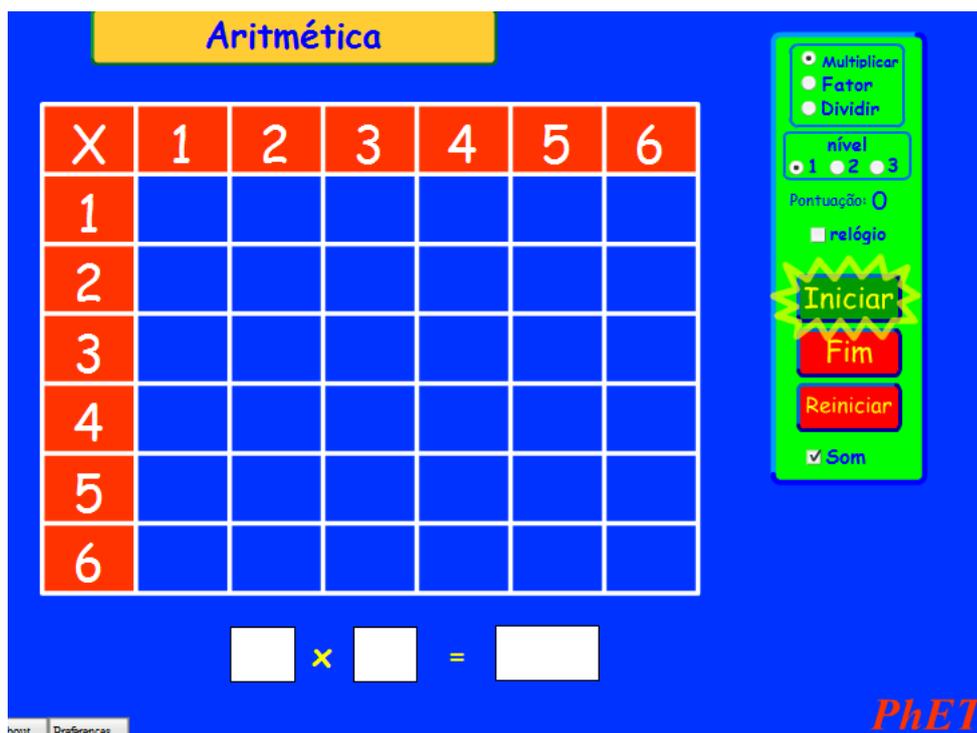


Figura 31- Interfaz del simulador de operaciones “Aritmética”

## 🧩 Tangram

El rompecabezas chino presentado en la Figura 32 tiene siete piezas: cinco triángulos de varios tamaños, un paralelogramo y un cuadrado. Las partes se pueden reunir de diversas maneras y eso tiene como resultado la formación de figuras creativas. Son muchas las opciones de imágenes que puede montar el Tangram.

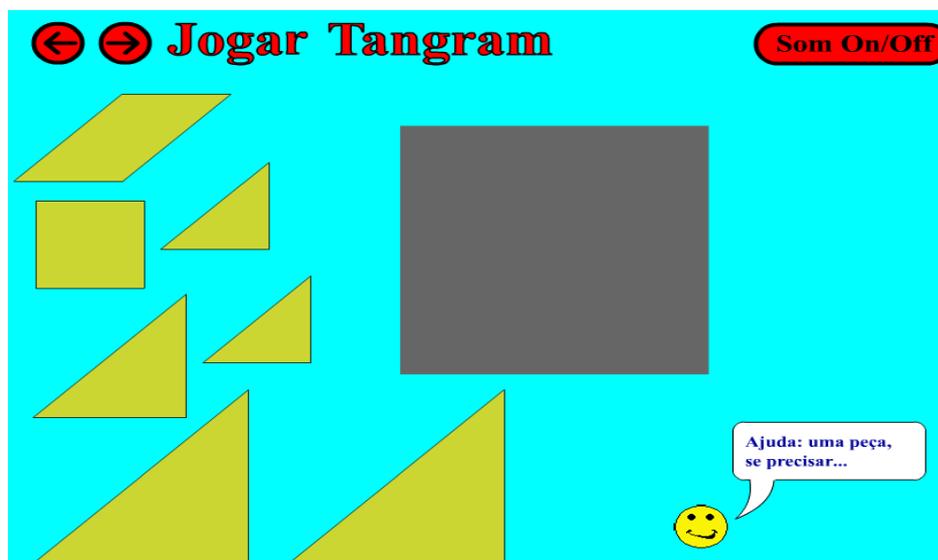


Figura 32- Juego Tangram

### ✚ MONTAÑA MATEMÁTICA (MATH MOUNTAIN)

Juego presentado en la Figura 33, que trabaja las 4 operaciones Matemáticas. Al acertar los resultados, el jugador va subiendo una montaña. El vencedor es quien consiga llegar primero.



Figura 33 – Juego Montaña Matemática

### ✚ ¿CUÁL ES LA SEÑAL?

El juego de la Figura 34 trabaja las cuatro operaciones aritméticas y para jugar hay que pinchar en la señal para completar la ecuación.

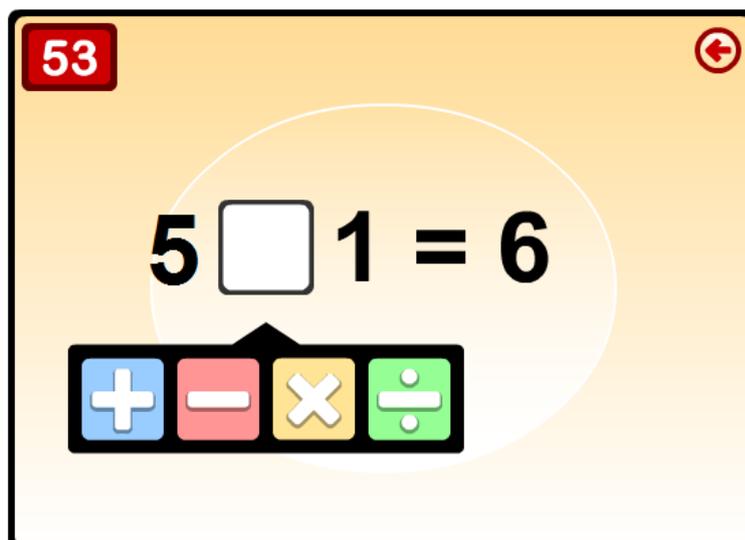


Figura 34 – Juego ¿Cuál es la señal?

### ➤ **Objetos de Aprendizaje o Didácticos**

El sitio CIAMATE presenta algunos objetos de aprendizaje o didácticos de uso libre, con el objetivo de mediar y cualificar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la planificación de prácticas pedagógicas que favorezcan la colaboración, la autoría y la autonomía del alumno. Para que eso sea posible, es interesante que el profesor cree situaciones-problema de forma contextualizada y significativa, desafiando los alumnos e instigando su curiosidad y favoreciendo la ruptura de prácticas que privilegian la simple reproducción.

Una de las principales características de los objetos de aprendizaje es la capacidad de reutilización de esos materiales, en diferentes contextos de aprendizaje y en las más diversas áreas del conocimiento.

- **Interfaz de apertura y mapa del menú de navegación del sitio CIAMATE**

La concepción de la interfaz de la página fue creada con el objetivo de obtener un efecto mejor en la publicación de información en internet y para su construcción se valió de los ítems ya presentados en 4.1, 4.2 y 4.3 de este capítulo. La interfaz de la página con el menú de apertura de los programas principales está ilustrada en la Figura 35:



Figura 35 - Interfaz de la primera página del sitio CIAMATE.

El menú de navegación, presentado en la Figura 36, con la descripción de los principales programas del sitio:

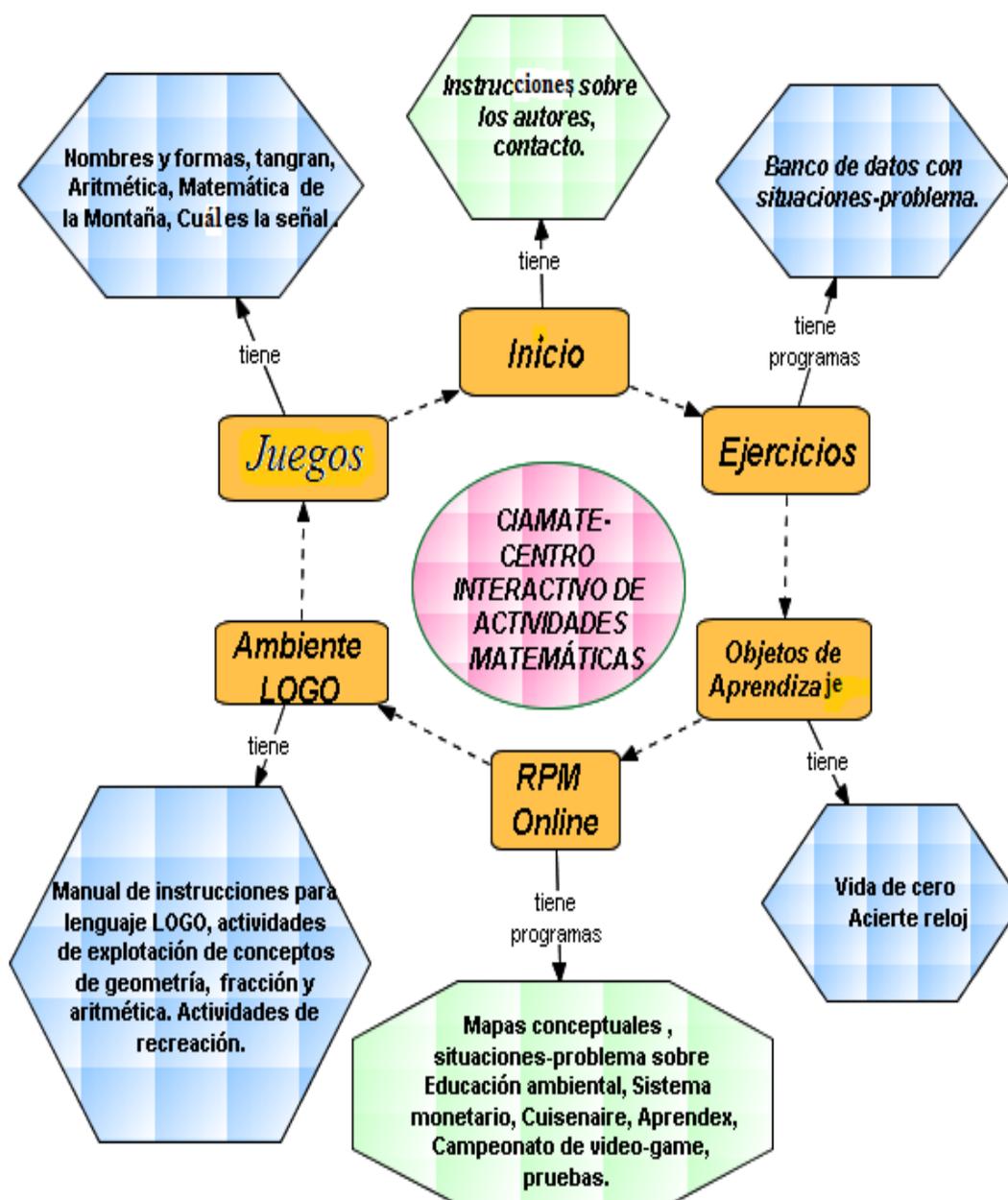


Figura 36 - Menú de los programas principales del sitio CIAMATE

#### **4.8.2 Metodología de evaluación del aprendizaje de los alumnos y de las potencialidades del sitio CIAMATE**

Esta etapa del trabajo se guió por un método de investigación del modelo experimental y tuvo lugar en los años de 2009 y 2010 con 13 clases de alumnos de escuelas públicas y privadas de enseñanza. En tres clases, los experimentos fueron “Antes y después” con dos grupos, el de control y el experimental con la aplicación de un pretest. A continuación se realizó un programa de intervención y, finalmente, se aplicaron los postests. En cuatro clases, los experimentos fueron “antes y después” con un único grupo y en una de las clases se realizó un experimento individual “antes y después”, seguido de entrevistas.

Se realizaron también estudios de naturaleza cualitativa a través de un instrumento de evaluación tipo test en el que todos los alumnos de las muestras tuvieron la oportunidad de reflexionar y manifestarse sobre facilidades, dificultades, adecuación al plan de estudios y promoción del aprendizaje. También se realizó el cálculo del porcentaje del nivel de éxito por pregunta de las estructuras aditivas y multiplicativas y la organización de esos datos en orden creciente de complejidad. Esta clasificación contribuye para que el profesor pueda comprender el amplio espectro de significados de las operaciones, evidenciando la complejidad del trabajo que hay que realizar para que los alumnos extiendan los conceptos incluidos en esas operaciones.

Para la obtención de los resultados de la investigación, los datos se sometieron a un análisis estadístico descriptivo. Después, se realizó la triangulación de los análisis cualitativo y cuantitativo. Esos resultados fueron utilizados para la interpretación de las situaciones observadas en los dos análisis, pudiendo así establecer comparaciones e interpretaciones de los resultados en diferentes momentos y situaciones. La versión final del CIAMATE se aplicó en cuatro escuelas: dos del gobierno del Estado, una municipal y una escuela privada, alcanzando un total de 13 clases de 2º, 3º, 4º y 5º curso de la enseñanza primaria y siguió las etapas de desarrollo que se presentan en la Tabla 13 en una sinopsis:

---

**METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS EN EL USO DEL SITIO CIAMATE - PERÍODO 2009-2011**

---

- 1) *Elaboración y validación de las evaluaciones diagnósticas (pretest y postest);*
  - 2) *Aplicación de la evaluación diagnóstica (pretest) para la determinación de los conocimientos iniciales de los alumnos (Las evaluaciones diagnósticas se encuentran en el apéndice A de este trabajo);*
  - 3) *Corrección del instrumento de evaluación y organización de los datos en tablas;*
  - 4) *Cálculo del porcentaje de aciertos por pregunta de una clase de 5º, según la siguiente categorización: Estructura aditiva con seis categorías CM, TM, CDM, CT, TR,CR y estructura multiplicativa con seis categorías IM, DP, DQ, QP, DR, PMC. Organización de esos datos por categoría y de acuerdo con las investigaciones realizadas por Vergnaud (1982);*
  - 5) *Aplicación de los programas del sitio CIAMATE durante ocho (8) semanas consecutivas con encuentros semanales de duración de 50 minutos para la evaluación del aprendizaje del alumno en la realización de las tareas de intervención del mismo;*
  - 6) *Aplicación de un instrumento de evaluación (postest). Corrección del instrumento de evaluación con cálculo del porcentaje de aciertos por categoría según se describe en el ítem 3 (9ª semana);*
  - 7) *Aplicación de un instrumento de evaluación tipo test de naturaleza cualitativa cuestionando los alumnos acerca de dificultades y aprendizajes;*
  - 8) *Estudio cualitativo de los resultados del porcentaje de aciertos por categorías;*
  - 9) *Estudio cualitativo explotando el espectro de opiniones y las diferentes representaciones sobre el uso del sitio CIAMATE a través de una entrevista individual;*
  - 10) *Análisis de los resultados de las evaluaciones cualitativas;*
  - 11) *Realización de análisis estadístico descriptivo de los resultados de los instrumentos de evaluación (pretest y postest);*
  - 12) *Búsqueda de una posible correlación entre los resultados de ambos instrumentos (pretest y postest): antes y después de la aplicación del software;*
  - 13) *Triangulación de los resultados de las pruebas cualitativas y cuantitativas;*
  - 14) *Presentación de los resultados de esta investigación.*
- 

Tabla 13 - Desarrollo de la metodología de evaluación del aprendizaje de los alumnos en el uso del Sitio CIAMATE- periodo 2009-2011

### 4.8.3 Estructuración de los instrumentos de evaluación (validez y confiabilidad)

La validez de un instrumento de evaluación es la calidad del test (instrumento) para realmente mensurar lo que se destina a medir (Barros 2002, apud Hastad y Lacy, 1994). En la determinación de la validez de un instrumento se debe analizar cuánto es posible reducir el margen de error (o subjetividad) en beneficio de un aumento del argumento de validez del test.

Para evaluar los sujetos involucrados en esta investigación, se elaboró una prueba tipo test, en la que se definieron las variables de interés del fenómeno a ser investigado: medida de la intensidad del dominio de situaciones-problema de las cuatro operaciones fundamentales de las categorías propuestas en la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (1991) y la medida del progreso presentado por los alumnos en el dominio de estas situaciones, después de la realización de las actividades de intervención en el sitio CIAMATE.

Se elaboraron 20 preguntas para los alumnos de 3º y 4º, 16 preguntas para 2º curso y 10 preguntas para 1º. Para la validez del contenido presente en el instrumento se contemplaron situaciones-problema de las cuatro operaciones fundamentales como conocimiento a ser medido. Esas preguntas presentan una jerarquía en orden creciente de complejidad conforme la categorización de Vergnaud, pero, en el instrumento, no se presentaron en ese orden secuencial. Las preguntas se elaboraron con base en el estudio de la literatura acerca de los campos conceptuales de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas de Gérard Vergnaud (1982, 1990, 1991, 1997), en colecciones de libros didácticos adoptados en las escuelas y en los “Parámetros Curriculares Nacionales” de Matemáticas para alumnos de 1º a 4º de la enseñanza primaria (Brasil, 1997).

Las preguntas del instrumento se organizaron de acuerdo con el año de estudio del alumno, compuestas del 50% de preguntas de la Estructura Aditiva y 50% de la Estructura Multiplicativa. La composición de las preguntas del instrumento está organizada de la siguiente forma:

- ESTRUCTURA ADITIVA

Las situaciones aditivas incluyeron diferentes conceptos que forman parte de esas estructuras, entre los cuales citamos: concepto de medidas (por ejemplo, la magnitud 5 es mayor que 3), concepto de adición, concepto de substracción, concepto de transformación de tiempo (por ejemplo, “ayer tenía... ¿cuánto tengo ahora?”); concepto de número (por

ejemplo, número natural; entero, decimal), relaciones de comparación (por ejemplo, “¿quién tiene más?, ¿quién tiene menos?”). El instrumento fue compuesto por las preguntas de las siguientes categorías:

- Preguntas de la categoría un: de composición de medidas (CM), que corresponde a hallar el todo y la parte.
- Preguntas de la categoría dos: de transformación de medidas positivas y negativas (TM).
- Preguntas de la categoría tres: de comparación de dos medidas (CDM).
- Preguntas de la categoría cuatro: de composición de dos transformaciones (CT).
- Preguntas de la categoría cinco: de transformación de relaciones (TR).
- Preguntas de la categoría seis: de composición de dos relaciones estáticas (CR)

Hay que destacar que las categorías cinco (de transformación de relaciones) y seis (de composición de relaciones de esa teoría) no se contemplan en los *Parámetros Curriculares* de Brasil, pero forman parte de las actividades organizadas en el software.

#### ➤ ESTRUCTURA MULTIPLICATIVA

- La Estructura Multiplicativa incluyó preguntas de las subclases del isomorfismo de medidas que es una estructura que consiste en una proporción simple directa entre dos medidas. Se pueden identificar cuatro subclases principales de problemas:
  - ✓ Subclase isomorfismo de medidas para multiplicación (IM)
  - ✓ Subclase división partición (DP)
  - ✓ Subclase división cuota (DC)
  - ✓ Subclase cuarta proporcional (CP)
- Preguntas sobre disposición rectangular (DR)
- Preguntas sobre producto de medidas (combinatoria) (PMC)

El pretest no presenta situaciones-problema de las categorías cinco y seis, ya que los niños brasileños no estudian estas categorías en los años iniciales de la Enseñanza Primaria. El postest incluyó cuestiones de todas las categorías, considerando que los niños podían trabajar esas dos categorías en el software. Para el postest se utilizaron también cinco situaciones-problema nuevas y no familiares, presentados de manera diferente a como se encontraban en el material didáctico (software) y en el pretest.

Se estableció la validez de contenido y criterio para verificar si el instrumento contempla todos los componentes y dominios relevantes relacionados al fenómeno. Se realizó a través de un análisis de parte del investigador y tres profesionales del área de educación: una supervisora de educación superior, una supervisora de enseñanza primaria y una profesora especialista de cada curso de enseñanza analizada, que se manifestaron sobre la claridad y clasificación de cada apartado, así como sobre la pertinencia del instrumento.

Otros apartados que se analizaron cuidadosamente en la elaboración de los instrumentos fueron su extensión, tiempo necesario para responderlos y el lenguaje utilizado. Se pretendía usar un instrumento con lenguaje simple y medianamente extensor, que no demandase mucho tiempo en su aplicación ni fuese fatigoso, para que eso no fuese causa de errores o de menor confiabilidad.

#### **4.8.4 Caracterizaciones de los Grupos y procedimientos metodológicos adoptados**

##### **Estudio 1**

El estudio realizado en 2009 en la escuela A, escuela pública, se aplicó a un grupo de 93 alumnos de los siguientes cursos:

- Grupo 01- Una clase del segundo curso de la enseñanza primaria.
- Grupo 02 - Dos clases del tercer curso de la enseñanza primaria.
- Grupo 03 - Dos clases del cuarto curso de la enseñanza primaria.

##### **Estudio 2**

Estudio realizado en 2009 en la Escuela B, escuela pública, con la participación de 37 alumnos:

- Grupo 04 - Dos clases del 4º curso de la enseñanza primaria

##### **Estudio 3**

El tercer estudio fue realizado en 2009 en la escuela C, escuela privada, y tuvo la participación de 73 alumnos de los siguientes cursos:

- Grupo 05- Una clase del primer curso de la enseñanza primaria.

- Grupo 06- Una clase de tercer curso de la enseñanza primaria.
- Grupo 07- Una clase de cuarto curso de la enseñanza primaria.

#### **Estudio 4**

El cuarto estudio realizado en 2009 corresponde al Grupo 08 y fue un estudio individual a través de una entrevista con la aplicación del software, bajo la observación atenta del investigador, durante un período de 12 semanas consecutivas, con un encuentro semanal de 90 minutos, para un estudiante de 4º curso de enseñanza primaria de una escuela privada que presentaba dificultades de aprendizaje en la disciplina de Matemáticas.

#### **Estudio 5**

El quinto estudio fue realizado en 2010 en la escuela D, escuela pública, y tuvo la participación de 26 alumnos de quinto de la enseñanza primaria y corresponde al Grupo 09.

#### **4.8.5 Procedimientos metodológicos**

Se adoptaron los siguientes procedimientos metodológicos para el análisis cuantitativo de los Grupos:

- ***Experimentos “antes y después” con un único grupo:***

Este tipo de estudio establece un grupo único que se somete al análisis inicial y posterior a un determinado estímulo. Después de cada variación se verificó el efecto causado, concluyendo si el efecto obtenido alteró o no el grupo estudiado.

Para los Grupos 01, 05, 06 y 07 se realizó ese tipo de estudio, utilizando los siguientes procedimientos metodológicos:

- a) Aplicación de una prueba diagnóstica (pretest) de lápiz y papel para determinar los conocimientos iniciales de los alumnos.
- b) Aplicación del software durante 5 encuentros de 2 horas semanales en cada clase, para la evaluación de la viabilidad del mismo.
- c) Aplicación del posttest (de lápiz y papel).

- d) Análisis de la estadística descriptiva de los resultados de las evaluaciones cuantitativas con el cálculo del nivel de significancia estadística.

- ***Experimentos “antes y después” con dos grupos:***

En ese caso, se organizaron 2 grupos: el grupo experimental y el de control, medidos al principio y al final del período experimental. El estímulo fue introducido sólo en el grupo experimental. Después de cada variación se verificó el efecto causado, concluyendo si el efecto obtenido alteró o no el grupo estudiado.

Los grupos 02, 03, 04 y 09 siguieron este modelo experimental con las siguientes etapas:

- a) Selección de dos clases (control y experimental) de un mismo curso.
- b) Aplicación de una prueba diagnóstica (pretest) para determinar los conocimientos iniciales de los dos grupos de alumnos (clases de control y experimental).
- c) Aplicación del software durante 10 horas de clase (cinco encuentros de 2 horas de clase por semana) en la clase experimental. La clase de control trabajó los mismos contenidos de forma tradicional.
- d) Una vez terminado el plazo previsto, se aplicó un postest a los dos grupos (control y experimental).
- e) Realización de análisis estadístico descriptivo (con el cálculo del nivel de significancia estadística) de los resultados de las evaluaciones de los grupos de control y experimental buscando una posible correlación entre los resultados de los instrumentos de evaluación.

- ***Estudio de naturaleza cualitativa***

El estudio de naturaleza cualitativa se desarrolló en tres modalidades:

- ***Prueba tipo test***

Se propuso una prueba con preguntas tipo test, preguntando sobre el mérito, relevancia, dificultades y aprendizajes en el uso del sitio CIAMATE.

- ***Entrevista individual***

Moreira y Silveira (1993) consideran la entrevista individual una buena manera de investigar el conocimiento del alumno, sus concepciones previas, sus creencias y sus modelos

no científicos. La entrevista individual con el estudiante fue una conversación o un diálogo con la investigadora, con duración de 3 meses con un encuentro semanal de 90 minutos.

 *Análisis del porcentaje de éxito por categoría de problemas.*

Observación de los resultados del porcentaje de éxito de dos clases de alumnos de 5º en la solución de las situaciones-problema de cada categoría antes y después de la aplicación del software.

**CAPÍTULO - V**

**ORGANIZACIÓN Y**

**PRESENTACIÓN DE**

**LOS RESULTADOS**

**DEL DESEMPEÑO DE**

**LOS ESTUDIANTES**

**EN EL USO DE LOS**

**PROGRAMAS DEL**

**SITIO CIAMATE**



## **5. ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES EN EL USO DE LOS PROGRAMAS DEL SITIO CIAMATE**

Los datos cuantitativos encontrados a través de la aplicación de los instrumentos de evaluación para verificar el desempeño de los alumnos de 2º a 5º de enseñanza primaria en la aplicación y uso del software en cada una de las clases, antes y después del programa de enseñanza, se analizaron estadísticamente con la planilla electrónica Microsoft Excel 2007. Los tests estadísticos averiguan la presencia de relaciones estadísticamente significativas o no, apreciando su amplitud. Sin embargo, el valor de los resultados de esos tests sólo obtiene alcance mayor al pasar por una interpretación cualitativa del investigador que irá más allá de la simple lectura, integrándolos en un universo más amplio, en que podrán tener significado.

La interpretación fue posible a partir del análisis y discusión de los resultados, en confrontación con otros datos obtenidos a través de las acciones e intervenciones realizadas por los investigadores. Entre éstas, se destaca la planificación de las actividades para los alumnos en el uso del software que estableció cierta jerarquía y organización en la realización de las tareas de enseñanza, de acuerdo con los conocimientos previos de los alumnos. Partiendo del presupuesto de que los “subsunores” o “ideas ancla” y su organización jerárquica, no estática, forma la estructura cognitiva del alumno, se identificaron los conocimientos previos de los alumnos con relación a los conceptos de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas que se consideraron pertinentes para el estudio. Se sabe que el factor aislado más importante que influye en el aprendizaje es lo que el aprendiz ya sabe (Ausubel, 1978 apud Moreira & Ostermann, 1999). Así, para el análisis e interpretación de los datos se adoptó un camino tanto cuantitativo como cualitativo, pues entendemos que los resultados encontrados solamente tienen su significado al ser discutidos y pensados por esos dos caminos.

Los instrumentos de recogida de datos (pretest y postest) se realizaron de forma escrita y los estudiantes pudieron resolverlos de la forma que considerasen conveniente, con el uso de lápiz y papel haciendo las hipótesis necesarias. Pero tenían que escribir un cálculo matemático

que resolviese el problema en la prueba y señalar una de las alternativas de respuesta para el mismo.

El orden de presentación de los problemas en el instrumento siguió la secuencia de los más fáciles a los más difíciles, según las categorías propuestas por Vergnaud (1987, 1990), sin estar necesariamente en ese orden en el instrumento. De esa forma, fue posible tener una idea de los problemas en los que los alumnos tuvieron más dificultades y los problemas que fueron más fáciles en la realización de los instrumentos de evaluación. Se realizó una tabla con el número de aciertos por categoría para dos clases de 5º.

A continuación, se presentan los resultados de los instrumentos aplicados en el período de 2009/2010, en cada una de las clases, las palabras del actor que participó en la entrevista individual, la organización de los datos recogidos en los cuestionarios de naturaleza cualitativa y el análisis e interpretación de los resultados con relación a la conceptualización de las situaciones-problema por categoría.

Al analizar los resultados, se hará un breve comentario destacando los aspectos positivos y negativos que tuvieron lugar durante el desarrollo de las clases experimentales de aplicación del software en las escuelas A, B, C y D y en la entrevista individual.

## **5.1 ANÁLISIS DE LOS GRUPOS DE LA ESCUELA A**

La escuela **A** cuenta con un laboratorio de informática equipado con 12 ordenadores en buenas condiciones y con internet banda ancha. Para obtener las condiciones de configuración adecuada para el uso del software, fue necesario formatear todas las máquinas e instalar una versión más actualizada del programa Linux Educativo. La organización del laboratorio se quedó a cargo de la investigadora que pidió la ayuda del Núcleo de Tecnología Educativa (cuya función es ofrecer formación continua a los profesores para la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en las escuelas públicas del Estado). Ese hecho atrasó una semana la fecha prevista para el inicio de la aplicación del proyecto.

La dirección de la escuela **A** es bastante determinada y receptiva en cuanto a la inserción de los recursos de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza aprendizaje. La supervisión y la dirección contribuyeron ampliamente, abriendo espacio para la investigadora, movilizándolo y reuniendo los profesores para detallar la aplicación del proyecto. Todas las clases de la enseñanza primaria de la escuela participaron directa o indirectamente del mismo.

El primer curso no participó porque la mayoría de los alumnos está aún en proceso de alfabetización.

Los docentes de la institución no escondían la preocupación por las evaluaciones que serían realizadas por los alumnos (pretests y postests). Se percibía que a algunos no les gustaba la idea y fue difícil convencerlos de que la investigación no tenía connotación controladora o fiscalizadora de las prácticas o de los contenidos desarrollados por los profesores. Ese hecho hizo que los resultados de algunas clases de esa escuela fuesen desechados por la falta de confianza de la investigadora con relación a los datos obtenidos. Se despreciaron los datos obtenidos en tres clases, en las que la investigadora no estuvo presente en la aplicación del pretest.

El laboratorio de Informática de la escuela A es un espacio frecuentemente utilizado por todos los alumnos y profesores, pero no hay ningún profesor o responsable del mismo, es cuidado por las personas que trabajan en los sectores de la escuela o por la dirección. Se observó que algunas veces llevaban los alumnos al laboratorio de informática cuando faltaba algún profesor, utilizan juegos sin ningún criterio de selección, o visitan páginas del *Orkut* y *Messenger*. Trabajar en el laboratorio de informática con contenidos de las clases causa hasta cierta extrañeza en algunos alumnos, dando la impresión de que es un espacio más dedicado a tareas que no están relacionadas a las actividades educativas.

La investigadora permaneció en la escuela durante tres turnos semanales durante ocho semanas. Eso creó un vínculo de confianza entre profesores, alumnos y la investigadora, neutralizando la desconfianza inicial. Las prácticas con el uso del software fueron desarrolladas con motivación e interés por parte de los alumnos, aun en las clases en que el profesor no estuvo presente.

El IDEB (Índice de Desarrollo Educacional Brasileño) de la escuela A de 5,3 refleja un buen desempeño con relación al resultado de ese indicador en Brasil. Eso se manifiesta claramente en la preocupación de la escuela por los contenidos y en el desempeño de los estudiantes, juntamente con la preocupación de los profesores por mantenerse actualizados, especialmente para las evaluaciones realizadas por el Ministerio de Educación, como es el caso de la Prueba Brasil.

La escuela A es pública, de responsabilidad del gobierno del Estado, y tuvo la participación de 145 alumnos, de los cuales 93 formaron parte de la muestra de esta investigación. El estudio de Bona & Moreira, (2009) tuvo lugar en julio, agosto y septiembre de 2009, investigando el uso del software educativo como auxiliar del aprendizaje de Matemáticas y su objetivo fue investigar el desempeño de los grupos de alumnos

caracterizados en el capítulo 4 y expuestos a las actividades presentadas en el sitio CIAMATE.

La escuela ya tiene la Enseñanza Primaria de 9 años implantada hasta el 3<sup>er</sup> año. Aún estaban en funcionamiento el 3<sup>er</sup> y 4<sup>o</sup> curso de la Enseñanza Primaria de ocho años de duración. Presentamos en la Tabla 14 la equivalencia entre la Enseñanza Primaria de nueve años y la de ocho años de duración para entender mejor la estructura escolar:

<b>ENSEÑANZA PRIMARIA DE 9 AÑOS</b>				
AÑOS INICIALES				
1 <sup>er</sup> año	2 <sup>o</sup> año	3 <sup>er</sup> año	4 <sup>o</sup> año	5 <sup>o</sup> año
<b>ENSEÑANZA PRIMARIA DE 8 AÑOS (EN EXTINCIÓN)</b>				
AÑOS INICIALES				
XXXXXXXXXX	1 <sup>er</sup> curso	2 <sup>o</sup> curso	3 <sup>er</sup> curso	4 <sup>o</sup> curso

Tabla 14 - Equivalencia entre la Enseñanza Primaria de 9 años y la Enseñanza Primaria de 8 años.

En este trabajo tratamos de estudiar y analizar el desempeño por clase y escuela. Presentamos a continuación los resultados de las notas obtenidas por los alumnos en el pretest, postest y la media general de las clases de la muestra que están representados en la forma de gráficos de columnas.

### Grupo 01 - Alumnos de 3<sup>o</sup>

Los estudiantes de la escuela pública del 3<sup>er</sup> año mostraron una evolución en la resolución de problemas de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas después de la aplicación del software. El experimento de esa clase de 15 alumnos fue del tipo “antes y después”, con un grupo. Se pueden observar las medias de los alumnos en el pretest y postest en el gráfico 2.

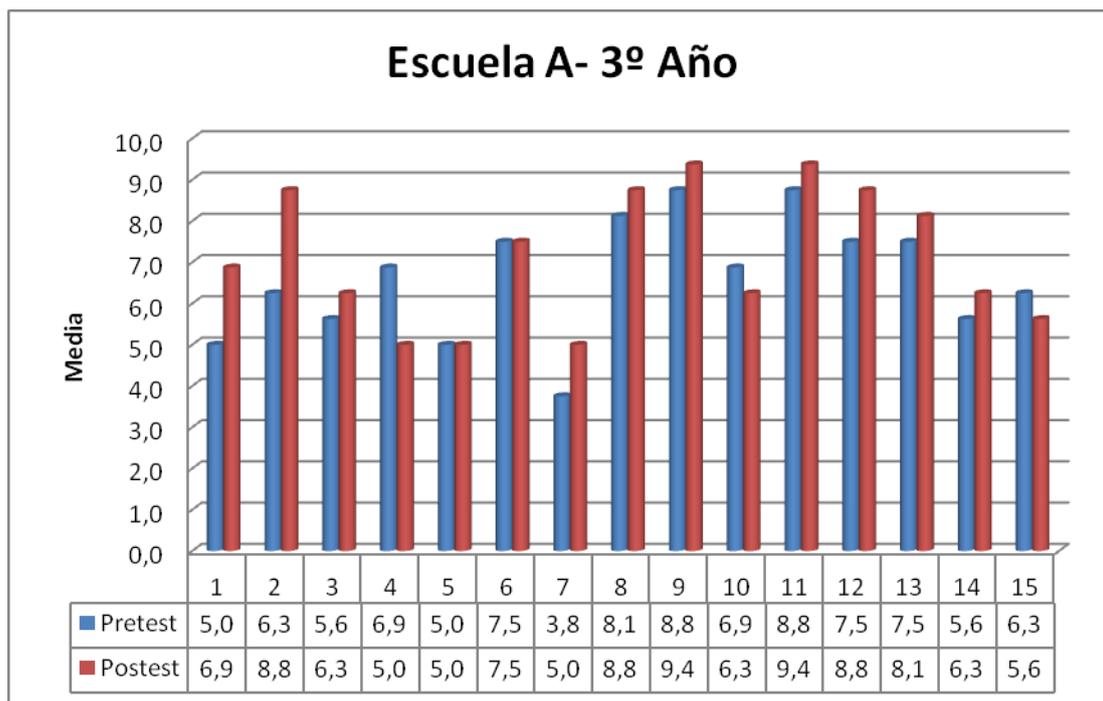


Gráfico 2 - Comparativo entre las notas del pretest (evaluación diagnóstica) y las notas del postest (después de la aplicación del software) de la escuela pública A del 3<sup>er</sup> año.

### ✚ Análisis de los resultados del Grupo 01 - alumnos de 3<sup>o</sup>

La clase de 3<sup>o</sup>, con media de 6,6 en el pretest y 7,1 en el postest, tuvo un avance tímido del 5% en el dominio conceptual de las estructuras aditivas y multiplicativas. En el gráfico 3 se presentan las medias obtenidas en el instrumento de evaluación.

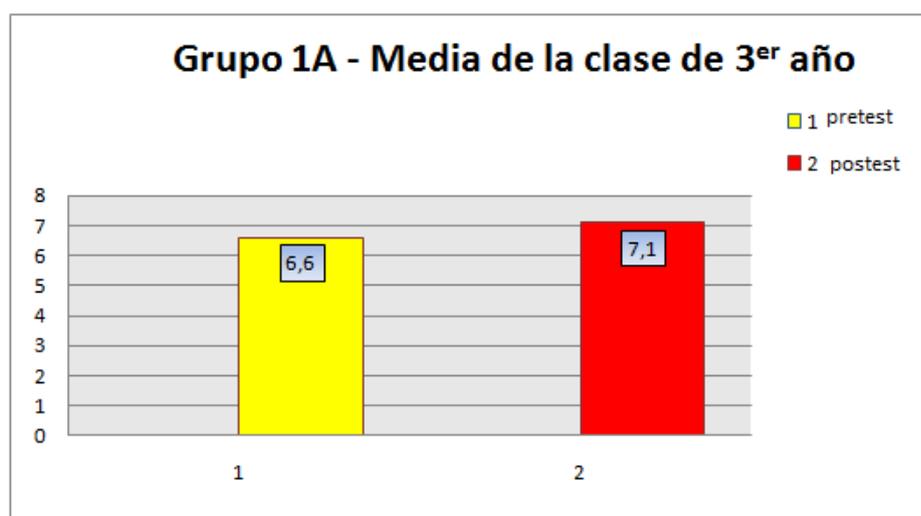


Gráfico 3 - Resultado de la media de la clase de 3<sup>er</sup> año de la escuela A

La supervisora de la escuela caracterizó esa clase como un grupo en fase de transición debido a la implantación de la enseñanza primaria de 8 años para 9 años, que correspondería a una clase de “1º curso adelantado”. También llamó la atención el hecho de que algunos alumnos no presentasen completo dominio de la lectura y de la interpretación, factor que puede haber contribuido al bajo desempeño. La supervisión insistió en que todos debían participar en el proyecto, y le pidió a la investigadora que realizase la lectura del instrumento de evaluación en voz alta en el momento de la aplicación. En las clases de aplicación del software se utilizaron más los programas con audio y algunas actividades en el lenguaje LOGO, con el objetivo de ayudarle al alumno en la resolución de las situaciones-problema.

*Grupo 02 - Dos grupos de tercer curso (experimental y control) de la enseñanza primaria.*

Los estudiantes del grupo experimental de tercer curso presentaron un crecimiento en la resolución de problemas aditivos y multiplicativos. Para ese grupo se realizó un experimento del tipo “antes y después” con dos grupos: el de control y el experimental. El gráfico 4, presenta a continuación el desempeño del grupo experimental constituido por 21 alumnos y muestra el aumento de las medias en el postest, en el instrumento de evaluación compuesto por 20 preguntas.

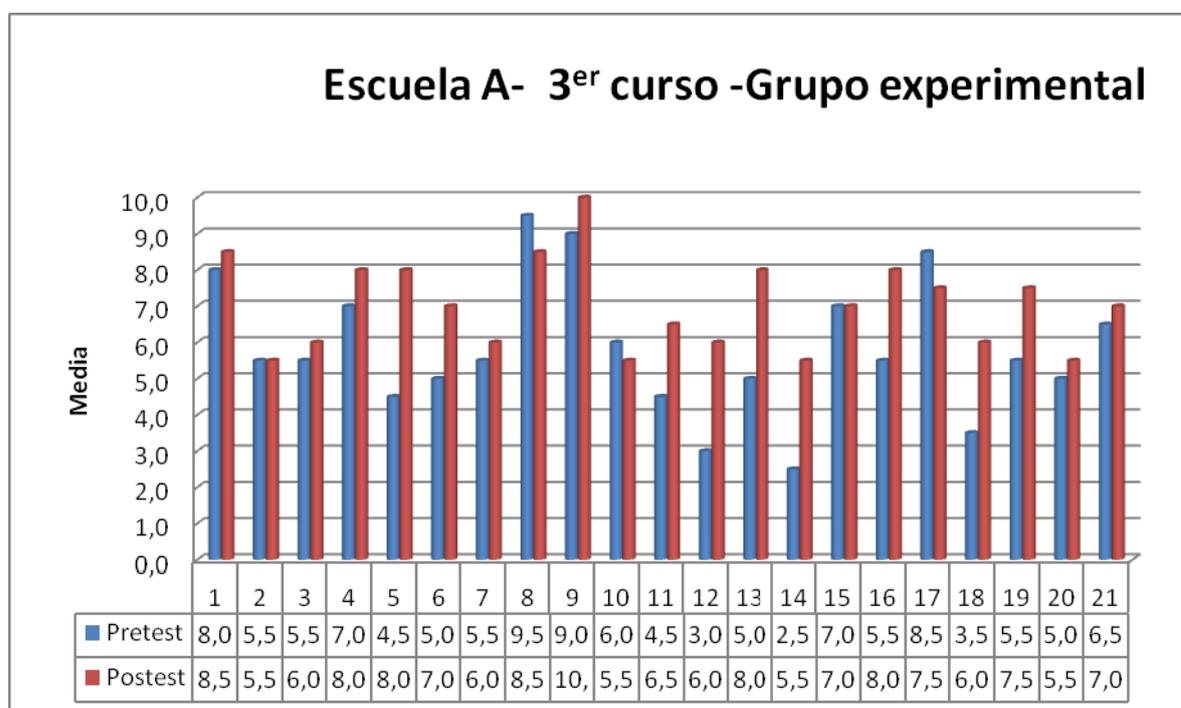


Gráfico 4 - Comparativo entre las notas del pretest y del postest del grupo experimental de 3<sup>er</sup> curso de la escuela A.

El grupo de control del 3<sup>er</sup> curso, compuesto por 15 alumnos, presentó los resultados que están representados en el gráfico 5:

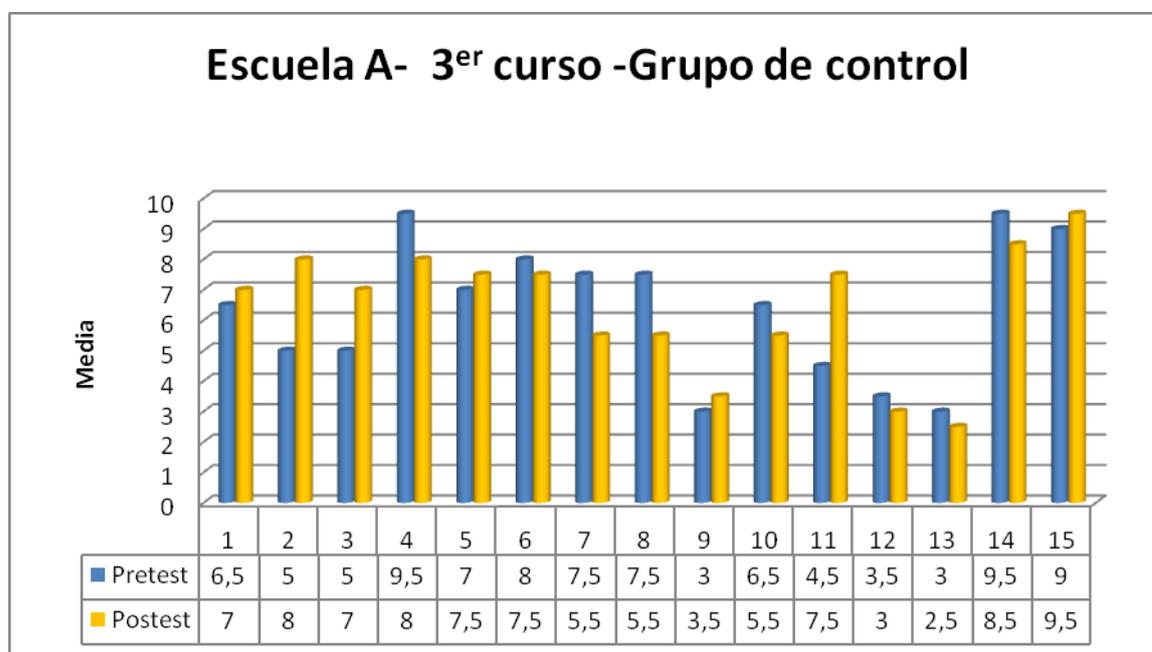


Gráfico 5- Comparativo entre las notas del pretest y del postest del grupo de control de 3<sup>er</sup> curso de la escuela A.

#### *Análisis de los resultados del grupo 02 de la escuela A*

El resultado presentado para el segundo grupo del 3<sup>er</sup> curso, para el grupo experimental, fue una media de 5,8 para el pretest y 7,0 para el postest, admitiendo un progreso de 12%. El grupo de control obtuvo una media de 6,3 en el pretest y 6,4 en el postest (progreso de 1%), y no hubo cambios expresivos en la nota. La motivación del grupo experimental para aprender, generada por las actividades realizadas en el software, parece haber desempeñado un importante papel en estos resultados.

El grupo de control de este grupo desarrolló las actividades en las clases, con ayuda de la supervisión de la escuela, que, antes del postest, realizó la corrección del mismo en la pizarra, explicando las dudas de los alumnos. Eso ocurrió debido a que el profesor titular del grupo estaba de baja por enfermedad, lo cual puede haber influido en el desempeño del grupo de control. El gráfico 6, presenta los resultados de la media del grupo experimental y de control del grupo 02.

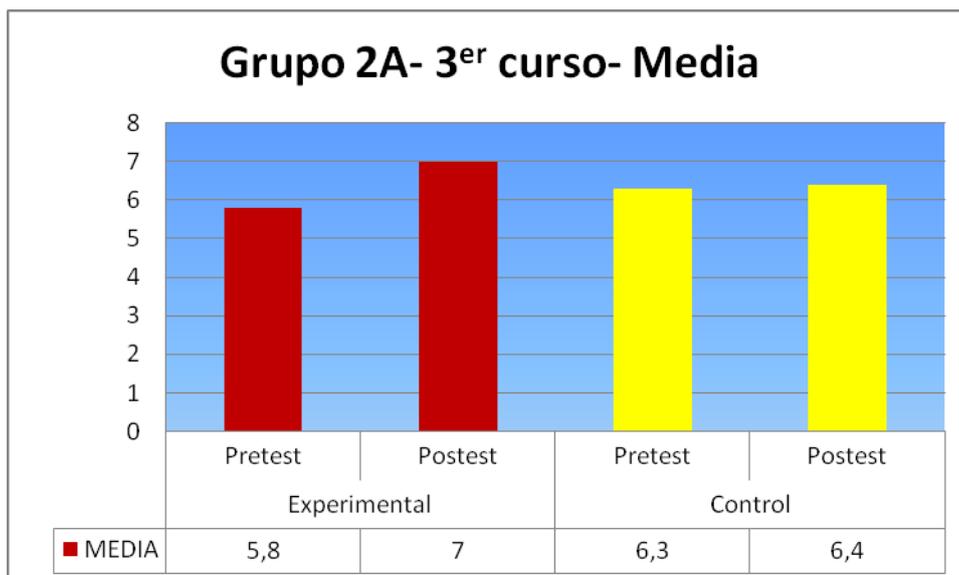


Gráfico 6- Resultados de la media de 3<sup>er</sup> curso de la escuela A.

### ✚ Grupo 03 - Dos grupos de cuarto (experimental y control) de la enseñanza primaria

Para el grupo 03, constituido por alumnos de 4<sup>o</sup> curso, se realizó un estudio del tipo “antes y después” con grupo de control y experimental. El grupo experimental compuesto por 21 alumnos obtuvo un aumento en la media del posttest con respecto a la media del pretest, como se puede verificar en el gráfico 7.

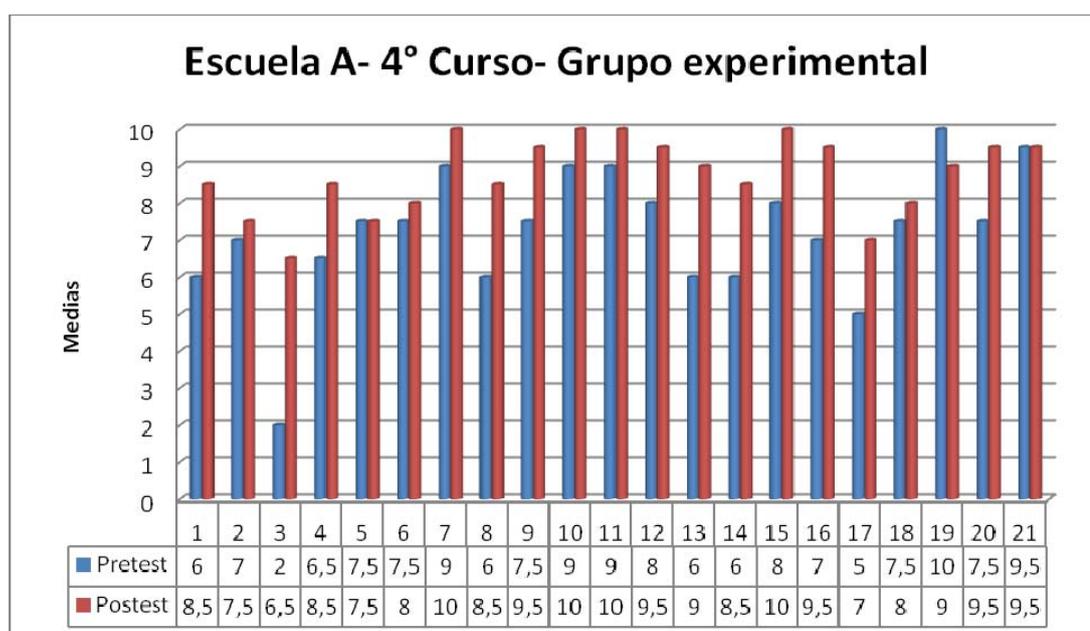


Gráfico 7 - Comparativo entre las notas del pretest y del posttest del grupo experimental de 4<sup>o</sup> curso de la escuela A.

El grupo de control, con 21 alumnos, obtuvo los resultados que están representados en el gráfico 8.

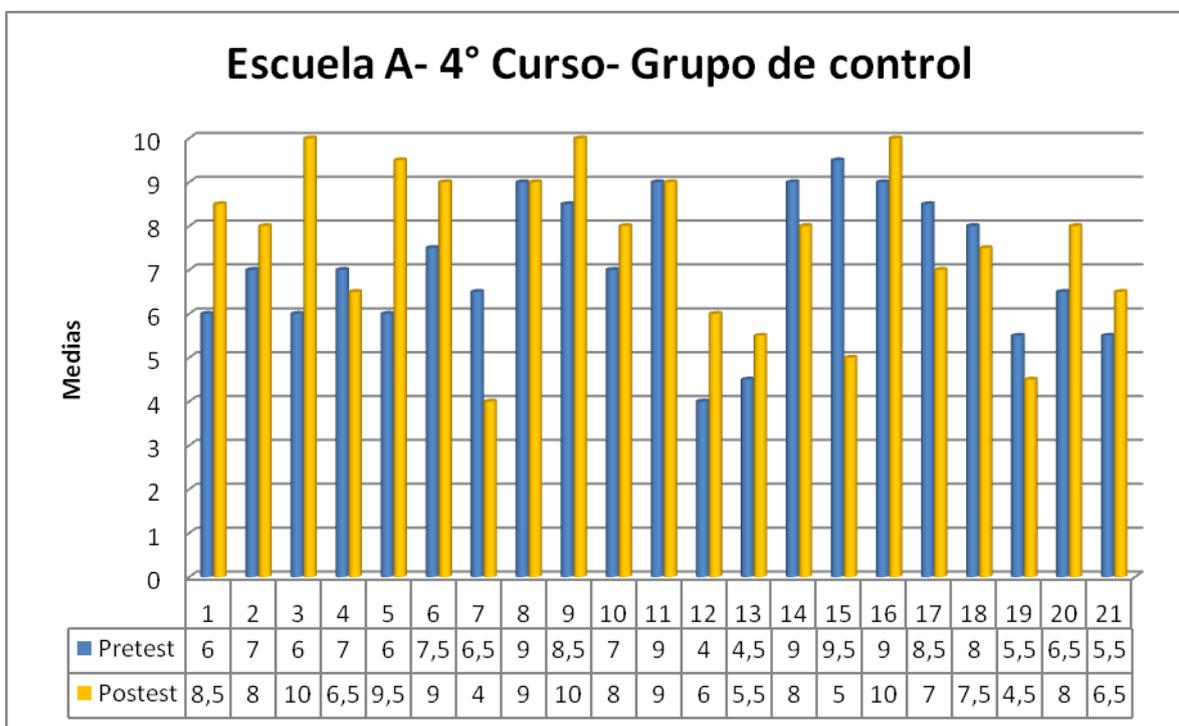


Gráfico 8 - Comparativo entre las notas del pretest y del postest del grupo de control de 4° curso de la escuela A.

### ✚ *Análisis de los resultados del grupo 03*

El gráfico 8 muestra el desempeño de los grupos de control y experimental, donde se puede observar que los dos grupos partieron de un desempeño semejante en el pretest, y después de la resolución de los problemas en el sitio CIAMATE, el grupo experimental avanzó significativamente con relación al grupo de control. En este caso, el grupo experimental presentó un aumento del 16%, con el resultado de 7,2 en la media del pretest y 8,8 en el postest. El grupo de control alcanzó una media de 7,1 en el pretest y de 7,6 en el postest, con un aumento del 5% del pretest para el postest. El gráfico 9, presenta los resultados de las medias de estos grupos.

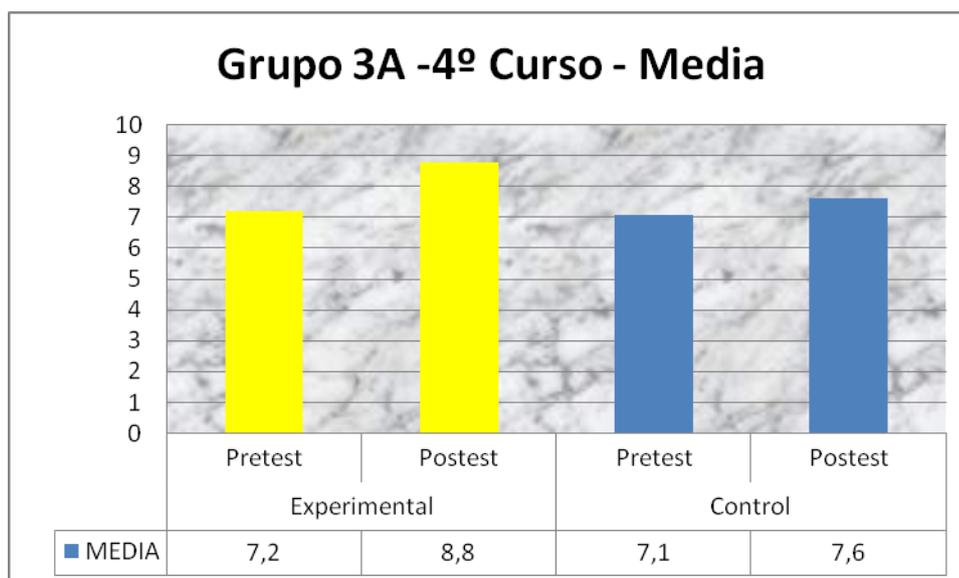


Gráfico 9- Resultados de la media de 4º curso de la escuela A

## 5.2 ANÁLISIS DE LOS GRUPOS DE LA ESCUELA B

La escuela B posee una sala de informática con 15 ordenadores bastante antiguos y extremadamente lentos. El sistema operacional usado es el Windows con internet banda ancha. En esta escuela, hay un monitor responsable de la sala de informática, pero la sala no se usa para actividades pedagógicas con los alumnos. Los ordenadores, con baja capacidad de memoria, dificultaron el trabajo de aplicación del software, exigiendo cerca de 1 hora para encender y cargar los programas necesarios para desarrollar el trabajo, por eso la investigadora optó por aplicarlo solamente en una muestra con dos grupos de alumnos de 4º curso.

El trabajo fue motivador, hubo bastante interés y colaboración por parte de los profesores en la aplicación del software CIAMATE, hecho que hizo que la escuela dedicase un horario para los alumnos en el ambiente. El grupo experimental, muy motivado por la nueva experiencia, se dividió en dos subgrupos para el desarrollo de las actividades, debido al mal funcionamiento de los ordenadores ya descrito. Las clases prácticas y las actividades en el software fueron desarrolladas solamente por la investigadora, debido a la división en dos subgrupos.

La escuela B tuvo en 2007 IDEB 3,9 para los años iniciales, un valor inferior al de Brasil (de 4,3) y al del Estado de Río Grande do Sul (4,5), lo cual muestra que los alumnos de

los años iniciales de esta escuela necesitan prácticas pedagógicas que les ayuden a superar las dificultades en Matemáticas.

El grupo experimental tuvo dos encuentros más con clases de laboratorio con el software, con relación a los demás grupos.

✚ *Grupo 04 - Dos grupos de cuarto curso (experimental y control) de la enseñanza primaria.*

El grupo 04 de la Escuela **B** tuvo un estudio del tipo “antes y después” con dos grupos de alumnos, el de control y el experimental que presentaron progresos en la resolución de problemas aditivos y multiplicativos en los dos grupos. La media del grupo experimental, compuesto por 21 alumnos, se encuentra en el gráfico 10:

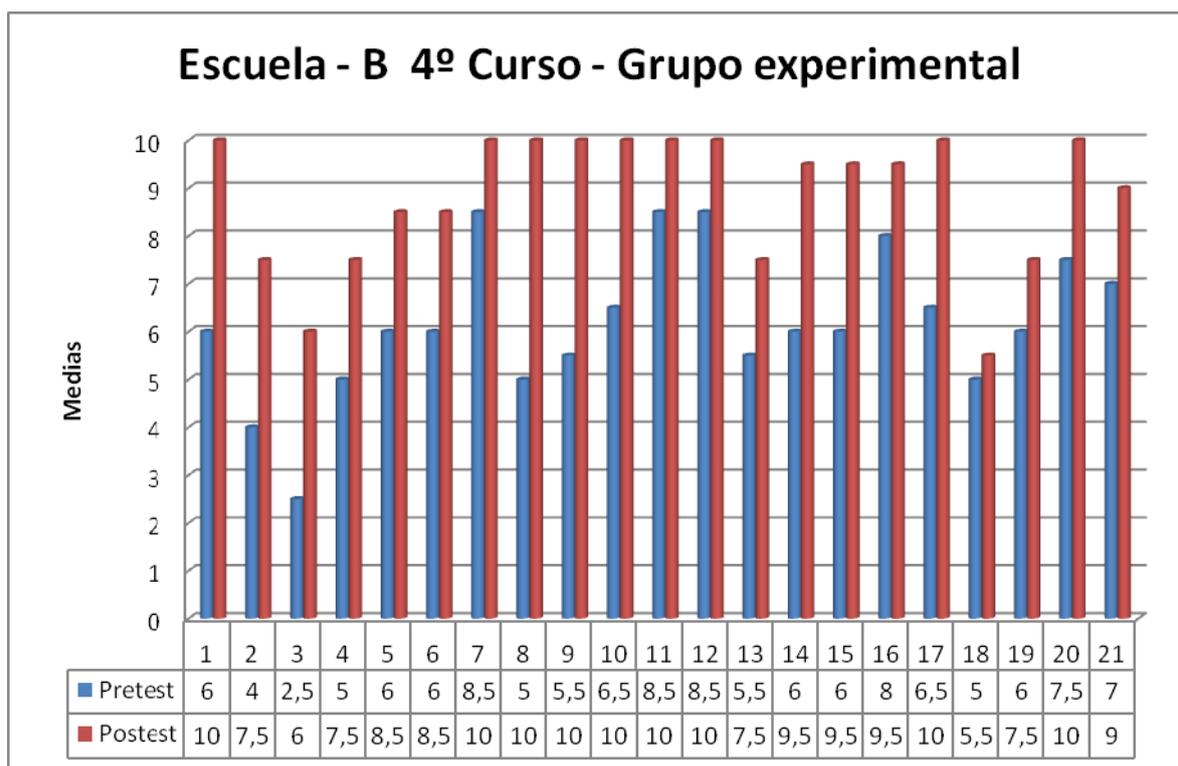


Gráfico 10 - Comparativo de las notas del grupo experimental en el pretest y en el postest del 4º curso de la escuela B.

La media del grupo control, compuesto por 16 alumnos, se encuentra en el gráfico 11:

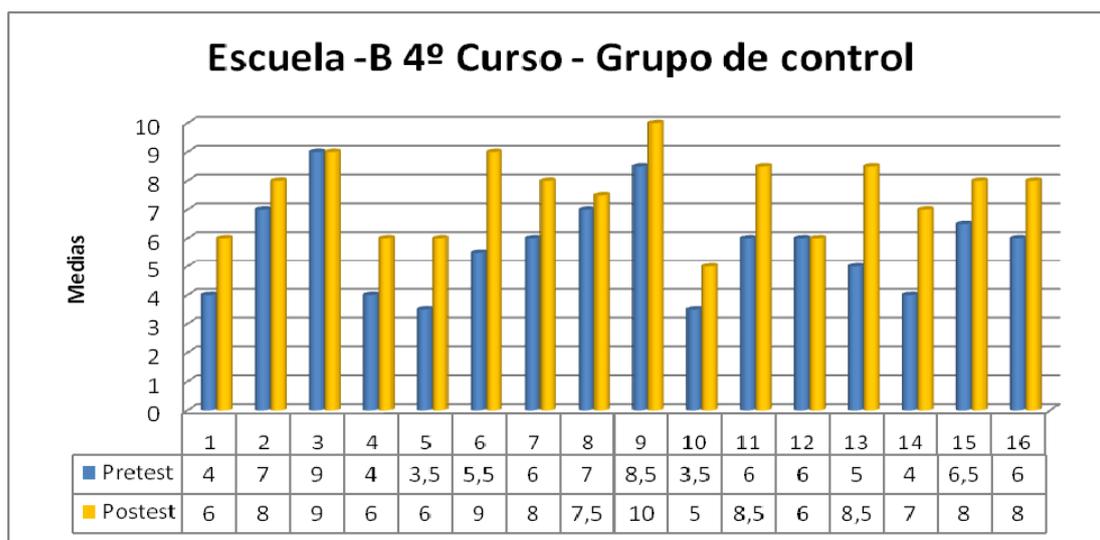


Gráfico 11 - Comparativo de las notas del grupo de control en el pretest y en el posttest del 4º curso de la escuela B.

#### ✚ *Análisis de los resultados del grupo 04*

En el grupo 04, los alumnos que pertenecían al grupo experimental presentaron uno de los mejores resultados, con media 6,1 en el pretest y 8,9 en el posttest, con un aumento del 28% en el desempeño de los alumnos. El grupo de control obtuvo media 5,7 en el pretest y 7,5 en el posttest, con un aumento del 18% entre los dos tests. El compromiso y el interés del profesor en el desarrollo de las actividades con el software fue uno de los factores que pueden haber contribuido para el buen resultado de los alumnos. La media del grupo experimental y control se encuentra en el gráfico 12:

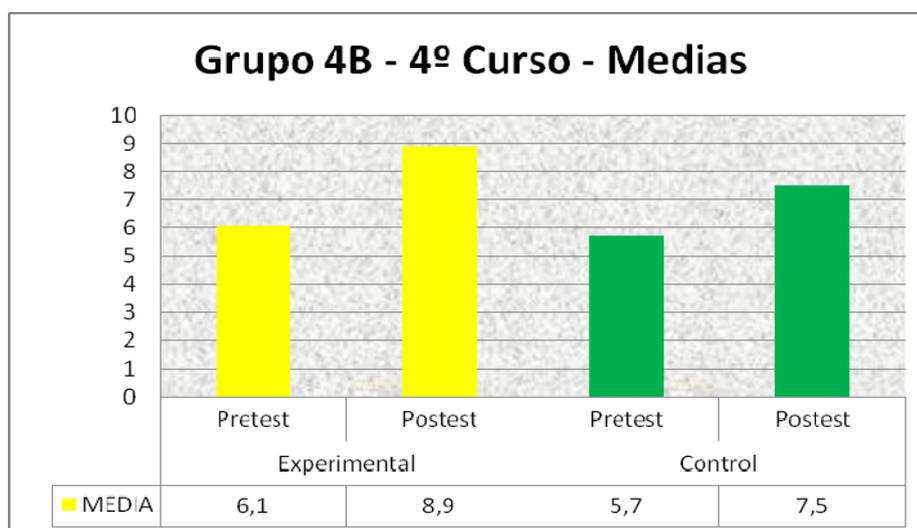


Gráfico 12 - Resultados de la media de 4º curso de la escuela B.

### 5.3 ANÁLISIS DE LOS GRUPOS DE LA ESCUELA C

La escuela C, de enseñanza privada, posee una sala de informática con 15 ordenadores, usando el sistema operacional Windows. En esta escuela, la investigadora se reunió con los profesores de los alumnos, supervisor y profesor de informática para explicarles los objetivos del proyecto y presentar las reglas para el desarrollo de las clases aplicando el software CIAMATE. Las clases fueron impartidas por el profesor de informática, que recibió de la investigadora un guión que debía seguir para el desarrollo de las actividades, en cada curso. La duración de los encuentros en esta escuela fue de una clase semanal de 50 minutos por grupo, durante un período de 6 semanas. La escuela C informó que no tenía el IDEB, pues no participó en esta evaluación.

El estudio realizado en esta escuela, por Bona & Moreira (2009), fue en septiembre y octubre de 2009, con la participación de 73 alumnos. Los experimentos de esas muestras fueron del tipo “antes y después” con un único grupo. La investigadora no tuvo participación directa en el estudio, el profesor de Informática de la escuela realizó las actividades de aplicación del software. Así como en la escuela pública, también los estudiantes de la escuela privada mejoraron el desempeño en la resolución de problemas aditivos y multiplicativos. Presentamos a continuación, los resultados de estas muestras.

#### *Grupo 05 - Una clase de 2º año de la enseñanza primaria.*

La muestra 05 con 19 alumnos realizó una prueba con 10 preguntas. Los resultados de las medias se encuentran en el gráfico 13:

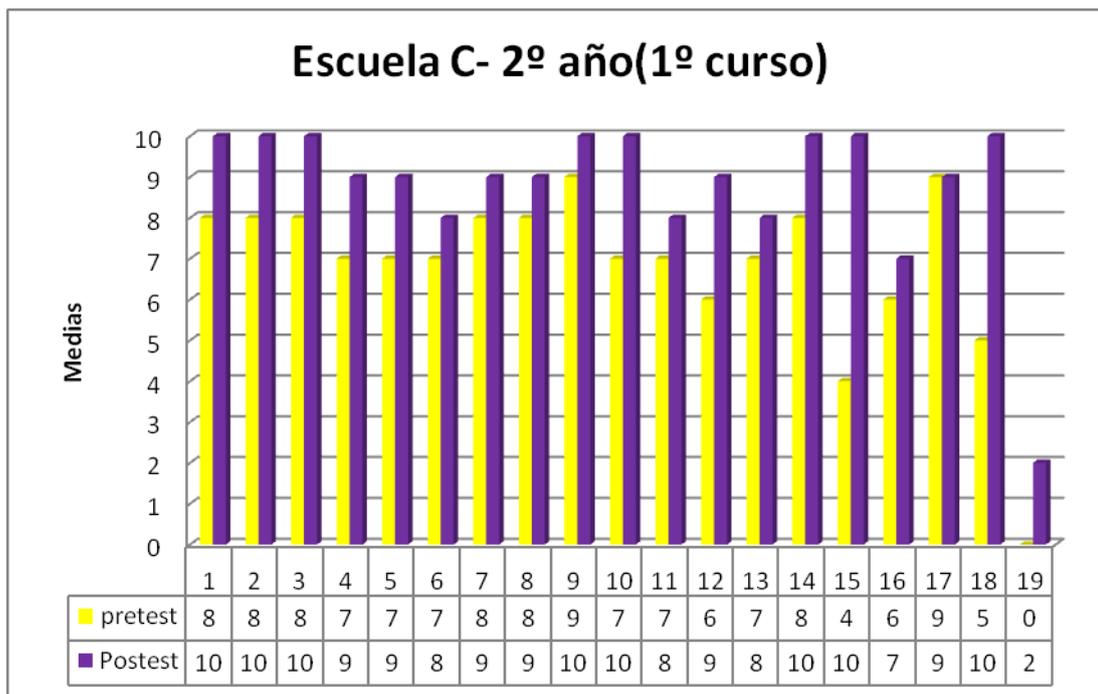


Gráfico 13 - Comparativo entre las notas del pretest y del postest de los alumnos del 2º año de la escuela C.

### ✚ Análisis de los resultados del grupo 05

El grupo 05, clase del 2º año, tuvo un crecimiento en la media: la del pretest fue de 6,8 y la del postest fue de 8,8, con un progreso del 20%. Para esa clase, la profesora realizó las actividades oralmente en el software CIAMATE, usando el data show porque algunos alumnos aún no leían fluentemente. A continuación, el gráfico14 presenta la media de los resultados del grupo:

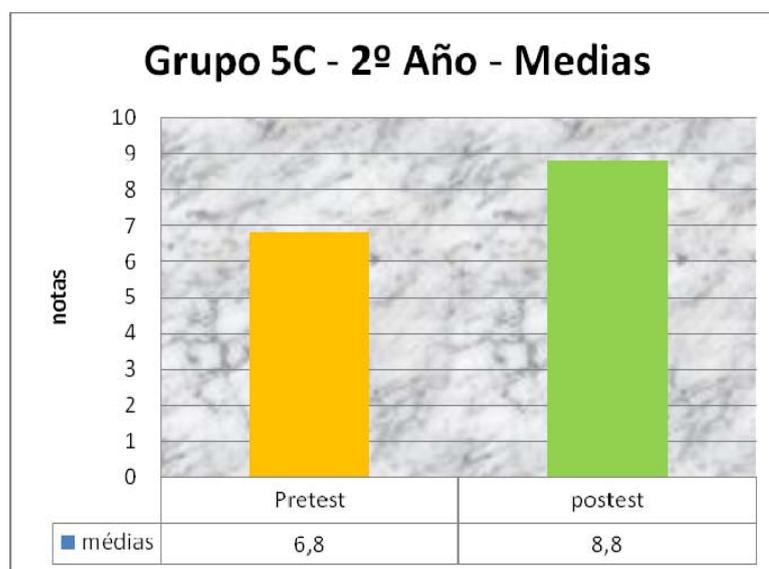


Gráfico 14 - Resultado de las medias de 2º año, escuela C

### ✚ Grupo 06 - Una clase del tercer curso de la enseñanza primaria.

El grupo 06 estaba constituido por 26 alumnos y tuvo una metodología de aplicación diferente de la utilizada en los otros grupos. La metodología de aplicación del pretest y postest para este grupo fue de la siguiente forma: se dividió la clase en dos grupos debido al número de ordenadores y la aplicación de la prueba diagnóstica (pretest) fue vía web, bajo la orientación del profesor de Informática, para conocer los conocimientos iniciales de los alumnos. El profesor entró con su login y contraseña para acceder y aplicar la evaluación. Los alumnos realizaron la evaluación usando el ordenador. Cada alumno se identificó escribiendo su nombre. A partir de ese momento, los resultados se quedaban almacenados en el sistema para posterior evaluación por parte del investigador. La aplicación del postest y el test de naturaleza cualitativa siguieron la misma modalidad ya descrita. El gráfico 15, presenta los resultados de las medias de los alumnos.

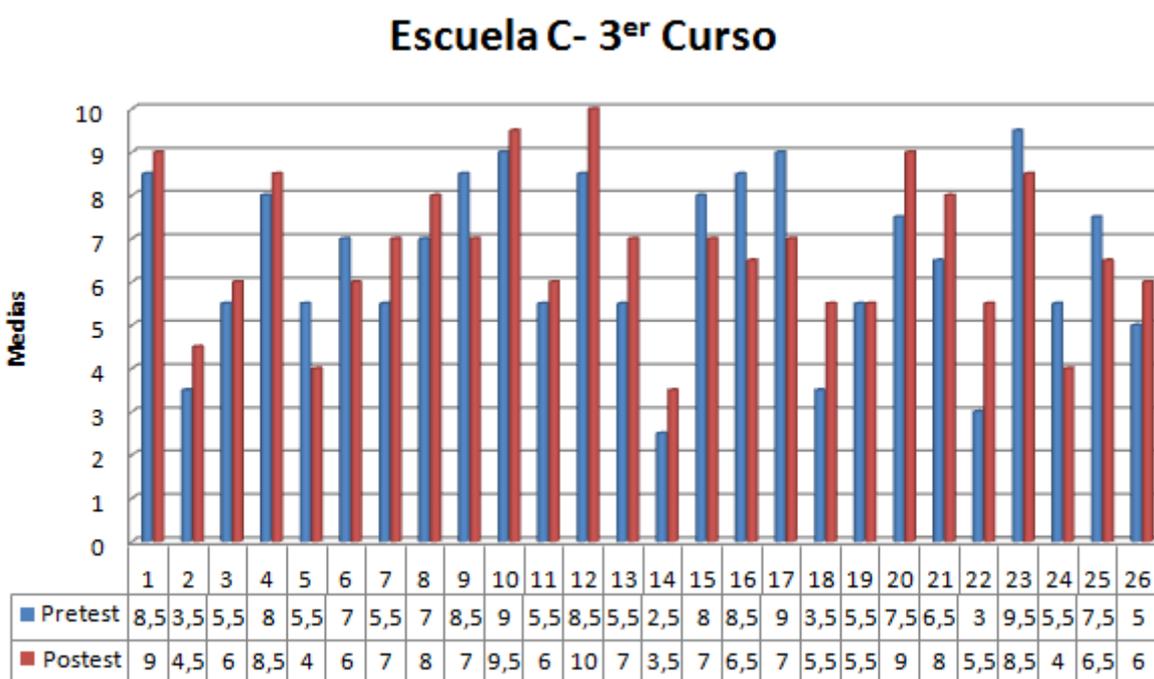


Gráfico 15- Comparativo entre las notas del pretest y del postest de la clase de 3<sup>er</sup> curso de la escuela C.

### ✚ Análisis de los resultados del grupo 06

El grupo 06, alumnos de 3<sup>er</sup> curso, presentó una media de 6,5 para el pretest y una media de 6,8 para el postest, con un aumento de tan sólo 3% en el desempeño de los alumnos.

El gráfico 16 presenta la media de los resultados de la muestra:

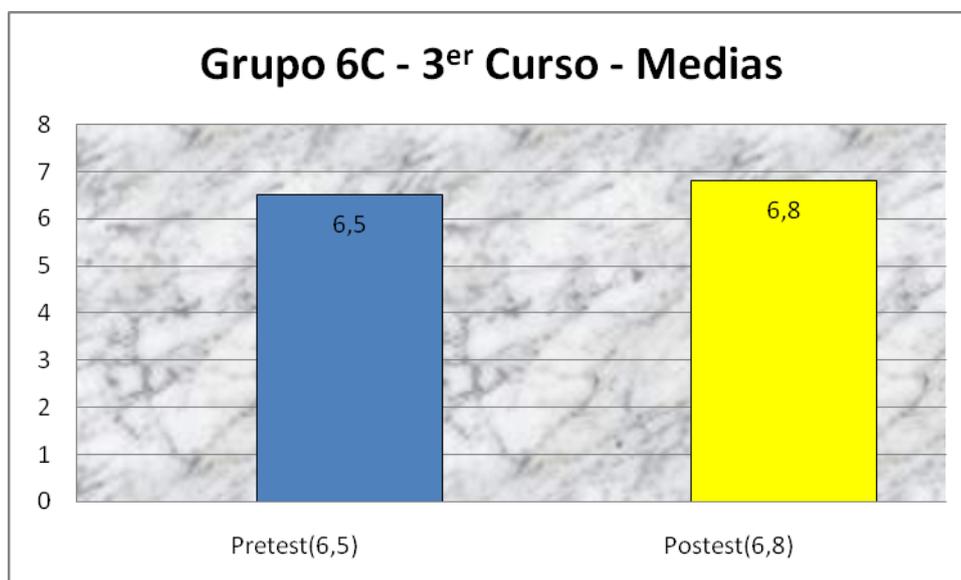


Gráfico 16 – Resultado de la media del desempeño de 3<sup>er</sup> curso de la escuela C

✚ *Grupo 07 - Un grupo de cuarto curso de la enseñanza primaria.*

El grupo 07 fue una clase de 4<sup>o</sup> curso compuesta por 28 alumnos y los resultados de las notas obtenidas en el pretest y postest se encuentran en el Gráfico 17:

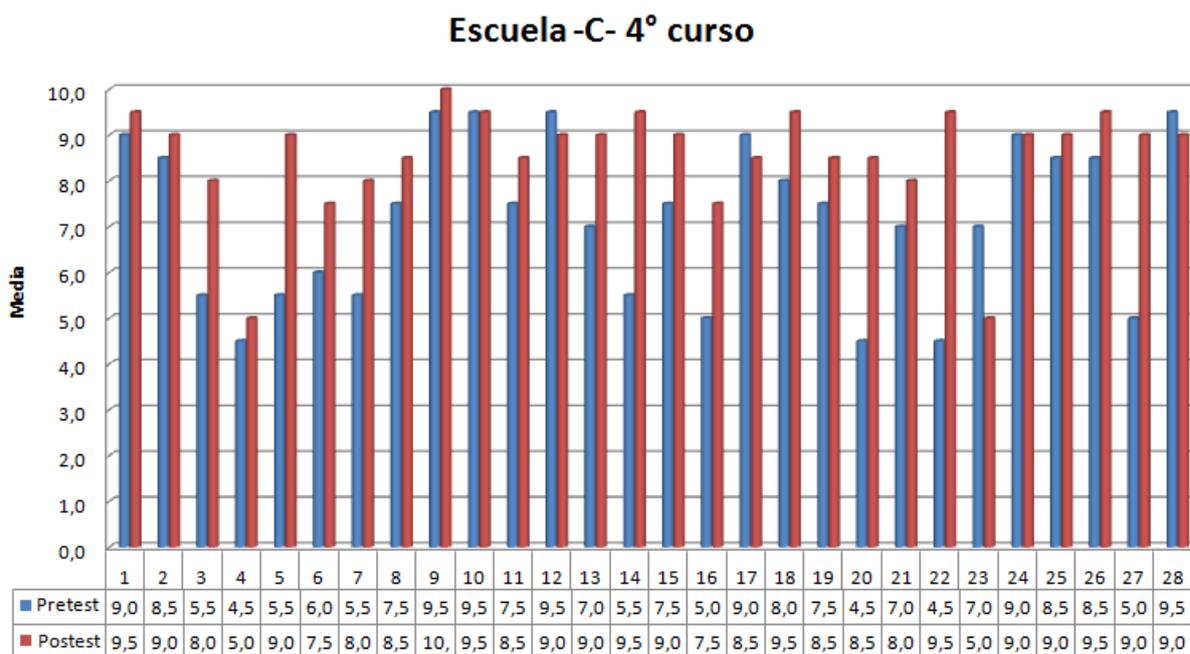


Gráfico 17 - Comparativo entre las notas del pretest y del postest de la clase de 4<sup>o</sup> curso de la escuela C.

### *Análisis de los resultados del grupo 07*

El grupo 07 presentó una media de 7,2 en el pretest y de 8.6 en el postest con un aumento del 14% en el desempeño de los alumnos. El gráfico 18 presenta las medias de los alumnos.

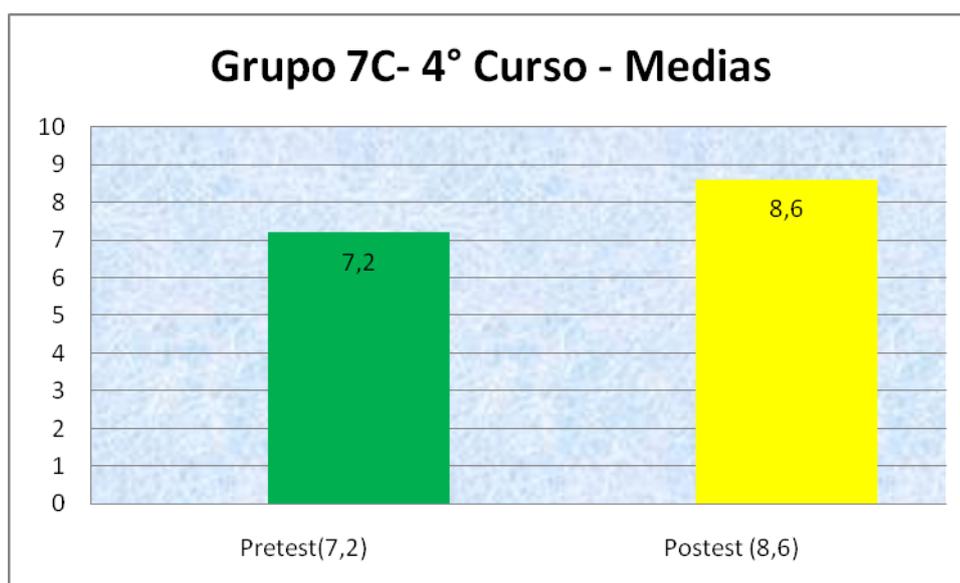


Gráfico 18 – Resultado de la media del desempeño de 4º curso de la escuela C.

## **5.4 ANÁLISIS DEL ESTUDIO INDIVIDUAL**

Ese estudio se realizó en 2009 con un estudiante de 4º curso de la enseñanza primaria. El alumno del presente estudio era considerado por la escuela como de bajo rendimiento y con dificultades de aprendizaje. La interacción del alumno con la investigadora de forma más individualizada tuvo lugar a través de una entrevista dialogada, con el objetivo de investigar el desempeño obtenido por el estudiante con el uso del software y recoger evidencias de aprendizajes significativos.

Las entrevistas fueron grabadas y transcritas para análisis posterior. Se pudo observar el alumno en su interacción con el sitio CIAMATE, acompañando sus anotaciones en papel, la representación de sus resultados en la pantalla del ordenador y sus actitudes a través de observación y anotaciones del investigador. Se siguió un procedimiento típico piagetiano, o

sea, se agruparon tres formas de trabajar: observación del comportamiento espontáneo del alumno, observación del comportamiento provocado por una situación experimental y el diálogo que se establece entre el experimentador y el alumno, teniendo lugar las tres situaciones de manera concomitante (Piaget, 1984).

#### **5.4.1 Portafolio de aprendizaje del alumno del estudio individual**

En esta sección se presenta la descripción de cada encuentro realizado con el alumno mostrando registros de sus reflexiones, dudas y propuestas en la resolución de situaciones-problema del sitio CIAMATE, su proceso de construcción del aprendizaje y las diferentes situaciones prácticas vividas en los momentos de aplicación de las tareas de intervención, en varios contextos formales e informales.

El Portafolio es un álbum del crecimiento, del aprendizaje y del desarrollo, según Pariente (2002), y se fundamenta en los presupuestos del estudio cualitativo. En esta investigación se utilizó el portafolio con el objetivo de acompañar el desarrollo de los conocimientos, competencias y actitudes del alumno, pues este instrumento de registro permite visibilidad, acompañamiento y evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje. Los textos con la descripción de este estudio a partir de las entrevistas realizadas, preservan la identidad del alumno usando el nombre ficticio de “Victoria” para la descripción del portafolio.

La alumna Victoria estudia en una escuela particular y el primer contacto de la misma con la investigadora tuvo lugar en su escuela cuando se le aplicó el pretest a los alumnos de su clase. Victoria realizó las tareas de intervención, el pretest y el postest juntamente con sus compañeros y, en horarios fuera del período de las clases, participaba en un encuentro semanal de una hora y 30 minutos con la profesora investigadora.

Se presenta a continuación la descripción de cinco de los diversos encuentros que tuvieron lugar con la aplicación de las tareas de intervención desarrolladas en el sitio CIAMATE.

#### **5.4.2 Primer Encuentro**

En el primer encuentro individual de Victoria con la profesora investigadora se llegó a una cuerdo sobre cómo serían nuestras clases en el sitio CIAMATE. Según lo acordado:

- en cada encuentro veríamos programas diferentes, empezando siempre por los más fáciles, pasando por los de nivel medio y llegando a los más complejos;
- Victoria tendría a disposición lápiz y papel y algunos materiales para contar (palillos o granos) para poder realizar los cálculos;
- las situaciones-problema se leerían en voz alta;
- Victoria debía explicar la estrategia utilizada para llegar a la respuesta de la situación-problema;
- al final de la solución de cada problema, la profesora investigadora le pediría a Victoria que contase cómo descubrió la respuesta (marque, dibuje, escriba con números, como prefieras, qué ha pasado con...).

El primer encuentro inició trabajando los distintos significados de los conceptos de sumar, juntar y añadir usando los diferentes tipos de problemas de estructura aditiva, tal como lo sugiere Vergnaud (1991). Inicialmente se trabajaron los de la primera categoría, sobre la composición de dos medidas para resultar en otra medida. También se explicaron problemas de la segunda categoría, que traen una transformación sobre un estado inicial resultando en un estado final. En un nivel creciente de complejidad, se fueron trabajando las diferentes situaciones-problema de las categorías III, IV, V y VI de la estructura aditiva.

Se inició con la resolución del problema presentado en la Figura 37 de transformación positiva sobre el estado inicial:

Traducción de la situación-problema:

1) En una escuela estudian 213 alumnos por la mañana y 185 por la tarde. ¿Cuál es el total de alumnos de la escuela?

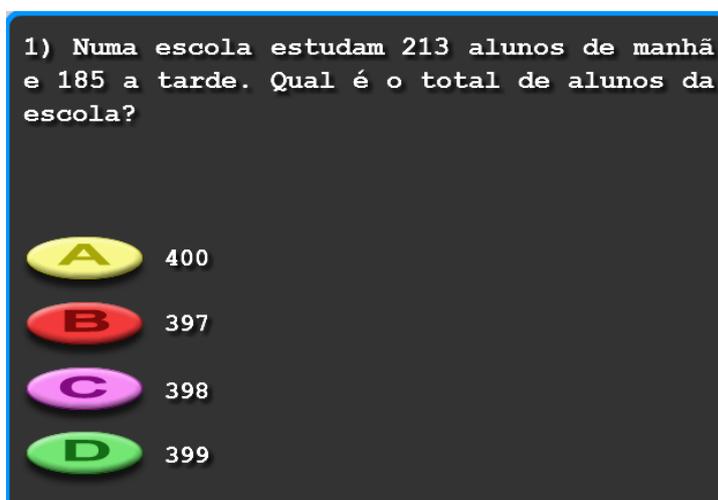


Figura 37- Situación-problema de transformación positiva sobre el estado inicial.

Se presenta a continuación, en la Tabla 15, el diálogo de la investigadora con la alumna:

<b>Investigadora</b>	<b>Alumna Victoria</b>
Vamos a empezar.	Lee la situación-problema y se queda pensando durante algún tiempo. Responde “398”
Señale la alternativa correcta.	“Es la letra c”
Los valores de los números son altos y no has necesitado lápiz y papel para hacer el cálculo. ¿Cómo sabes que son 398?	“Lo he hecho mentalmente.”
¿Será realmente esta la operación? ¿Cómo lo has hecho?	“Fácil! Porque yo junto primero $200+100 = 300$ , después $10 + 80 = 90$ y por último $3+5 = 8$ Después junto $300+90 +8 = 398$ ”
Pinche en la respuesta 398 para confirmar.	Victoria pincha en la respuesta y sonrío satisfecha por la confirmación de la respuesta correcta.
Muy bien, Victoria.	“Me está empezando a gustar hacer problemas en el ordenador”.

Tabla 15 – Diálogo de la investigadora con la alumna en la resolución del problema de adición.

Los tipos de problemas de adición que suponen la idea de juntar, en que el alumno “junta” dos cantidades, y la idea de añadir, en que una cantidad es añadida a otra, con números de tres dígitos, no ofreció dificultad para la alumna Victoria que resolvió el problema realizando un cálculo mental. Y así, diversas situaciones-problema de ese tipo fueron resueltas por Victoria con éxito, usando lápiz y papel sólo para realizar cálculos cuando las cifras eran de más de tres dígitos.

En la resolución de problemas utilizando la operación de sustracción, una de las situaciones trabajada fue la que se presenta en la Figura 38:

Traducción de la situación-problema:

- 9) Luis tiene 13 años. Su padre tiene 32. ¿Qué edad tenía el padre cuando nació Luis?  
b) ¿Qué edad tundra Luis cuando su padre cumpla 75 años?

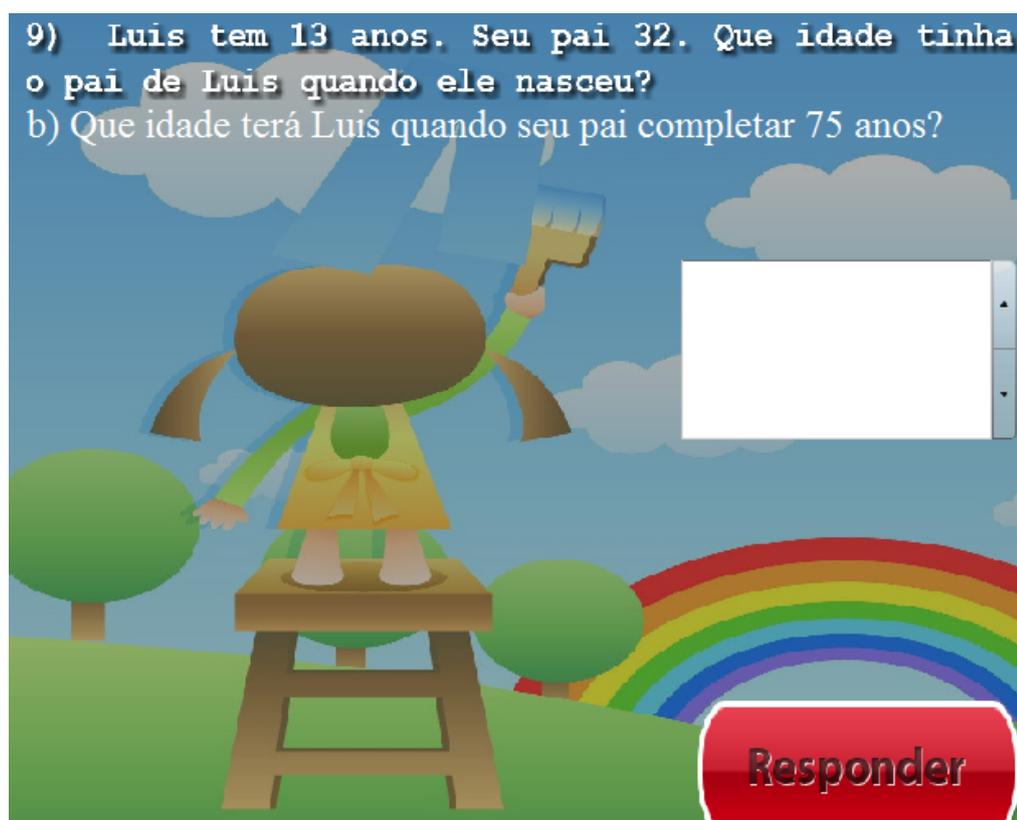


Figura 38- Situación-problema utilizando la operación de sustracción.

Si la adición fue una operación bastante simple para Victoria, los problemas en que tenía que utilizar la sustracción fueron más desafiantes “comprobando las investigaciones de Piaget de que el raciocinio de los niños se concentra en aspectos positivos de la acción, percepción y cognición y los aspectos negativos, como inverso y recíproco, requieren un tiempo mayor para ser construidos” (Toledo, 1997 p. 109).

Las situaciones-problema trabajadas en la sustracción enfatizaron los conceptos en los que es necesario quitar, comparar, completar. En el ejemplo presentado en la Figura 2, la idea de comparar está presente en la situación en la que se confrontan dos cantidades independientes como: “Luis tiene 13 años. Su padre tiene 32”. ¿Qué edad tenía el padre cuando nació Luis? ¿Qué edad tendrá Luis cuando su padre cumpla 75 años?

El diálogo entra la investigadora y la alumna en la resolución del problema de sustracción se presenta a continuación en la Tabla 16:

<b>Investigadora</b>	<b>Alumna Victoria</b>
¿Sabes hacerlo?	“No sé, no lo he entendido.”
¿Cuál es la pregunta del problema?	Repite la lectura del problema: el padre es más viejo.
¿Cuántos años es más viejo?	Victoria empieza a contar con los dedos; “13, 14, 15,...32 y responde 19.”
¿Cuál es la cuenta que has hecho para llegar a 19?	“He contado cuánto daba de 13 a 32.”
¿La cuenta que has hecho es de sumar o de restar?	Fui sumando 1 de 13 a 32.
¿Es posible llegar a 19 haciendo una cuenta de restar?	Victoria piensa! Coge el lápiz y papel. Piensa (será que 32-13 es 19?). Hace la cuenta y le pregunta a la investigadora: “tiene que pedir prestado, no?” Encuentra el resultado 19 y dice: “se puede calcular restando.”
¿Vamos ahora a encontrar la solución para la otra pregunta?	“Sí.” Lee y dice: “el primero es de restar 32-13, pero la segunda pregunta es más difícil... será también restar 13 años de 75?”
El padre tiene ahora 32 y no 75.	....
Haz la cuenta para ver cuánto da.	Escribe $75 - 13 = 62$
Lee el problema otra vez.	“No, es mucho!” Borra. Se queda pensando. Lee nuevamente el problema.
¿Cuánto falta para que el padre tenga 75 años?	Victoria hace 75-32 y responde: “faltan 43.”
¿Y esa respuesta sirve para algo?	“Luis tendrá 43 años?”
¿Seguro?	“No”
¿No faltará ese mismo tiempo para Luis?	“Ah! Ahora sé! Sumando 43 y 13. Ah! pensé que era sólo cuenta de restar.” Y hace: $43 + 13 = 56$
¿No se puede calcular restando?	Piensa un poco. Hace el cálculo $75 - 19 = 56$ Victoria escribe la respuesta. Recibe la confirmación de que la respuesta está correcta.
¿Ya habías resuelto problemas semejantes a éste?	“Sólo cuando trae el año en que la persona nació. Así, sin fecha, no.”

Tabla 16 - Diálogo entre la investigadora y la alumna en la resolución del problema de sustracción.

Victoria se mostró capaz de resolver diversos problemas en los que la situación era de “restar”, es decir, de realizar una acción que modifica la situación original. Pero tenía dificultad para resolver la situación en la que era necesario encontrar la diferencia entre dos estados. La situación presentada indicaba que debíamos encontrar la diferencia entre la edad

de Luis y la de su padre. Victoria lo resolvió de una manera diferente: indicó cuál de los dos tenía más edad y lo resolvió contando de 13 hasta 32, y no realizando la sustracción de la edad actual de Luis en relación con la de su padre. Esto lo explica Vergnaud (1983, 1984), que ilustra: “Si se piensa en la sustracción como una disminución de una cantidad, es comprensible que los alumnos tengan dificultad en extender el significado de esa operación a situaciones en las que la transformación es, en realidad, un aumento, o a situaciones en las que hay que buscar una diferencia entre estados, o una diferencia entre transformaciones” (Vergnaud, 1984).

La segunda pregunta del problema fue más difícil para Victoria, según se puede observar en el diálogo de la Figura 2. La investigadora tuvo que intervenir a través de preguntas para ayudarlo a encontrar la solución. Las situaciones referentes al tiempo y al futuro y a la idea de que un aumento puede ser calculado restando, no eran claros para la alumna. Por lo tanto, fue necesario trabajar un número mayor de veces en el sitio CIAMATE los diferentes casos de la sustracción.

En la resolución de problemas que implican la Composición de dos Relaciones Estáticas, se trabajó la situación presentada en la Figura 39.

Traducción de la situación-problema:

5) Roberto tiene 27 cromos más que Susana. Susana tiene 13 cromos menos que Carlos. Carlos tiene 123 cromos. ¿Cuántos cromos tiene Roberto?

5) Roberto tem 27 figurinhas a mais que Susana. Susana tem 13 figurinhas a menos que Carlos. Carlos tem 123 figurinhas. Quantas figurinhas tem Roberto?

137

Responder

Figura 39 - Situación-problema que implica la Composición de dos Relaciones Estáticas.

La situación propuesta en la Figura 39 permitió emplear varios conocimientos sobre las estructuras aditivas. Es un tipo de situación-problema que exige atención y ofrece una resistencia suficiente para llevar al alumno a hacer cuestionamientos y reflexiones, exigiendo pensamiento crítico y reflexivo.

En un primer momento, Victoria presentó dificultad en establecer las comparaciones en la situación presentada. Pero, después de esquematizar una figura junto con la investigadora para ayudarle en la resolución, la alumna consiguió establecer las relaciones necesarias para la correcta solución de la situación presentada. De cierto modo, ella se confundió en las comparaciones y en los términos “más que” y “menos que”, pues no reconocía las operaciones que tenía que aplicar.

### 5.4.3 Segundo Encuentro

En el segundo encuentro se trabajaron los programas que abordaban los conceptos de la estructura multiplicativa. En la multiplicación, inicialmente se explotaron ideas básicas de sumar parcelas iguales, de formación de grupos con el mismo número de elementos, proporcionalidad, combinatoria, etc. Según Toledo (1997), la división está relacionada a la sustracción y, en realidad, es una sustracción reiterada de parcelas iguales. En las situaciones en las que era necesaria la operación de división, se explotaron inicialmente las ideas de repartir igualmente y la de medir.

Entre los innumerables problemas resueltos por la alumna, se presenta en la Figura 40 una situación que implica dos operaciones: la multiplicación con la suma o sustracción.

Traducción de la situación-problema:

13) Un depósito de agua contiene 8665 litros. Los bomberos sacan 18 toneles, cada uno con 176 litros. ¿Cuánta agua queda en el depósito?

Tape bien las cajas de agua

13) Um reservatório de água contém 8665 litros. Dele os bombeiros vão tirar 18 tonéis, cada um com 176 litros. Quanta água vai ficar no reservatório?

5497

Tampe bem as caixas com água.

Responder

Figura 40 - Situación-problema con operaciones de multiplicación y sustracción.

En el diálogo de la investigadora con la alumna, se observaron algunos aspectos incorrectos de la estructura operatoria del alumno, a través de las lecturas y de registros de situaciones o de acciones que tuvieron lugar durante el proceso de resolución de esta situación-problema de la estructura multiplicativa.

En la Tabla 17, se presenta el diálogo entre y la investigadora y la alumna Victoria, donde se pueden observar los aspectos incorrectos.

Investigadora	Alumna Victoria
	Lee la situación-problema en voz alta y piensa.
¿Qué tienes que hacer?	Lee nuevamente. “Si hay que dividir, yo no lo sé hacer. Yo no aprendí a hacer cuentas de dividir con tres números. No lo sé hacer!”
Vamos a ver un ejemplo. Tengo 3 cajitas, cada una con 4 caramelos. ¿Qué tienes que hacer para descubrir el total de caramelos? Vamos a pensar un poco más y vamos a leer de nuevo!	Multiplica $3 \times 4 = 12$ . “Ah! Entonces se multiplica 176 por 18.”
¿Qué vas a saber haciendo eso?	“Voy a saber los litros de los toneles.”
¿Cuántos son?	La alumna coge el lápiz y el papel y hace $176 \times 18 = 3168$

Y ahora que ya sabes el total de litros que se han sacado, ¿tenemos que hacer algo más o el problema acaba ahí?	“Ahora hay que dividirlo entre todo lo que sacan.”
¿Por qué hay que dividir?	“Ah!... Me he equivocado, hay que restar! Es que esos problemas así, casi nunca son de restar, son de dividir...”
Entonces, resta.	Victoria hace $8665 - 3168 = 5497$
Escriba la respuesta.	Victoria escribe la respuesta y recibe la confirmación de respuesta correcta!

Tabla 17- Diálogo de la investigadora con la alumna en la resolución de problema con operaciones de multiplicación y sustracción.

En algunas respuestas de Victoria, se observa que renuncia a sus propias posibilidades de pensar y responder las soluciones correctas por limitarse a ciertas claves lingüísticas que aparecen seguidamente en los modelos de problemas presentados en los libros didácticos utilizados en la escuela.

En la vida cotidiana son muchas y variadas las situaciones-problema presentadas y, en lo que se refiere a esa multiplicidad, Zunino (1995, p.115) recomienda que “es importante que se le ofrezca al niño una amplia variedad de situaciones en vez de limitarse a presentarle situaciones específicas que parecen haber sido fabricadas en serie, utilizando de forma reiterada el mismo modelo”.

Así, se pudo observar que Victoria resolvió problemas que implicaban la misma operación usando estrategias diferentes. La alumna elaboró buenos procedimientos, sin embargo en muchas ocasiones no encontraba la correcta representación que correspondía al procedimiento. Los ejercicios realizados en la forma de cuentas descontextualizadas no dan garantía de su utilización operacional en las situaciones-problema requeridas.

#### 5.4.4 Tercer Encuentro

Las actividades de intervención propuestas en el tercero y en el cuarto encuentro fueron experiencias de trabajo con la utilización del Lenguaje Logo de Programación, por medio del software XLOGO, integrado a los contenidos de las áreas del conocimiento de la estructura aditiva y multiplicativa.

El Lenguaje LOGO fue desarrollado en 1968 por Seymour Papert y se caracteriza como un lenguaje de programación que le posibilita al niño dar instrucciones al ordenador para que ejecute las acciones determinadas por él. El objetivo de Papert al crear el lenguaje

LOGO fue darles a los niños la oportunidad de aprender a programar con placer y así potenciar el aprendizaje (Papert, 1988).

En LOGO, básicamente, se puede trabajar de dos maneras:

- Modo directo o pilotaje: la tortuga ejecuta inmediatamente cada instrucción que se teclea en el ordenador.
- Modo programa: consiste en extender el vocabulario de la tortuga. Se pueden obtener nuevos comandos, a través del comando APRENDA, con ejecución análoga a los comandos primitivos. Esos procedimientos o programas se pueden archivar y, posteriormente, recuperar.

Las actividades de intervención propuestas para el tercer encuentro fueron en el modo pilotaje y se le presentaron a la alumna los comandos básicos del lenguaje para realizar actividades dentro de un nivel apropiado de dificultad. Ese encuentro inició enseñando cómo se mueve la tortuga y se explotaron propiedades esenciales como la posición y orientación. Según Papert (1988, p.78), el lenguaje de la tortuga tiene propiedades muy importantes, tales como la de orientación y de posición. Una tortuga está en algún lugar, o sea, tiene una posición, pero, además, está orientada para alguna dirección. En eso, la tortuga se parece a los movimientos de una persona y esas semejanzas sirven como una primera representación de la matemática formal para el niño. Los niños se pueden identificar con la tortuga y, en el proceso de geometría formal, son capaces de usar el conocimiento sobre su cuerpo y sobre cómo se mueve.

Victoria tuvo la oportunidad de explotar los números tecleados como medida de ángulo, en grados, y pudo usar el conocimiento sobre su cuerpo y sobre cómo se mueve y lo hizo en un proceso lleno de placer y diversión. Los comandos trabajados inicialmente fueron:

**PF** - Hace que la tortuga avance el número de pasos de tortuga indicados por un número.

**PT** – Hace que la tortuga retroceda.

**PD** - La tortuga gira para la derecha tantos grados cuanto se indique.

**PE** - La tortuga gira para la izquierda tantos grados cuanto se indique.

**LD** - Limpia los dibujos de la pantalla y empieza de nuevo con la tortuga en el centro de la pantalla.

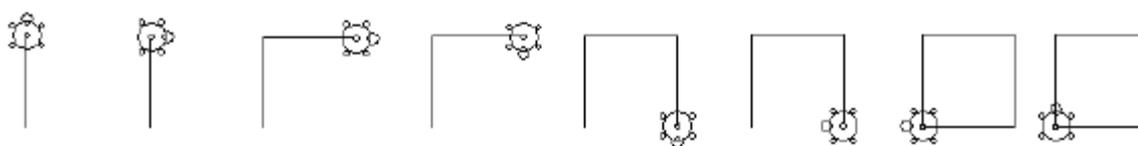
**UB** - Comando use goma, la tortuga se desplaza borrando todo lo que hay por donde pasa.

Victoria se quedó encantada y entró en un mundo de explotación pasando a enseñarle a la tortuga a dar sus primeros pasos. Y al enseñarle al ordenador a “pensar”, embarcó en una reflexión sobre su manera de pensar.

Después de dominar los comandos básicos, la alumna realizó varias actividades propuestas en el manual de tareas disponible en el sitio CIAMATE en un nivel de exigencia mayor para la reflexión. Se presenta a continuación un ejemplo de tarea propuesta para la alumna:

- a) Dibuje un cuadrado con 100 pasos de tortuga de lado y pinte su interior de rojo.

Para hacer que la tortuga dibuje un cuadrado, el niño debe andar sobre un cuadrado imaginario y describir lo que está haciendo, usando el lenguaje de la tortuga y esto moviliza la experiencia de la “geometría del cuerpo”, punto de partida para el desarrollo de conexiones con la geometría formal. Enseguida, Victoria pasó a enseñarle a la tortuga a dibujar el cuadrado y propuso la siguiente solución:



(1)pf 100 (2)pd 90 (3)pf 100 (4)pd 90 (5)pf 100 (6)pd 90 (7)pf 100 (8)pd 90

Se puede investigar y trabajar mucha matemática con la alumna. Los errores de construcción permitieron que se trabajasen posibles caminos para el acierto. En (1), quien comanda la tortuga puede relacionar la distancia de 100 pasos de tortuga con las dimensiones de la pantalla; en (2), se puede descubrir el ángulo recto; en (5), hay que coordinar 2 referenciales: el propio y el de la tortuga: el giro debe ser para la derecha (de la tortuga) que es para nuestra izquierda. La tortuga va trazando una raya al andar, pero se puede desplazar sin rayar o borrando. Los colores del fondo, los colores de la raya que va trazando se pueden alterar. En (8) se pueden trabajar los conceptos de multiplicación como “adición de parcelas iguales”, la noción de proporcionalidad y de perímetro.

- a) ¿Cuál es el total de pasos de tortuga usados en el dibujo del cuadrado con 100 pasos de lado?

Victoria propone como solución la multiplicación  $4 \times 100 = 400$  en lugar de realizar la adición de parcelas iguales  $100+100+100+100=400$ . La investigadora aprovechó la

oportunidad para rever el concepto de perímetro. Victoria aún no sabía que perímetro era la suma de los lados de una figura.

El trabajo con la tortuga le permitió a Victoria, también, la construcción de modelos intuitivos específicos para conceptos matemáticos más complejos (concepto de ángulo), que la mayoría de los niños creen que son difíciles. El uso de números para medir ángulos es un ejemplo simple. En el contexto de la tortuga, Victoria adquirió la noción de ángulo recto y, de ese modo, la adquirió casi inconscientemente. Victoria salió con una idea mucho mejor con respecto a qué significa 45 grados, 90 grados o 360 grados y preparada para recibir otros conceptos formales.

#### 5.4.5 Cuarto Encuentro

En el cuarto encuentro se dio continuidad a las tareas con el lenguaje LOGO. Se trabajó con Modo programa, o sea se extendió el vocabulario de la tortuga. La misma situación trabajada en el encuentro anterior se realizó nuevamente a través del comando APRENDA, que se puede archivar y, posteriormente, recuperar.

La situación-problema “dibuje un cuadrado con 100 pasos de tortuga de lado y pinte su interior de rojo” fue solucionada por Victoria de la siguiente forma:

```
Aprenda cuadrado
repita 4 [pf 100 pd 90]
un pd 45 pf 1 ul pinte
fin
```

Después del completo dominio del procedimiento “aprenda”, se realizaron en el sitio CIAMATE las actividades propuestas que trabajaban este tipo de procedimiento.

Los encuentros trabajados con el lenguaje Logo fueron estimulantes para la alumna que pudo practicar construcciones geométricas aplicadas a situaciones-problemas de forma dinámica y significativa, según se puede percibir en la motivación de la afirmación de la alumna:

¡Ah! Me ha gustado mucho estudiar Matemáticas con la tortuga. ¿Me puedo llevar la tortuga para el ordenador de mi casa? Quiero aprender qué tengo que hacer para que ande en círculos y para dibujar una casa (Palabras de Victoria en 08/08/2009).

Según Papert (1988), lo que el niño aprende porque lo ha hecho él mismo, después de haberlo trabajado, investigado y descubierto por sí mismo, además de contribuir para el desarrollo de sus estructuras cognitivas, se reviste de un significado especial, que le ayuda a retener y transferir con mucho más facilidad lo que ha aprendido.

En el ambiente LOGO, la matemática es una actividad real que puede ser compartida por novatos y entendidos. La actividad es tan variada, tan rica en descubrimientos, que, aun con pocos encuentros de programación, la alumna Victoria pudo hacer algo nuevo y significativo, relacionando posiciones, distancias, ángulos, operaciones, etc. El proceso de resolver problemas con la tortuga propició, como subproducto, la descripción de las ideas de Victoria usadas en la resolución. Las acciones de jugar de tortuga, ponerse en su lugar, recorrer figuras geométricas imitándola, llevó la alumna a explicitar de forma inconsciente cómo se desplaza en el espacio.

#### **5.4.6 Quinto Encuentro**

En el quinto encuentro se trabajaron dos actividades de intervención con la alumna Victoria. En primer lugar, se realizó un paseo por los juegos y, en segundo, se realizaron tareas en los objetos de aprendizaje disponibles en el sitio CIAMATE. Victoria escogió, para empezar, el rompecabezas chino Tangram. La investigadora le explicó a Victoria que el Tangram está formado por siete piezas con formas geométricas, resultantes de la descomposición de un cuadrado.

La filosofía del Tangram, según Toledo (1997, p.187), es que un todo es divisible en partes, las cuales se pueden reorganizar en otro todo. La idea del juego es reproducir figuras presentadas en silueta, utilizando la totalidad de las siete piezas sin que haya superposición de ninguna de ellas. La investigadora le sugirió a la alumna que, a partir de una figura determinada, montase la imagen sugerida en el Tangram virtual. En la Figura 41 se presentan algunas de las producciones realizadas por la alumna Victoria:

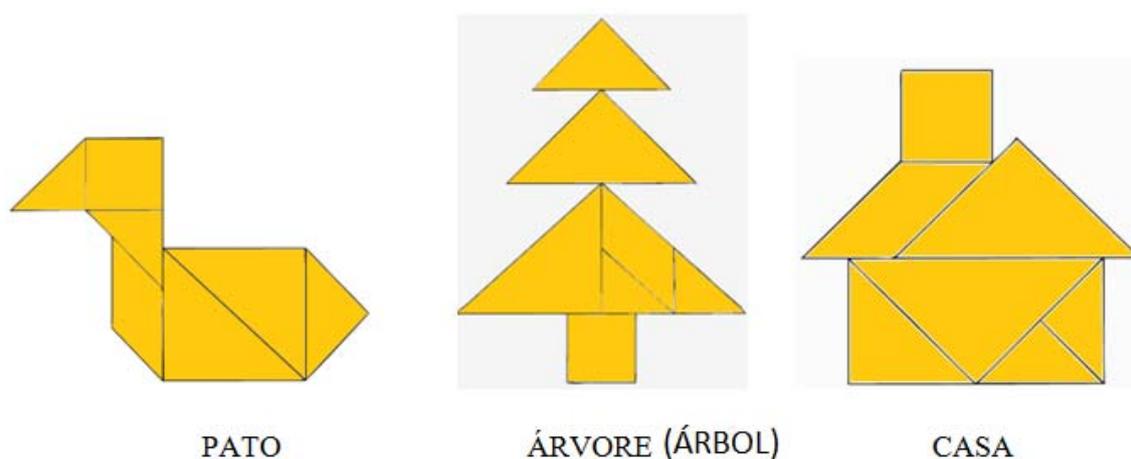


Figura 41 - Algunas producciones de la alumna de la entrevista individual.

Muchas fueron las figuras que se pudieron construir con la alumna Victoria, que rápidamente iba aprendiendo con sus propios errores y abarcando varios conceptos matemáticos introducidos y abordados casi inconscientemente, tales como: comparar, clasificar, identificar, dibujar, visualizar y representar figuras planas, trabajar transformaciones geométricas a través de descomposición y composición de figuras, comprender las propiedades de las figuras geométricas planas, resolver problemas, representar usando modelos geométricos y desarrollar nociones de áreas y de fracciones.

En la segunda actividad realizada con la alumna, se utilizó el objeto de aprendizaje reloj analógico y digital que tenía el objetivo de establecer relaciones entre unidades de tiempo. Por medio de tal descriptor, la investigadora pudo explotar, de manera no formal los conceptos de continuidad y discontinuidad y las habilidades de la alumna para utilizar medidas de tiempo realizando conversiones simples, como, por ejemplo, de horas para minutos y de minutos para segundos.

En la Figura 42 se presenta el objeto de aprendizaje utilizado para realizar actividades de intervención con la alumna.

Traducción de la situación-problema:

Poner el reloj en las 14:11



Figura 42 - Objeto de aprendizaje reloj analógico y digital.

Se trabajaron varios conceptos con la alumna y con esos conceptos en mente, Victoria pudo desarrollar una infinidad de habilidades y esquemas que sirvieron de prerrequisitos para otras áreas de conocimiento, como: visualización, diferenciación, percepción espacial, análisis, síntesis, dibujo, relación espacial, escrita, construcción, creatividad y raciocinio lógico.

Los esquemas desarrollados por la alumna a través de las actividades de intervención organizadas y desarrolladas en las diferentes clases de situaciones son, según Vergnaud (2003), una totalidad dinámica funcional, una organización invariante de la conducta, en una cierta clase de situaciones. Esa organización, para Victoria, comportó objetivos y esperas, reglas de acción, toma de información y de control y fue estructurada por invariantes operatorios, es decir, conocimientos adecuados para seleccionar la información y procesarla (conceptos-en-acto y teoremas-en-acto). Las posibilidades de inferencia de Victoria en el sitio CIAMATE también fueron parte integrante de los esquemas de la alumna, pues siempre hay una cierta adaptación del comportamiento a las variables de la situación; eso excluye la idea de que puedan haber ocurrido comportamientos automáticos y si los conocimientos de la alumna se modificaron, fue, sobre todo, porque enfrentó situaciones cada vez más complejas.

El ambiente de aprendizaje de las clases de la alumna Victoria usando el sitio CIAMATE fue agradable y libre de tensión. La sala de informática se volvió menos amenazadora que el aula de las clases y más estimulante para la explotación. La estimulación multisensorial, visual, auditiva, táctil-sinestésica fue importante para el desarrollo de la alumna, pues el hecho de actuar, explotar y manipular de forma activa contribuyó de manera positiva en su aprendizaje.

El modelo de aprendizaje que fundamenta las necesidades de nuestro tiempo ya no es el modelo tradicional que cree que el alumno debe recibir informaciones y tiene como única tarea repetirlas integralmente. La promoción del aprendizaje significativo se fundamenta en un modelo dinámico, en el que se tiene en cuenta al alumno, con todos sus saberes e interconexiones mentales (Santos, 2010).

En el desarrollo de las actividades, la investigadora dio una acción correcta de solución, factor que debe haber contribuido para la evolución positiva de la dimensión racional de la alumna, que siempre demostró interés y entusiasmo en la realización de las actividades sugeridas.

#### **5.4.7 Resultado de la Evaluación Cualitativa**

La utilización de las tecnologías en el ambiente escolar contribuye al aumento de la motivación para aprender, pues las mismas ejercen una especie de fascinación en los alumnos. Se observó esa motivación en el comportamiento, en las actitudes, en las palabras utilizadas y en la evaluación escrita por la alumna Victoria con relación al análisis de los atributos del sitio CIAMATE, de los aprendizajes ocurridos y de las dificultades encontradas.

El texto presentado a continuación es una transcripción de parte de la evaluación cualitativa de la alumna de este estudio individual. (Los escritos de la alumna se encuentran en el anexo C de esta tesis)

Se le hicieron las siguientes preguntas a la alumna:

1) ¿Crees que has aprendido más haciendo las tareas en el ordenador?

Respuesta de la alumna: *Sí, porque es una manera más fácil de aprender a través del ordenador.*

2) ¿Te gustan más las matemáticas después de realizar las tareas en el ordenador?

Respuesta de la alumna: *No me gustaba resolver problemas en el cuaderno. Ahora empecé a realizar las tareas en el ordenador y pasaron a gustarme más las matemáticas.*

#### 5.4.8 Resultados del pretest y postest del estudio individual

El estudio individual del estudiante presentó desempeño bastante expresivo. La media del pretest fue 5,5 y del postest 8,0 presentando un avance del 25% en el desempeño de la alumna. La Tabla 18, presenta los resultados del estudio individual:

Pretest	Postest
5.5	8

Tabla 18 - Resultado de las pruebas del estudio individual.

La escuela de la alumna Victoria emitió un parecer sobre el desempeño de la alumna después de los trabajos desarrollados en el sitio CIAMATE. (En el apéndice C se encuentra la declaración emitida por la supervisora de la escuela).

Las evidencias de aprendizaje se caracterizan por lo que de hecho aprendió el alumno, o sea, lo que comprendió y lo que éste es capaz de traducir para otra persona con sus palabras.

Así, Victoria demostró, en muchos momentos evidencia de aprendizaje significativo, pues era capaz de hablar sobre la resolución de determinadas situaciones-problema con claridad en los cálculos, siendo capaz de correlacionarlas en las variadas situaciones propuestas por el sitio CIAMATE.

### 5.5 ANÁLISIS DEL GRUPO 8 DE LA ESCUELA D

El quinto estudio realizado (Bona & Moreira, 2010) tuvo inicio en el mes de abril y acabó al final de julio de 2010, en una escuela municipal, con la participación de 26 alumnos del quinto año. La escuela **D** presentó en 2007 una nota de 3,7 para el Índice de Desarrollo de la Educación Básica en los años iniciales (IDEB), un valor inferior a la media de Brasil (4,3) y a la media del Estado de Río Grande do Sul (4,5).

Para los experimentos de ese grupo, se realizó un estudio del tipo “antes y después” con grupo de control y experimental. Inicialmente, los alumnos del grupo hicieron el pretest con problemas de la Estructura Aditiva y Multiplicativa extraídos de Vergnaud (1991) y, a partir de los resultados del pretest, fueron separados en dos grupos. Los alumnos que no obtuvieron (en el pretest) resultado que indicase dominio de las nociones de situaciones-problema de las

Estructuras Aditiva y Multiplicativa formaron el sub-grupo experimental. Algunos alumnos los indicó el profesor del grupo, por la necesidad de refuerzo en contenidos básicos. Los 10 alumnos restantes, que presentaron dominio en el pretest, formaron parte del grupo de control.

El desarrollo del programa de intervención en el software CIAMATE se inició con la resolución de problemas de Vergnaud (1991) y de nivel de segundo año. Gradualmente, en cada clase, se iba aumentando el grado de dificultad y pasando para niveles superiores. La culminación tuvo lugar con situaciones-problema para el quinto año.

Al mismo tiempo que los 16 alumnos que constituían el grupo experimental realizaban tareas en la sala de informática, auxiliados por la profesora investigadora, el grupo de control compuesto por 10 alumnos se quedaban en la clase con la profesora, realizando tareas de resolución de situación-problema de forma tradicional.

El grupo de control copiaba la situación presentada en la pizarra por el profesor, la resolvían y enseguida se hacía la corrección. Hay que destacar que el grupo de control tuvo 02 encuentros en la sala de informática con la aplicación de “tareas de placebo”. Los dos grupos de control y experimental tuvieron 08 encuentros semanales de 100 minutos cada uno con tareas de intervención. En total, con la fase de recogida de datos, el proyecto tuvo una duración de 12 semanas.

Esa manera de seleccionar los sujetos tuvo como objetivo un control mayor sobre el grupo experimental, pues, para que se pudiesen verificar eventuales avances en el aprendizaje se deberían excluir de la muestra los sujetos que ya presentasen dominio de las nociones estudiadas, así como de las soluciones de los problemas. Otro factor de interferencia en esa forma de selección fue la sala de informática que contaba solamente con ocho ordenadores en condiciones de uso, limitando así el número de alumnos del grupo. Se presentan a continuación los resultados de este grupo:

 *Grupo 08 - Grupo (experimental y control) de quinto año de la enseñanza primaria.*

El grupo 8 de la Escuela **D** tuvo un estudio del tipo “antes y después” con dos grupos, el de control y el experimental que presentaron avances en la resolución de problemas aditivos y multiplicativos en los dos grupos. Los resultados se encuentran en el gráfico 19:

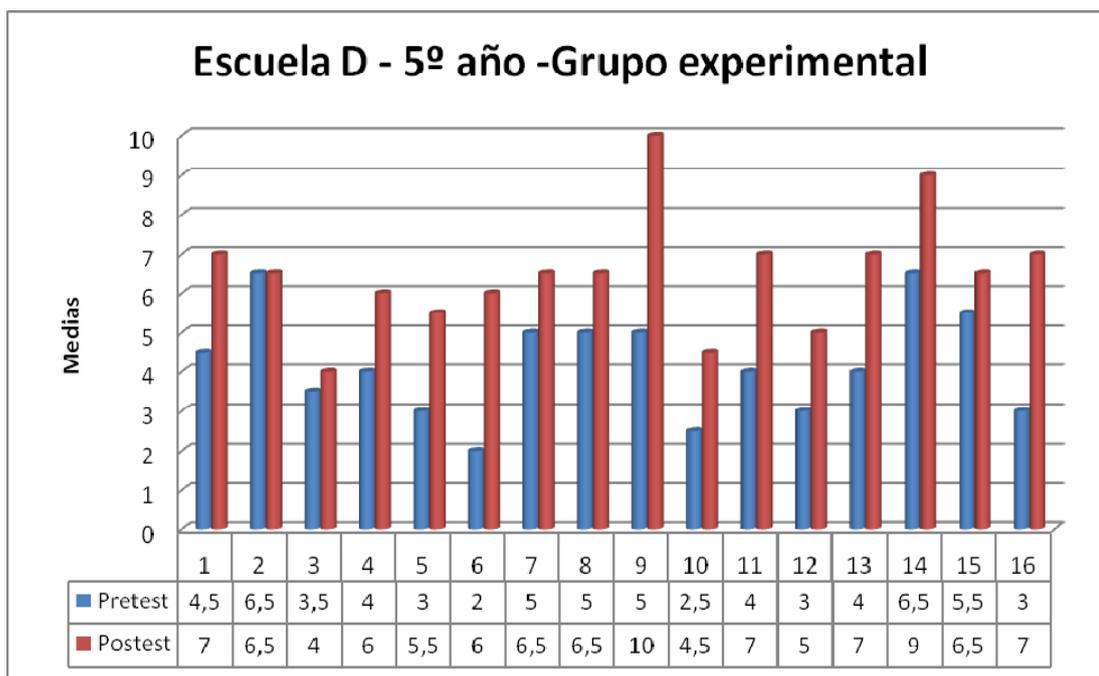


Gráfico 19 - Comparativo entre la nota del pretest y del postest del grupo experimental de 5º año de la escuela D.

El grupo de control de 5º año, compuesto por 10 alumnos, presentó las medias en el pretest y en el postest que se pueden observar en el gráfico 20:

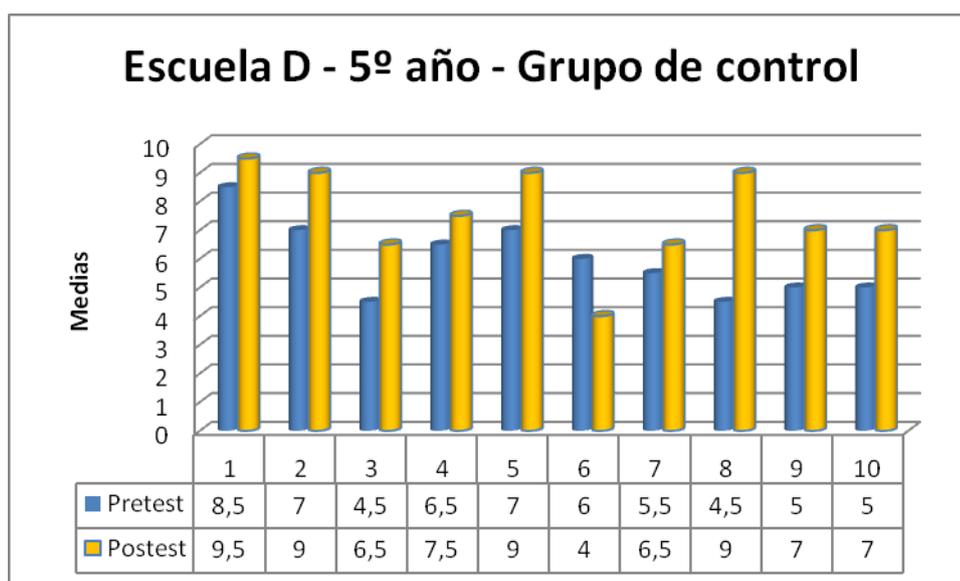


Gráfico 20 - Comparativo entre las notas del pretest y del postest del grupo control de 5º año de la escuela D.

### ✚ Análisis de los resultados del grupo 8

El Grupo 8, constituido por alumnos del 5º año, presentó para el grupo de control una media de 5,9 para el pretest y 7,5 para el postest, presentando un aumento del 16%. Para el grupo experimental, el desempeño de los alumnos fue de una media de 4,2 para el pretest y 6,5 para el postest, presentando un aumento del 23%.

El gráfico 21 presenta las medias del desempeño de los grupos.

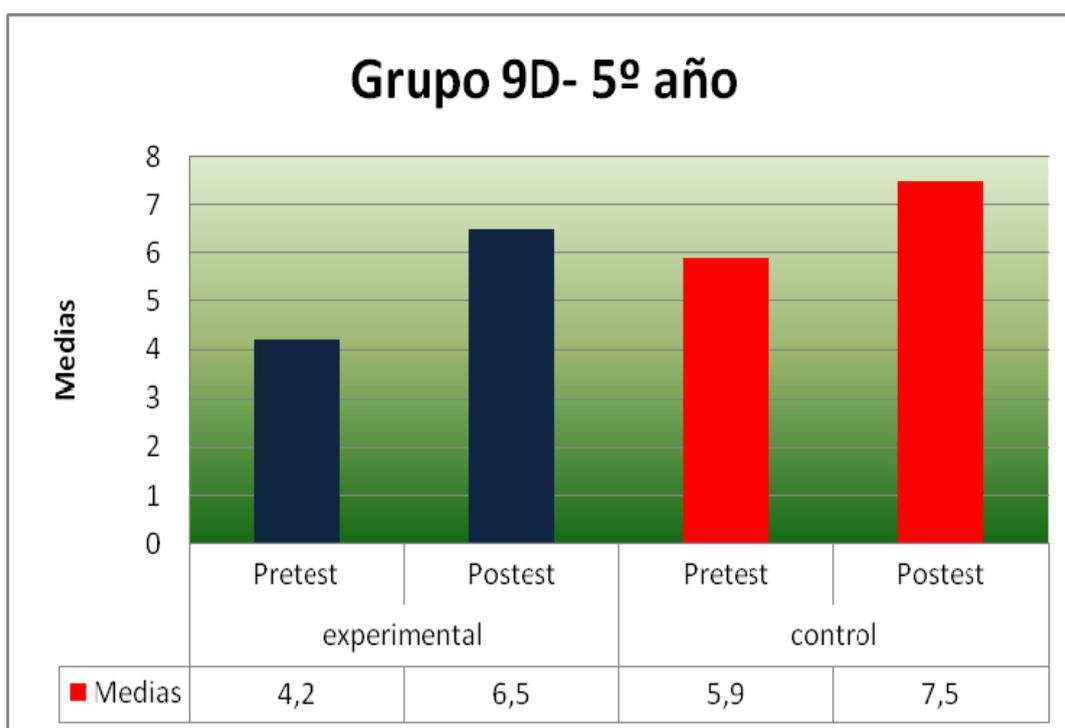


Gráfico 21 - Resultados de las medias de 5º año de la escuela D.

## 5.6 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN CUALITATIVA

Con el propósito de analizar y comprender los impactos y cambios observados así como los significados que los alumnos les atribuyeron a las actividades desarrolladas con el uso del sitio CIAMATE, se utilizó un instrumento de naturaleza cualitativa con preguntas tipo test para las muestras de 2009/2010. (El instrumento de la evaluación cualitativa se encuentra en el apéndice B de esta tesis).

Respondieron al test cualitativo con preguntas tipo test 158 alumnos de las 9 muestras. El test se realizó en los períodos lectivos de 2009 y 2010.

Presentamos a continuación, los resultados de la evaluación cualitativa. Para su representación, se utilizaron números romanos que corresponden a la pregunta representada en el gráfico 22: I - ¿Te ha gustado participar de las actividades de Matemáticas utilizando el ordenador?; II - ¿Has sentido alguna dificultad para resolver los problemas propuestos?; III - ¿Crees que has aprendido más después de resolver las tareas propuestas en el ordenador? ¿Por qué? IV- ¿Te gustan más las Matemáticas después de haber realizado las tareas en el ordenador? ¿Por qué?

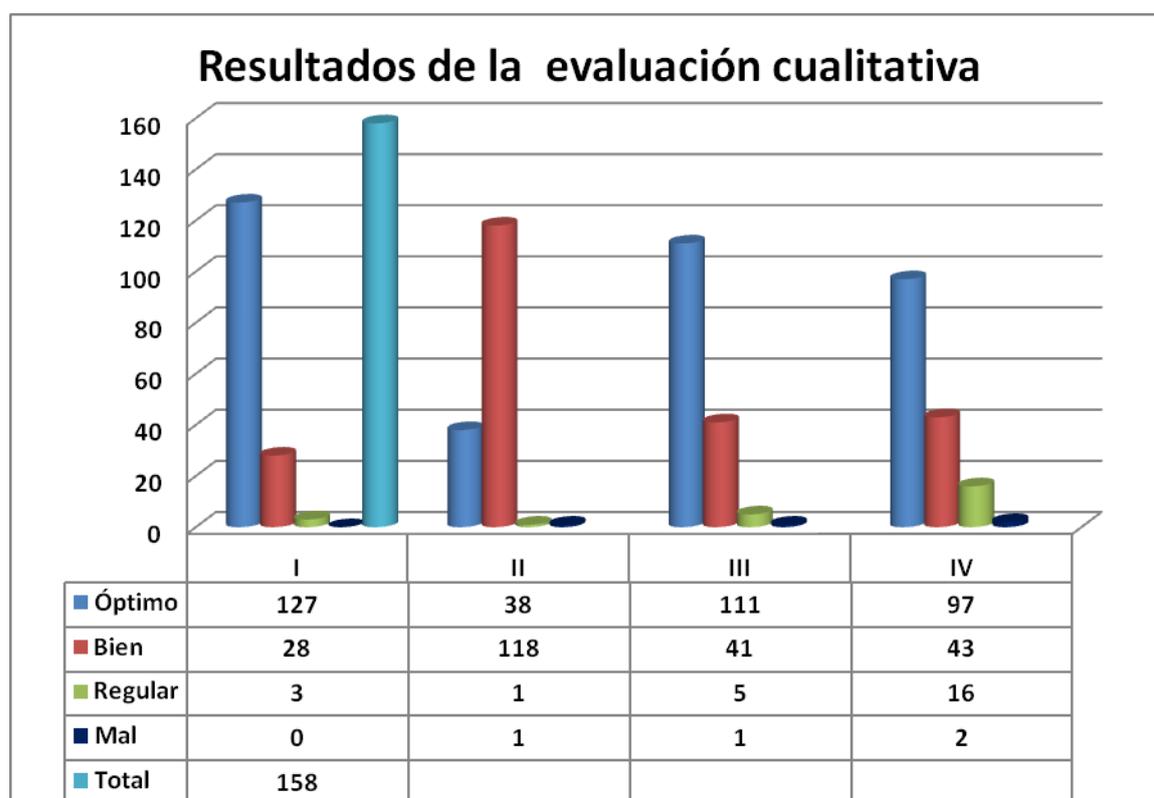


Gráfico 22 - Resultados de la tabulación de las evaluaciones cualitativas.

El análisis de los resultados de la evaluación cualitativa de los alumnos acerca de dificultades y aprendizajes mostró que los alumnos fueron receptivos al trabajo y estuvieron siempre motivados para realizar las tareas. A lo largo del desarrollo de las actividades con el software CIAMATE hubo gran interés y disponibilidad para aprender quedando de manifiesto en qué medida esas tareas de intervención fueron un instrumento pedagógico precioso para favorecer el trabajo cooperativo y colaborativo y estimular la motivación de los alumnos para el aprendizaje. En muchas ocasiones, los estudiantes demostraron en sus manifestaciones orales que era atractivo aprender de una forma nueva, más divertida y con los amigos. Se observó que el trabajo en parejas o en grupos de tres, favorecía comportamientos de

colaboración, compromiso y responsabilidad con las tareas propuestas. Aparecieron en diferentes momentos comportamientos y actitudes de ayuda mutua y estímulos a los compañeros más distraídos llevándolos a participar.

Con el propósito de analizar y comprender los impactos y cambios observados y los significados que los alumnos les atribuyeron a las actividades desarrolladas con el uso del software CIAMATE, los alumnos respondieron a las preguntas III y IV de la evaluación cualitativa en las que se les preguntó si aprendieron más y, si después de realizar las tareas en el software, les gustaban más las Matemáticas. A continuación se mostrarán algunos de estos registros escritos: (Los registros escritos se encuentran en el apéndice D de esta tesis)

### **III - ¿Crees que has aprendido más después de resolver las tareas propuestas en el ordenador? ¿Por qué?**

#### **✚ Transcripción de la respuesta dada por un alumno de 3<sup>er</sup> curso.**

*He aprendido muchas cosas que no sabía. Ha sido muy interesante, he aprendido a hacer muchas cuentas y he aprendido que el ordenador es importante.*

#### **✚ Transcripción de la respuesta dada por un alumno de 4<sup>o</sup> curso.**

*Porque había muchas cosas que yo no sabía y ahora ya sé.*

### **IV - ¿Te gustan más las Matemáticas después de haber realizado las tareas en el ordenador? ¿Por qué?**

#### **✚ Transcripción de la respuesta dada por un alumno de 3<sup>er</sup> año (2<sup>o</sup> curso).**

*Porque me ha enseñado cuentas y problemas, más cosas interesantes.*

#### **✚ Transcripción de la respuesta dada por un alumno de 3<sup>er</sup> curso.**

*Porque ahora yo he visto que es fácil aprender Matemáticas.*

#### **✚ Transcripción de la respuesta dada por un alumno de 4<sup>o</sup> curso.**

*Ahora me gustan las Matemáticas. Es divertido. Antes odiaba las Matemáticas.*

La motivación es uno de los elementos claves para proporcionar una enseñanza aprendizaje y los educadores saben que es importante en la educación y fundamental para el desarrollo del ser humano. Hacer que los niños y adolescentes lo comprendan es tarea difícil, pero no es imposible. Se observó la motivación de los alumnos en la resolución de las tareas del sitio CIAMATE, habiendo un clima amistoso y de cordialidad entre alumnos, investigador y monitores. Los monitores eran alumnas de la facultad de Magisterio que participaron ayudando los alumnos de algunos grupos en el uso del ordenador y en la selección de programas y desarrollo de las tareas. Las clases usando el software fueron agradables y exentas de indisciplina, de falta de interés y de apatía de los estudiantes. Hubo un clima de

aprendizaje y motivación en las clases. Las emociones positivas permitieron el desarrollo pleno de las tareas en un ambiente amistoso y despertaron en los niños el deseo de aprender.

Las fotos de las Figuras 43 y 44 ilustran algunos de esos momentos de los grupos.



Figura 43 - Clases de aplicación del software en la sala de Informática de la escuela.



Figura 44 - Alumnos realizando actividades en el software.

## 5.7 CONCEPTUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS ADITIVAS Y MULTIPLICATIVAS

Este estudio tuvo el objetivo de conocer en qué conceptos de las categorías de situaciones-problema de Vergnaud (1882) los alumnos presentaron mayor dificultad de comprensión conceptual. Se espera ayudarle al profesor en el sentido de disponer conocimientos prácticos para la elaboración de métodos eficaces de enseñanza.

Conocer los tipos de situaciones-problema y las dificultades de comprensión conceptual en la resolución de las diferentes categorías es la clave para enseñar mejor y le posibilitará al profesor la realización de planificaciones e interferencias en el sentido de superar las dificultades con relación al dominio conceptual de la estructuras aditivas y multiplicativas especialmente en el sexto año de la Enseñanza Primaria, en el que el alumno pasa por uno de los momentos críticos de la vida escolar, por las transformaciones que acarrea. Eso se debe a que la enseñanza, que hasta el quinto año es realizada por un único profesor, en el 6º año pasa a ser impartida por especialistas en las diferentes asignaturas. Este hecho contribuye para que el alumno presente ciertas dificultades de adaptación que se reflejan generalmente en este año de enseñanza. Si el profesor trabaja en el sentido de intentar superar la dificultad de comprensión conceptual en el 5º año, esto favorecerá su desempeño y adaptación en el 6º año.

Ante la variedad de problemas aditivos y multiplicativos citados por Vergnaud (1982), se presenta en este estudio el porcentaje de respuestas por categoría de problema de estructura aditiva y multiplicativa que generó dificultad de conceptualización para los alumnos del 5º año de la Enseñanza Primaria. Participaron de este estudio 72 alumnos de 3 clases de 5º año. Para obtener esta información, se seleccionaron doce problemas de las pruebas (pretest y postest) y se analizó el número de aciertos por categoría antes y después de la aplicación de las actividades en el sitio CIAMATE. Las situaciones-problema analizadas, las mismas en el pretest y postest, uno de cada categoría de Vergnaud (1982), fueron de tres muestras de alumnos de una escuela pública. Para el cálculo del porcentaje de aciertos se tomaron las respuestas dadas a los 12 problemas que se categorizaron como correctos, atribuyéndoles un punto y, no correctos (equivocados o en blanco), atribuyéndoles cero puntos. Por consiguiente, el número de respuestas correctas varió de cero a doce. La tasa porcentual de aciertos se calculó por medio de la siguiente fórmula:  $(100 * \text{número de aciertos por categoría}) / 12$ .

Los resultados de estos cálculos se encuentran en las Tablas 19 y 20:

<b>CONCEPTUACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE LA ESTRUCTURA ADITIVA</b>				
<b>CATEGORÍA</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>CONCEPTUACIÓN</b>	<b>PRET EST %</b>	<b>POST EST %</b>
1) Composición de medidas (CM)	Luis participó en un campeonato de yudo en la categoría juvenil, pesando 45,350kg. Cinco meses después pesaba 3,150 kg más y tuvo que cambiar de categoría. ¿Cuánto pesaba en ese período?	Trabaja la comprensión de la identidad de un todo mediante diversas composiciones aditivas de sus partes, pudiendo variar la situación diciendo el total y una de las partes y preguntando sobre la otra parte.	75% 9	91,7% 11
2) Transformación de Medidas (TM)	En una partida de video-game, el total de puntos de Luis y Matheus fue de 228. La puntuación de Matheus fue 132. ¿Cuál fue la puntuación de Luis?	Se conoce el estado final y una transformación, y se pide la otra transformación.	58,3% 8	83,3% 10
3) Comparación de dos medidas (CDM)	Carlos tiene una colección de 942 cromos. Luis tiene 431 menos que él. ¿Cuántos cromos tiene Luis?	Trabaja la comparación de dos relaciones dinámicas, donde se da la relación entre dos y sólo se conoce uno.	66,7% 8	91,6% 11
4) Composición de transformaciones (CT)	Matheus tenía R\$ 420,00. Gastó R\$ 90,00 en el mercado, en seguida, gastó R\$ 250,00 más para pagar un plazo. ¿Cuánto sobra de cambio?	Las transformaciones se componen generando otra transformación. Se explota lo que deberá componer una de las transformaciones.	58,3% 7	75% 9
5) Transformaciones de Relaciones (TR)	María inició una partida con 2315 puntos de desventaja. Terminó el juego con 2630 puntos de ventaja. ¿Qué pasó durante el juego?	Una transformación opera una relación, generando otra relación (o estado relativo).	33,3% 4	41,6% 5
6) Composición de Relaciones Estáticas (CR)	Roberto tiene 27 cromos más que Susana. Susana tiene 13 cromos menos que Carlos. Carlos tiene 42 cromos. ¿Cuántos cromos tiene Roberto más que Carlos?	Dos relaciones (o estados relativos) se componen para dar lugar a un estado relativo.	25% 3	41,6% 5

Tabla 19- Porcentaje de respuestas correctas por problema de la estructura Aditiva.

<b>CONCEPTUACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE LA ESTRUCTURA MULTIPLICATIVA</b>				
<b>CATEGORÍA</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>CONCEPTO</b>		
1) Isomorfismo de medidas para multiplicación <b>(IM)</b>	Tengo que tomar 4 comprimidos al día, durante 5 días. ¿Cuántos comprimidos tengo que comprar?	Trabaja una proporción directa simple de dos variables, una con relación a la otra.	66,7% 8	91,6% 11
2) División partición <b>(DP)</b>	Una cocinera preparó 558 panecillos que fueron distribuidos igualmente en 18 cestas. ¿Cuántos panecillos hay en cada cesta?	Trabaja el concepto de repartición equitativa. Un objeto, o colección de objetos, es repartido en un número de fragmentos equivalentes.	50,0% 6	83,3% 8
3) División cuota <b>(DC)</b>	Marta tiene R\$ 24,00 para comprar bombones. Pagó R\$ 8,00 por cada caja. ¿Cuántas cajas de bombones puede comprar?	Trabaja cuántas veces una cantidad está contenida en otra.	41,7% 5	58,3% 7
4) Cuarta proporcional <b>(CP)</b>	El precio de 7 coches de juguete iguales es R\$ 84,00. ¿Cuál es el precio de cada uno? ¿Cuál es el precio de 3 coches?	Trabaja las relaciones cuaternarias con cantidades diferentes y que pueden ser tomadas como términos de una relación de proporcionalidad.	33,3% 4	50,0% 6
5) Disposición rectangular <b>(DR)</b>	En un pequeño auditorio, las sillas están dispuestas en 9 filas y 8 columnas. ¿Cuántas sillas hay en el auditorio?	Trabaja la percepción del espacio y el análisis dimensional o producto de medidas.	41,7% 5	66,7% 8
6) Producto de medidas o combinatoria <b>(PMC)</b>	Laura tiene 6 fichas: 2 con letras y 4 con números. Va a combinar dos fichas: una con letra y la otra con número en ese orden. ¿Cuántas combinaciones son posibles?	Trabaja la composición cartesiana de dos espacios de medida diferentes, generando un tercero.	25% 3	41,7% 5

Tabla 20 - Porcentaje de respuestas correctas por problema de la estructura multiplicativa

Analizando el porcentaje de estudiantes que acertaron cada uno de los problemas, en general, se observa que en el postest los estudiantes acertaron más que en el pretest. Esa tasa de crecimiento varió conforme las categorías de situaciones-problema. Los problemas de la estructura aditiva que presentaron mayor porcentaje de aciertos fueron los tres primeros: composición de medidas, transformación de medidas y composición de dos medidas (CM, TM y CDM) y, de la estructura multiplicativa, el primer isomorfismo de medidas (IM) y el tercero de división cuota (DQ).

El primer problema de la estructura aditiva era de composición de medidas (CM), que los niños consiguen resolver con facilidad y es considerado uno de los más fáciles. Pero, al observar los instrumentos, se percibe que el factor que contribuyó para que aumentasen los errores fue el uso de números decimales. El tercero (CMD) y cuarto (CT) son problemas de comparación y Composición de transformaciones, respectivamente. Había congruencia semántica entre las palabras clave del enunciado y el sentido de la operación que se debía efectuar (menos que y gastó/sustracción) facilitando su solución. Se observó que en estas categorías los errores cometidos se debieron a la extensión numérica con tres o más números y al uso de decimales. El alumno acertó la operación que tenía que realizar, pero no consiguió desarrollar correctamente el cálculo.

El problema de división cuota de la estructura multiplicativa presentó un número superior de aciertos al de división partición. Con relación a este hecho, se observó en el instrumento que muchos alumnos presentaron dificultad en la aplicación del algoritmo de división con dos números en el divisor.

Los problemas que presentaron mayor dificultad para los alumnos fueron los de transformación de relaciones y composición de relaciones (TR, CR), con relación a la estructura aditiva, y los de combinatoria y cuarta proporcional, con relación a la estructura multiplicativa (QP, PMC).

En el gráfico 23, a continuación, se presenta el porcentaje de éxito de los alumnos al resolver los problemas:

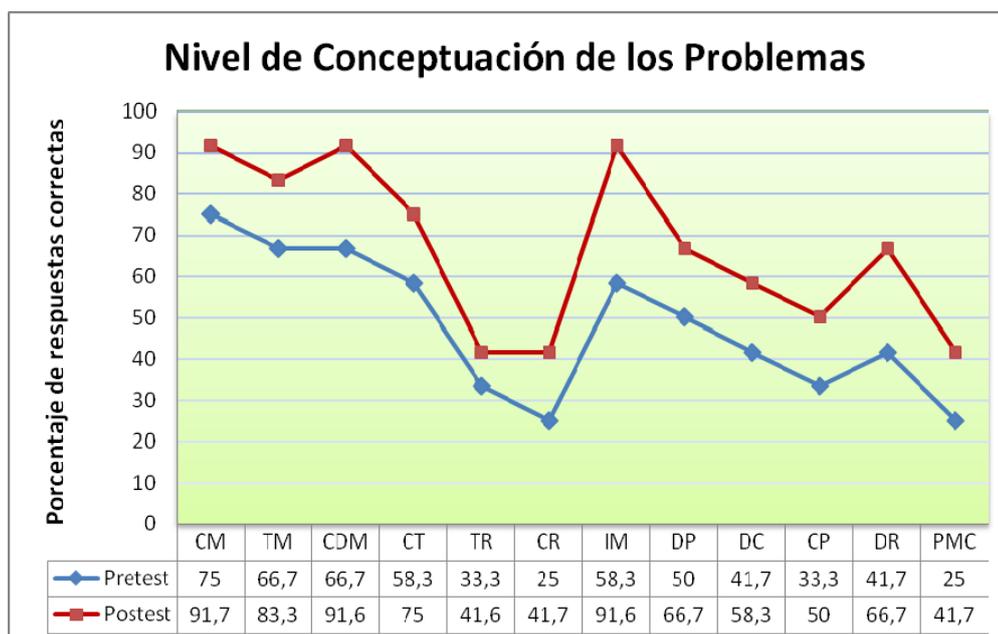


Gráfico 23- Porcentaje de aciertos por categoría de problemas

La tasa de aciertos presentó un crecimiento variable, dependiendo de la categoría del problema y siempre fue creciente comparando el antes con el después de la aplicación de las tareas de intervención del software. Al aplicar el test de nivel de significancia t student a 0,01, se observó un crecimiento estadísticamente significativo en el porcentaje de aciertos por categoría del pretest para el posttest. Esa trayectoria creciente mostrada por los estudiantes significa que, cuando se trabajan las diferentes categorías de situaciones-problema, se consigue cada vez más superar dificultades y presentar progresos en las soluciones de los problemas de estas estructuras. Los estudiantes progresaron en sus estrategias de solución y eso ocurrió a través de un cambio de una estrategia menos avanzada para otra más elaborada.

En el capítulo 6, se presentan los resultados del nivel de significancia para la diferencia entre las medias de las clases y se discute el conjunto de todos los resultados obtenidos y relacionados con la fundamentación teórica y conceptual del capítulo 3.

# **CAPÍTULO VI**

## **DISCUSIÓN DE LOS**

### **RESULTADOS**



## 6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de los tests estadísticos paramétricos (test t) y no paramétricos de Mann-Whitney (test U), para confirmar si mejoró o no el desempeño de los sujetos de los grupos de control y experimental. Los tests se usaron según la necesidad de adecuación con relación a los grupos de aplicación. También se discute el conjunto de todas las alteraciones evolutivas desde el nivel de partida hasta la evaluación final de la presente tesis, reflexionando sobre la convergencia de la propuesta, teniendo como referencia el nivel de significancia y los resultados de las evaluaciones presentadas en el capítulo 5, relacionándolos con la fundamentación teórica y conceptual del capítulo 3.

Para poder discutir los resultados presentados, es necesario retomar la hipótesis inicial de que agregar el uso del Sitio CIAMATE al trabajo de las clases en la resolución de problemas matemáticos favorece la construcción de conceptos de estas estructuras, ampliando de forma significativa el dominio conceptual y ayudando al desarrollo de la estructura cognitiva de los estudiantes.

Partimos del presupuesto de que las situaciones-problema permiten la construcción de esquemas de orden lógico que darán la base para la construcción de los conceptos de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas. Cabe recordar la idea de Vergnaud (1990) de la existencia de invariantes operatorios, organizadores lógicos por excelencia, que sustentan los contenidos matemáticos.

El hecho de que el dominio conceptual de los estudiantes se amplíe a través de su interacción con un sitio educativo, con seguridad, no es mérito exclusivo de su uso. Pero los resultados de este trabajo sugieren que el sitio, construido para el desarrollo de la investigación, contribuyó para un aprendizaje significativo de los conceptos de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas, promoviendo el desarrollo del dominio conceptual de los alumnos y manifestando mejoras estadísticamente significativas en el desempeño de los alumnos. Es posible afirmar que las situaciones-problema programadas con base en la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, que son actividades y tareas que forman parte del sitio CIAMATE, ayudaron a desarrollar el dominio conceptual de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas, contribuyendo a la evolución de las estructuras de pensamiento (dimensión racional) de los sujetos de la investigación.

Los alumnos de las clases con experimentos “antes y después” con un único grupo, experimentos “antes y después” con dos grupos y entrevista individual demostraron un

desempeño positivo en la triangulación de las evaluaciones cuantitativas y cualitativas, según se puede constatar en el Gráfico 24, que presenta un panorama general del período 2007/2010, en el que se puede observar que hubo un avance considerable en el conjunto de las medias de los alumnos, presentando un cuadro de evolución de forma lineal creciente en cada uno de los períodos de aplicación de los tests.

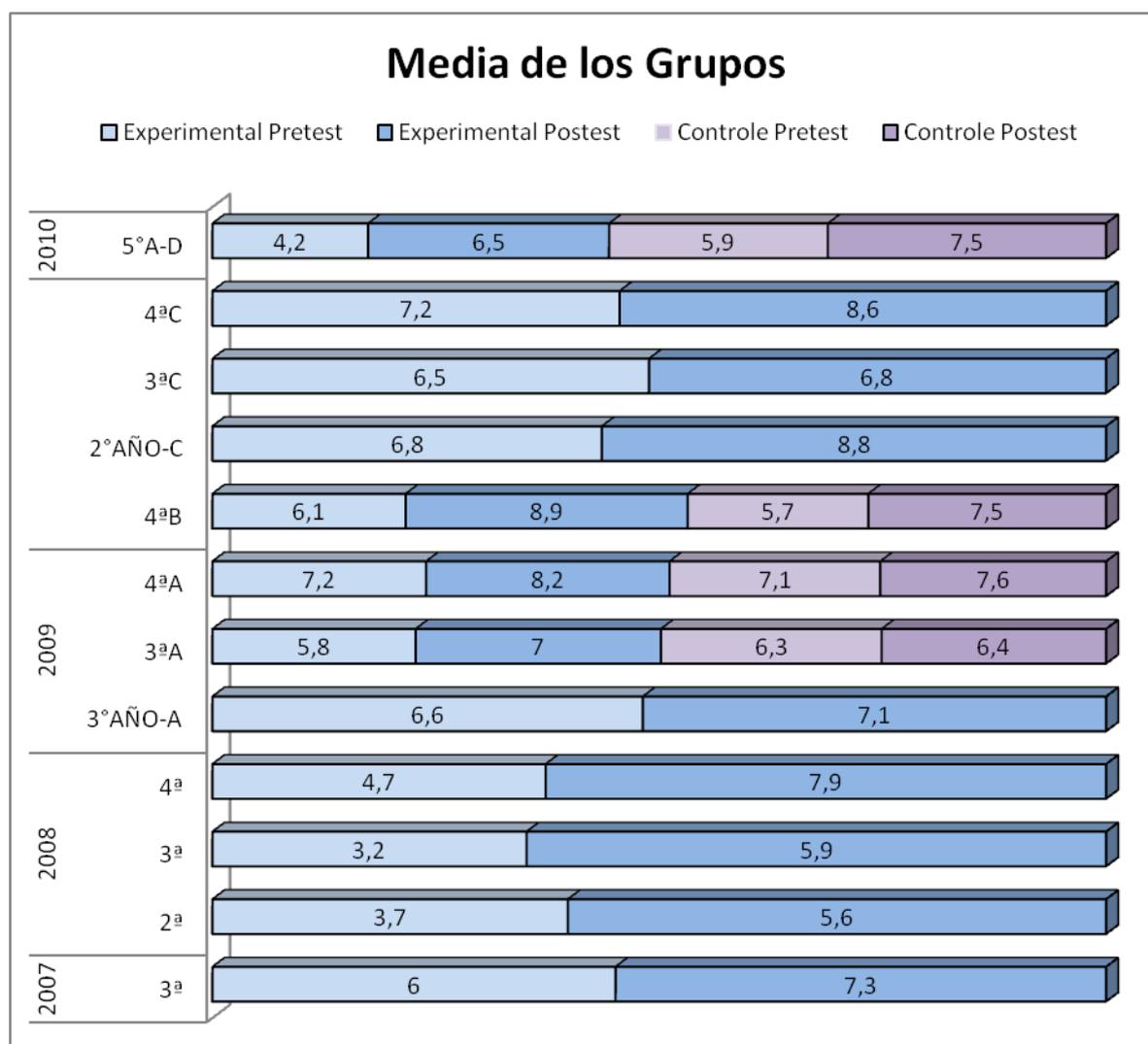


Gráfico 24- Evolución de la media de los grupos

En la Tabla 21 se presenta el grado de significancia de la diferencia de desempeño para los tests realizados en los períodos 2007/2008, usando el test no paramétrico de Mann-Whitney o test U, porque los grupos presentan un número reducido de alumnos y este test requiere menos presupuestos con relación al tamaño de los grupos.

<b>NIVEL DE SIGNIFICANCIA PARA LA DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIAS PARA LOS GRUPOS DE 2007/2008</b>								
<b>TEST U DE MANN- WHITNEY (0,05; Ztabla (Zt =1,645)</b>								
<b>Años</b>	<b>Escuela</b>	<b>Curso</b>	<b>Tamaño del grupo (N)</b>	<b>Media pretest</b>	<b>Desvío estándar pretest</b>	<b>Media posttest</b>	<b>Desvío estándar posttest</b>	<b>Zcalculado (Zc)</b>
<b>2007</b>	Pública	3 <sup>a</sup>	8	6	0,9	7,3	1,5	1,42
<b>2008</b>	Pública	4 <sup>a</sup>	12	4,7	2,2	7,9	1	3,7
	Pública	3 <sup>a</sup>	8	3,1	1,4	5,8	2,4	2,36
	Pública	2 <sup>a</sup>	11	3,7	2,8	5,6	2,9	2,17

Tabla 21- Nivel de significancia estadística de los grupos 2007/2008

## 6.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE 2007/2008

El análisis y discusión presentados en este texto se realizarán en función de la media, del desvío estándar y del nivel de significancia estadística para la diferencia entre las medias de los grupos de alumnos. El desvío estándar nos da la visión objetiva de cómo se distribuyen los valores de determinado evento alrededor de la media. Esto significa, en esta investigación, que cuanto menor sea el desvío estándar, más cerca (menor la dispersión) estarán los datos de la media, o cuanto mayor sea el desvío estándar, mayor será la dispersión y más apartados de la media estarán los valores extremos.

- ✓ Análisis del 3<sup>er</sup> curso de 2007, que corresponde al 4<sup>o</sup> curso de 2008

El grupo del 3<sup>er</sup> curso de 2007 tuvo doble participación, pues corresponde casi en la totalidad a los mismos alumnos de 4<sup>o</sup> que participaron en 2008. Analizando los resultados del cruce de esos datos, que correspondió a nuestra primera evaluación test del software CIAMATE, se verificó que en 2007 el 3<sup>er</sup> curso presentó medias de 6,0 y 7,3 respectivamente, con un crecimiento del 13% en el desempeño del aprendizaje de los problemas matemáticos del pretest con relación al posttest. En el estudio del nivel de significancia para la diferencia entre las medias de los alumnos se aplicaron dos tipos de tests: el test no paramétrico, test U de Mann-Whitney al nivel 0,05, presentó resultado  $1,42 < 1,645$ ; ( $Zc < Zt$ ) no presentó diferencia estadísticamente significativa. El test t de Student al nivel 0,05 presentó resultados

significativos  $2,83 > 2,36$ ; ( $T_c > T_t$ ,  $T_{calculado}$  mayor que  $T_{tabla}$ ). El desvío estándar para ese mismo grupo fue 0,9 en el pretest y 1,8 para el postest, observándose que en el postest hubo una menor uniformidad en la resolución de los problemas matemáticos.

✓ Análisis del 4° curso de 2008

Los resultados obtenidos por el grupo de alumnos de 4° en 2008 (los mismos alumnos del 3<sup>er</sup> curso de 2007) fueron medias de 4,7 y 7,9, con un crecimiento del 32% en la resolución de problemas matemáticos entre el pretest y el postest, con un desvío estándar de 2,2 y 1,0 respectivamente. Se observó que el desempeño en la resolución de los diversos problemas fue más homogéneo en el postest que en el pretest, avanzando en el aprendizaje de las varias categorías de problemas propuestos con un crecimiento estadísticamente significativo al nivel 0,05 en el test t de student, presentando el resultado de  $5,39 > 2,2$  y, en el test no paramétrico de Mann-Whitney, el resultado fue de  $3,7 > 1,645$ . El gráfico 25 presenta un comparativo de esos dos grupos.

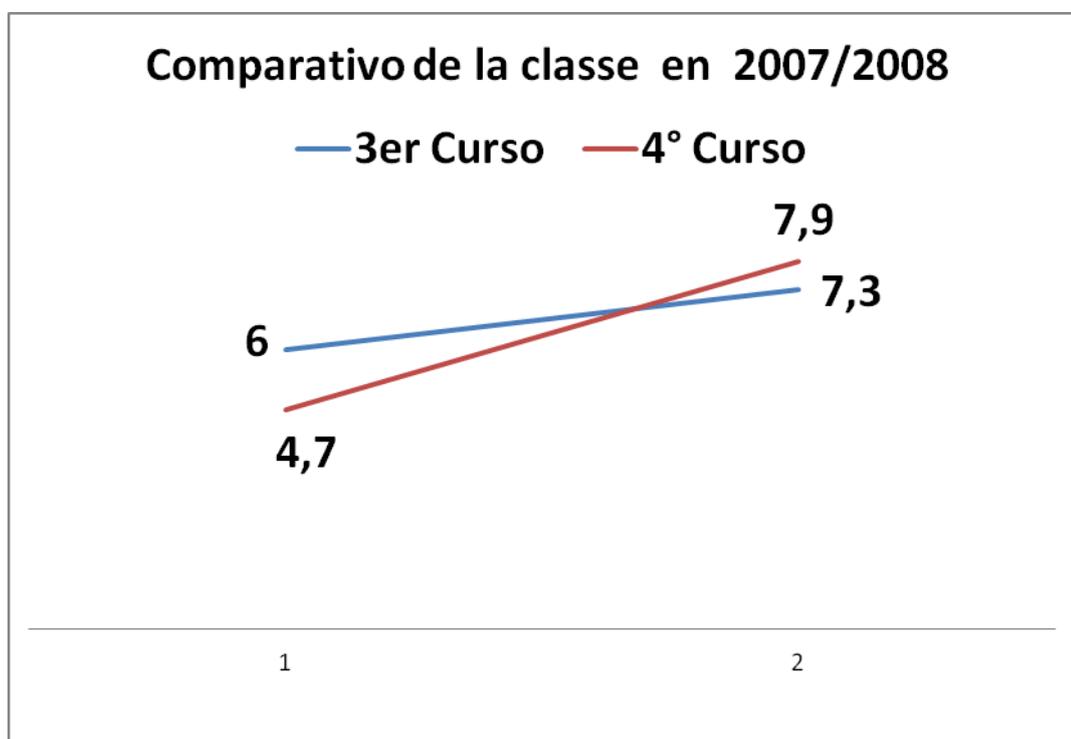


Gráfico 25- Media del 3<sup>er</sup> curso en 2007, que corresponde a 4° curso de 2008.

Comparando el desempeño de esos alumnos en el período 2007/2008, se observa que hubo un crecimiento lineal más acentuado en 2008 con relación a 2007, con aumento superior

en el nivel de significancia estadística. Eso nos lleva a pensar que el aprendizaje del campo aditivo y multiplicativo acompaña el desarrollo cognitivo, y es necesario tiempo para su aprendizaje. Así explica esa cuestión Vergnaud (1990). En el grupo presentado, parece que hay una evidencia de aprendizaje significativo y no una mera "simulación", pues hubo un avance de aprendizaje apreciable de un año para otro, demostrando que hubo un dominio mayor por parte de los alumnos, debido a que participaron dos veces del proyecto, participando así más tiempo en las tareas de intervención. Este hecho está de acuerdo con Vergnaud que adopta como premisa que el conocimiento está organizado en campos conceptuales, cuyo dominio por parte del sujeto tiene lugar a lo largo de un amplio período de tiempo, a través de la experiencia, madurez y aprendizaje (1982, p. 40).

✓ Análisis del 3<sup>er</sup> curso de 2008

Continuando nuestra discusión con relación al año 2008, analizaremos ahora los resultados presentados por el grupo constituido por alumnos del 3<sup>o</sup> curso de esta misma escuela. Este grupo obtuvo una media de 3,2 y 5,9 con un crecimiento del 27% y desvío estándar de 1,3 y 2,3 para los períodos de pretest y postest, respectivamente. El desempeño en la resolución de los problemas matemáticos se presentó más variado con relación a la media en el postest. En los tests de significancia al nivel 0,05 se observa un crecimiento estadísticamente significativo, con los siguientes resultados: el test no paramétrico, test U de Mann-Whitney presentó resultado de  $2,36 > 1,645$ ; el test t de Student presentó  $3,9 > 2,36$ . Este grupo se caracterizó por presentar una de las medias (3,2) más baja de todas las demás en el pretest. El resultado probablemente se debe al hecho de que algunos alumnos tenían grandes dificultades de aprendizaje y la edad de los alumnos no correspondía a la edad de ese curso.

Para ese grupo se usaron organizadores previos (que son materiales introductorios presentados antes del material que se ha de aprender, cuya función es servir de puente entre lo que el aprendiz ya sabe y lo que él debe saber, para que el material se pueda aprender de forma significativa) debido a las grandes dificultades de aprendizaje de los niños que no presentaban dominio en los problemas matemáticos de la Estructura Multiplicativa.

Se inició con la realización de problemas matemáticos de organización rectangular, creados en el software con el objetivo de ayudarles a los niños en el dominio de la construcción de la tabla de multiplicar. En el software se organizó el contenido de manera que se le proporcione al aprendiz una diferenciación progresiva, o sea, se programan los hechos

básicos de las operaciones a partir de situaciones-problema, para la constitución de un repertorio que se utilizará en el cálculo de situaciones-problema más complejas. También se proporcionó una reconciliación integradora, que significa programar el material para trabajar relaciones entre ideas, y la percepción de semejanzas y diferencias significativas. Hay que destacar que en todos los grupos se intentó seguir a Ausubel, que recomienda el uso de organizadores previos que sirvan de ancla para el nuevo aprendizaje y lleven al desarrollo de conceptos subsunsores facilitadores del aprendizaje subsiguiente.

✓ Análisis del 2º curso de 2008

El 2º curso, cuyos resultados se encuentran en la tabla 21, obtuvo una media de 3,7 y 5,6 con un crecimiento del 19% en el aprendizaje. El desvío estándar del pretest fue 2,7 y del postest 2,8. El análisis del nivel de significancia para los dos tests presentó los siguientes resultados: el test no paramétrico de Mann-Whitney presentó resultado  $2,17 > 1,645$ ; el test t de Student presentó resultados  $3,06 > 2,23$ ; presentando diferencias estadísticamente significativas en los dos tests, manifestando una mejora en el desempeño de los estudiantes.

## 6.2 RESULTADOS EN 2009/2010

Se presenta en la tabla 22, la estadística t student al nivel 0.05 de los grupos trabajados en el período de 2009/2010.

<b><i>NIVEL DE SIGNIFICANCIA PARA LA DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIAS DE LOS GRUPOS DE 2009/2010</i></b>					
<b><i>TEST t STUDENT (0,05)</i></b>					
<b><i>Años</i></b>	<b><i>Escuela</i></b>	<b><i>Año/Curso</i></b>	<b><i>N</i></b>	<b><i>t calculado (tc)</i></b>	<b><i>t tabla (tt)</i></b>
<b>2009</b>	Pública A	3 <sup>er</sup> año	15	1,8	2,14
		3 <sup>er</sup> curso	37	2,3	2,03
		4º curso	42	2,12	2,02
	Pública B	4º curso	37	2,34	2,03
	Privada C	2º año	19	6,00	2,1
		3 <sup>er</sup> curso	26	0,89	2,06
4º curso		28	4,37	2,05	
<b>2010</b>	Pública D	5º Año	26	3,28	2,06

Tabla 22- Nivel de significancia de los grupos 2009/2010

En 2009 el Sitio CIAMATE fue aplicado en 3 escuelas, dos públicas y una privada. Presentamos a continuación un análisis y discusión de los resultados de los grupos de la escuela A, escuela pública:

- ✓ Análisis del grupo del 3<sup>er</sup> año de la escuela A
- ✓ El grupo del 3<sup>er</sup> año de la escuela A obtuvo medias 6,6 y 7,1, con un crecimiento considerado tímido: del 5% en el aprendizaje de problemas. El grupo presentó resultados al nivel de confianza 0,05 para el test no paramétrico *de Mann-Whitney*  $z = 1,43 < 1,645$  ( $Z_{calculado} < Z_{tabla}$ ) y para el test t student  $t = 1,8 < 2,14$  ( $T_c < T_t$ ), no presentó aumento estadísticamente significativo en ninguno de los dos tests.
- ✓ Análisis de los grupos (experimental y control) del 3<sup>o</sup> año de la escuela A
- ✓ En los resultados de los grupos del 3<sup>er</sup> curso (experimental y control) de la escuela A, se observó que a pesar de que los dos grupos participaron en programas de intervención en sus aprendizajes, el grupo experimental obtuvo una media de 5,8 y 7, con un crecimiento del 12%, mientras que el grupo de control tuvo media de 6,3 y 6,4 con un aumento de sólo 1%. El test t student a 0,05 presentó un resultado estadísticamente significativo con  $t = 2,3 > 2,03$  ( $T_c > T_t$ ), habiendo un crecimiento en la resolución de problemas de la estructuras aditivas y multiplicativas.
- ✓ Análisis de los grupos (experimental y control) del 4<sup>o</sup> año de la escuela A
- ✓ El grupo experimental del 4<sup>o</sup> año del de la escuela A presentó media 7,2 y 8,8 con un crecimiento del 16%, mientras que el grupo de control tuvo media de 7,1 y 7,6, avanzando 5%. El nivel de significancia estadística calculado con el test t student al nivel 0,05, fue  $t = 2,12 > 2,02$  ( $T_c > T_t$ ), presentando una diferencia estadísticamente significativa, con una mejora en los resultados de los alumnos.

Los resultados de la escuela A se caracterizaron por presentar un crecimiento en la resolución de los problemas matemáticos y comparando el desempeño de los grupos, a pesar

de que todos presentan avances en el aprendizaje con excepción del grupo de control del 3<sup>er</sup> curso, verificamos un aumento gradual en el grupo control y un aumento más acentuado en el grupo experimental en los períodos de postests.

✓ Análisis de los grupos (experimental y control) del 4<sup>o</sup> año de la escuela B

En la escuela B, pública, tenemos dos grupos de alumnos (control y experimental) del 4<sup>o</sup> curso. El grupo experimental de 4<sup>o</sup> curso de esa escuela obtuvo media de 6,1 y 8,9, con un crecimiento del 28%; mientras que el grupo de control tuvo media de 5,7 y 7,5 avanzando 18%. El test t student al nivel 0,05 presentó  $t = 2,12 > 2,02$  ( $T_c > T_t$ ), mostrando que hubo un crecimiento en el nivel de significancia estadística de ese grupo de alumnos con relación a sus resultados sobre las Estructuras Aditivas y Multiplicativas.

Los resultados de la escuela B sugieren que el programa de enseñanza influyó bastante en el crecimiento de los niños del grupo experimental en la resolución de problemas aditivos y multiplicativos. Se pudo constatar en los instrumentos de evaluación aplicados que la mayoría de los alumnos resolvieron los problemas nuevos y no familiares, con enunciados diferentes de los encontrados en el software, con completo dominio.

✓ Análisis de los grupos de la escuela C

En la escuela C, escuela privada, se observa cierta regularidad en las medias para los pretests (6,5) en un nivel muy superior a los presentados por las escuelas públicas. Se presentan a continuación los resultados de los 4 grupos de esa escuela:

- ✓ El grupo de 1<sup>er</sup> curso presentó una media de 6,8 y 8,8 con un crecimiento avanzado del 20% entre el pretest y el postest. El test t student al nivel 0,05 fue  $t = 6 > 2,10$  ( $T_c > T_t$ ), presentando nivel de significancia estadístico y mostrando que para ese grupo de estudiantes el programa influyó de manera significativa en su desempeño.
- ✓ El grupo de 3<sup>er</sup> curso obtuvo media de 6,5 y 6,8, un bajo crecimiento del 3% entre el pretest y el postest. Los resultados encontrados en el test t student al nivel 0,05 con  $t = 0,89 < 2,06$  ( $T_c < T_t$ ). Verificamos que no existe diferencia significativa entre los resultados del pretest y del postest.
- ✓ El grupo de 4<sup>o</sup> curso presentó una media de 7,2 y 8,6 con un crecimiento del 14% entre el pretest y el postest. El test t student presentó significancia estadística para

el grupo en la resolución de las diferentes categorías de problemas matemáticos con resultados  $t = 4,37 > 2,03$  ( $T_c > T_t$ ) al nivel de confianza del 95%.

- ✓ El alumno de la entrevista individual de la escuela privada presentó una media de 5,5 y 8,0, con un óptimo crecimiento del 25% entre el pretest y el postest. Acompañando los resultados posteriores en la escuela, se pudo constatar también que el alumno de la entrevista individual aprobó la asignatura de Matemáticas.

La escuela C presentó un desempeño más tímido con relación a las demás escuelas. Creemos que uno de los factores que llevaron a ese desempeño haya sido el hecho de que las clases con las tareas de intervención en el software CIAMATE fueron con el profesor de informática de la escuela. Otro factor que también debe ser considerado es el tiempo de duración del proyecto que tuvo 50% de clases menos que las demás escuela.

Esos resultados atípicos nos llevan a reflexionar sobre uno de los principios destacados por Moreira (2005, p. 20): que una enseñanza centrada en la interacción entre profesor y alumno, enfatizando el intercambio de preguntas, tiende a ser crítica y suscita el aprendizaje significativo crítico. Ciertamente, la ausencia del profesor de Matemáticas en las tareas de intervención sin la explotación y cuestionamientos de las dificultades enfrentadas por los niños puede ser la causa del bajo desempeño de algunos grupos de esta escuela. Enfatizamos también que el aprendizaje significativo requiere compartir significados, pero también implica significados personales y requiere recepción, negociación, en la que el lenguaje es esencial y hay que tener siempre conciencia de que los significados son contextuales y arbitrariamente atribuidos por las personas a los objetos y eventos (Moreira, 2005).

### **6.3 RESULTADOS DEL AÑO 2010**

Presentamos a continuación los resultados del estudio realizado en 2010 con los grupos de 4º curso (experimental y control) de la escuela D. El grupo experimental estaba compuesto por los alumnos que no obtuvieron (en el pretest) resultado que indicase dominio de las nociones de situaciones-problema de las estructuras aditivas y multiplicativas y ese grupo obtuvo una media de 4,2 y 6,5 en el pretest y postest, respectivamente, con una evolución del 23% en la resolución de problemas matemáticos.

El grupo de control, constituido por alumnos que presentaron dominio en la resolución de problemas matemáticos en el pretest, tuvo un programa de enseñanza resolviendo

problemas de forma tradicional en la pizarra con el acompañamiento de la profesora del grupo. Ese grupo obtuvo una media de 5,9 y 7,5 en el pretest y posttest, respectivamente, con una evolución del 16% en la resolución de problemas matemáticos.

Los resultados de los grupos de la escuela pública D realizados con el test t student con nivel de 0,05 fue  $t = 3,28 > 2,06$  ( $T_c > T_t$ ), y son estadísticamente significativos. Vemos que el grupo experimental posee una media inferior, pero hay que considerar que este grupo presentaba niveles de dificultad mayores que el grupo de control. O sea, en este estudio hubo un desempeño mejor y estadísticamente significativo del grupo sometido al tratamiento. Este resultado sugiere notablemente que es ventajoso utilizar las actividades propuestas en el sitio CIAMATE.

#### 6.4 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN CUALITATIVA

Participaron en la evaluación cualitativa 158 alumnos referentes a los grupos de 2009/2010 que respondieron al cuestionario con preguntas tipo test sobre dificultades y aprendizajes en el uso del sitio CIAMATE. Esa evaluación se encuentra disponible en el apéndice B de esta tesis.

En 2007 y 2008 el análisis cualitativo se basó en evaluaciones discursivas y en la declaración de los alumnos a través de entrevistas. El gráfico 26, exhibe una sinopsis de las respuestas presentadas por los alumnos con relación al porcentaje de satisfacción en el uso del sitio CIAMATE.



Gráfico 26- Porcentaje de satisfacción en el uso del sitio CIAMATE

Discutimos en la presentación de los resultados de esta investigación, conforme nuestra interpretación y a la luz de las diferentes teorías e investigaciones consultadas, que el tratamiento realizado con el sitio CIAMATE ha generado en los alumnos una disposición para aprender, debido al hecho de que las actividades computacionales permiten rever conceptos y problemas, vistos anteriormente de forma tradicional, bajo una nueva perspectiva, permitiendo que los alumnos interactúen con lo que estaban estudiando.

Se pudo percibir claramente que fue muy positivo para el aprendizaje de los contenidos de Matemáticas, la posibilidad de interacción y de visualización con dibujos, fotos, gráficos, objetos, suministrada en las tareas organizadas en el software. La realización de las actividades en parejas, aprendiendo a pensar y cuestionando reflexivamente la solución de cada problema, favoreció el establecimiento de relaciones entre lo que ya sabían y los nuevos objetos de conocimiento. Las discusiones entre las parejas favorecieron la imposición de contradicciones al sistema cognitivo, generando desequilibrios, que eran superados en la discusión con el compañero o con la ayuda del profesor en un juego de asimilaciones y acomodaciones rumbo a niveles mayores y mejores de equilibrio en el aprendizaje.

Los estudios en la línea de la investigación cuantitativa y cualitativa no nos permiten conclusiones definitivas y tampoco era ése el objetivo, pero refleja nuestra visión de que la calidad de un software educacional se debe medir en función del aprendizaje que deriva de su uso. Podemos afirmar que las prácticas pedagógicas con el uso del software fueron un desafío para los sujetos del proceso de enseñar aprender (profesor) y aprender enseñar (alumno). También se pudo observar que:

- ✓ las actividades con el software son útiles en la enseñanza de las Matemáticas y se pueden incorporar a la práctica del profesor, aunque no tenga muchos conocimientos sobre Informática;
- ✓ la participación activa del alumno en el proceso educativo - sea en la negociación de significados con el profesor, sea en actividades colaborativas con sus colegas - es imprescindible para el aprendizaje significativo;
- ✓ los materiales didácticos - sean libros de texto, materiales escritos, softwares educativos o los modernos recursos de la informática - hay que planificar su uso cuidadosamente, para facilitar el aprendizaje, teniendo en cuenta siempre al alumno.
- ✓ debemos romper con las prácticas mecanicistas para que las nuevas prácticas posibiliten aprehender y construir conocimientos. Así estamos asumiendo la tarea de “enseñar a aprender y a pensar”.

## **6.5 ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS RELATIVAS A LA CONCEPTUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS ADITIVAS Y MULTIPLICATIVAS**

Con los resultados de este estudio, algunos aspectos merecen nuestra atención, de los cuales citamos algunos:

El fracaso en la solución de situaciones-problemas se debe a la falta de comprensión del texto y a que los problemas que ofrecen mayor dificultad son aquéllos con incoherencia entre la operación que hay que realizar y los verbos o expresiones que presentan las informaciones, o los que piden las relaciones/transformaciones y no los estados, o, también, cuando la resolución solicita la inversión de la secuencia temporal. El lenguaje y la interpretación de textos fue una de las deficiencias presentadas por algunos alumnos, teniendo un factor de culpabilidad en la dificultad que los mismos demostraron para resolver problemas. Las dificultades en la resolución de algunas categorías de problemas estaban relacionadas con la situación descrita y los esquemas de acción del estudiante para resolver el problema. Los autores Nunes y Bryant (1997) defienden que cuanto más directa sea esa relación, más fácil es la comprensión del problema. De la misma forma, cuanto mayor sea el número de operaciones mentales necesarias para encontrar un camino para la solución, más alto será el nivel de dificultad del problema. La razón teórica para las distinciones en la clasificación es, por lo tanto, de origen tanto psicológico como matemático (Vergnaud, 1994, 1998).

Hubo una influencia en la estructura cognitiva y en el desarrollo del raciocinio de los alumnos que posiblemente fue impulsado por la enseñanza de forma organizada, diferenciada y con la ayuda de innumerables recursos visuales presentados en las tareas de intervención del sitio CIAMATE.

Se observó que los alumnos que en las primeras clases elaboraban sus cálculos con muchas dificultades, usando recursos icónicos, como una infinidad de trazos para efectuar una simple operación de división, después de algunas clases realizando las tareas de intervención, evolucionaron sus estrategias para formas más ricas y, donde había cálculos con cifras menores, utilizaban con perceptibilidad raciocinios mentales.

Seguramente, tanto el lenguaje como la enseñanza interfieren en el desempeño en la solución de los problemas sobre estructuras aditivas y multiplicativas, pero la intensidad en que cada uno de estos factores interfiere es una cuestión aún difícil de responder.

Investigaciones y estudios existen apuntando en las dos direcciones. Por ejemplo, Vergnaud (1982) y Magina & Campos (2004) explican el desarrollo de la estructura aditiva y multiplicativa a través de la expansión de este campo conceptual. Guimarães (2005) indica que la comprensión lingüística dificulta la resolución de problemas.

A continuación, el capítulo 7 presenta las consideraciones finales sobre esta tesis y algunas sugerencias para la continuidad de esta investigación.

**CAPÍTULO VII**  
**CONSIDERACIONES**  
**FINALES**



## **7. CONSIDERACIONES FINALES**

Durante casi 6 años estuvimos dedicados a la problemática y al desarrollo de esta investigación, en un proceso de construcción, a medida que el estudio iba adquiriendo contornos propios. Hay que destacar especialmente las experiencias y percepciones referentes a la creación del sitio CIAMATE que, con base en una fundamentación teórica, posibilitó la investigación de los significados que emergen para la enseñanza-aprendizaje de conceptos de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas, como consecuencia de su uso.

La investigación desarrollada hasta aquí sirve de base para otras, que podrán complementar o sustituir los resultados presentados. De este modo, lo que proponemos son algunas consideraciones finales y no conclusiones, pues estas interpretaciones están sujetas a nuestras creencias y conocimientos y, por ese motivo, son transitorias. Y es justamente la característica de la posible transitoriedad lo que les da credibilidad, pues la complejidad del proceso de aprendizaje no permite soluciones únicas y estáticas.

A continuación se presentan sintéticamente algunas consideraciones sobre los resultados obtenidos a partir de análisis cualitativos, análisis cuantitativos y reflexiones.

### **7.1 DE LOS RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS**

El propósito de nuestro estudio fue verificar qué influencia ofrece para el desempeño de los alumnos un software educativo creado con base en la Teoría de los Campos Conceptuales. Para eso, se desarrolló el sitio educativo CIAMATE que presenta situaciones-problema del campo conceptual de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas. Las situaciones programadas usan la estrategia de explotar los conceptos reunidos, llevando el alumno a interpretar el enunciado de la pregunta y a estructurar la situación que se le presenta, construyendo un camino de conceptos que adquiere sentido en un campo de problemas. Esto está de acuerdo con la propuesta de Vergnaud, que organiza los conceptos según su operatividad, relacionando las situaciones, los conceptos y los teoremas en acción. El campo conceptual de Vergnaud (1990, p. 145) es un conjunto de situaciones que permite generar

clasificaciones que se basan en el análisis de tareas cognitivas y de los procedimientos que se pueden movilizar en cada una de ellas.

El uso de los recursos del ordenador, junto con el software y con la variedad de problemas generada, que usa como estrategias representaciones para ayudar en la interpretación y explotación de los conceptos, fueron fundamentales para el resultado de la enseñanza-aprendizaje, como se verificó en los resultados obtenidos por los alumnos.

Los resultados procedentes de la aplicación del sitio CIAMATE, a través del análisis y tratamiento de los datos cuantitativos obtenidos en los 12 grupos y en la entrevista individual, demostraron diferencias estadísticamente significativas en un 77% de los grupos experimentales, presentando mayor desempeño, en comparación con los grupos de control. El número mayor de aciertos de los grupos experimentales se puede explicar por la aplicación del programa de enseñanza propuesto a los alumnos por medio del sitio CIAMATE.

A lo largo del desarrollo de las tareas no se obtuvo solamente un aumento en los resultados de los tests aplicados, sino que también hubo una clara percepción de que, a medida que pasaba el tiempo, la comprensión de los alumnos se ampliaba y se profundizaba. Algunas evidencias de esa evolución fueron actitudes y comportamientos de los alumnos que:

- trabajaban con entusiasmo, sentimiento y emoción ya que las situaciones-problema tenían un significado contextual importante para el entendimiento, permitiendo la libertad de imaginar y experimentar;
- daban significado a las situaciones experimentadas, percibían y comprendían las características específicas que estaban estudiando, posibilitando la utilización de los conceptos en otras situaciones.

Se repitieron las ocasiones en las que los alumnos contaban con sus propias palabras la forma de resolver determinada situación, dejando claro que relacionaban lógicamente los conceptos solicitados en el problema, expresándolos como lo habían entendido, lo cual favoreció la evaluación de la construcción lógica del concepto de parte del profesor investigador. Un buen ejemplo de apropiación del concepto se observó en la resolución del problema Aditivo de Orden Inverso (valor inicial desconocido o transformación desconocida):

- Luis tenía algunos cromos. Jorge le dio 29 cromos más. Actualmente Luis tiene 93. ¿Cuántos cromos tenía Luis al principio?

El significado de la situación para los alumnos parece que fue uno de los factores decisivos para el buen desempeño en esa situación que implicaba la operación de sustracción. Fue satisfactorio ver que los alumnos se apropiaban de la comprensión de los

problemas de formas diferentes, y no tenían sólo la preocupación de saber cuál era la cuenta que había que hacer.

En el transcurso de la investigación, se pudo observar que los alumnos se “soltaron”, aventurándose a utilizar diferentes estrategias. Esta autoconfianza y la complicidad con la investigadora se fueron conquistando de forma progresiva, durante las clases de aplicación del sitio CIAMATE.

Percibir el avance gradual en la apropiación de conceptos, en la capacidad de comprender diferentes problemas y en la percepción de que los podían resolver de diferentes maneras, sin preocuparse de “la cuenta” que deberían hacer, fue una experiencia magistral.

Se observó con frecuencia los alumnos discutiendo la comprensión del concepto de substracción, a partir de la reunión de las características y hechos percibidos y formando una cadena de raciocinio a través de la argumentación sobre su solución. Se percibió también el establecimiento de conexiones del concepto construido con los ya existentes, en un proceso gradual que, a veces, requirió la interferencia del profesor investigador para auxiliar en la fundamentación y en la coherencia de los argumentos, dándole consistencia al discurso de los alumnos.

## **7.2 DEL CAMBIO DE PARADIGMAS Y TECNOLOGÍA**

Uno de los desafíos enfrentado en la aplicación del sitio CIAMATE fue que los profesores participantes aceptasen y se convenciesen de la necesidad de un cambio de paradigmas con relación al uso de la informática, pues la mayoría de los docentes cree que sólo se aprende a resolver problemas de forma tradicional, por la repetición, empleando la Ley del ejercicio, según la cual, cuanto más se utiliza una conexión, más se fortalece y, así, se favorece una enseñanza de carácter mecánico y comportamental.

En general, en las clases de Matemáticas, en el modelo tradicional no se les ofrece a los alumnos la oportunidad de crear sus estrategias para la resolución de problemas y así acaban usando la táctica enseñada por el profesor. Los problemas, generalmente, se copian de la pizarra para el cuaderno con poca o ninguna representación visual que pueda auxiliar en la resolución. El profesor explica un ejercicio en la pizarra y los alumnos lo copian y hacen otros para ejercitar, siguiendo el ejemplo dado. La idea de que los alumnos sólo consiguen resolver problemas usando modelos o siguiendo algoritmos no es adecuada. Para que haya progreso en el aprendizaje, es preciso que se creen y experimenten diferentes estrategias. Los alumnos no

aprenden bien informaciones pasivamente presentadas; a ellos les gusta la manipulación concreta y de exploración activa y significativa. Éste fue el cuadro que el investigador encontró en los grupos investigados.

Las diferentes formas de razonar sobre un problema (que las debería tener en cuenta el profesor en la planificación de las tareas), están muy bien representadas en el sitio CIAMATE, ofreciéndoles a los alumnos una herramienta de aprendizaje que les permite la construcción y el desarrollo de competencias complejas, con énfasis en el arte de construir argumento lógico, en la distinción de casos, en la crítica de los resultados obtenidos y en la constante orientación al pensamiento independiente, que se configura como Aprendizaje.

Investigaciones realizadas por Campos & Magina (PUC- São Paulo, 2001) en los años iniciales de la Enseñanza Fundamental con relación a la enseñanza de las Matemáticas revelaron que la casi totalidad de los problemas aplicados a los alumnos se clasifican como problemas prototipos de adición. Se observó que los profesores variaban los contextos de los problemas, así como los números, o también la cantidad de parcelas que hay que sumar, pero el raciocinio exigido en los problemas era sólo de composición con las partes conocidas y se preguntaba el total, o se solicitaba sumar o retirar una parte de una cantidad inicial, preguntando por la cantidad final.

Para los autores existe una estrecha relación entre el desempeño de los alumnos y el tipo de problemas que los profesores elaboran. La investigación relata que no parece que haya una preocupación de los profesores por trabajar problemas que faciliten que los alumnos amplíen el dominio del Campo Conceptual Aditivo (Magina et. al, 2001).

Considerando lo expuesto hasta aquí, se puede afirmar que el sitio CIAMATE ofrece situaciones-problema que tienen el objetivo de ampliar el concepto de las estructuras aditivas y multiplicativas, según se presentó y discutió en la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud (1981, 1982, 1997), siendo una propuesta de enseñanza válida y oportuna para el alumno y profesor, que debe usarla para obtener las ventajas de su aplicación, aunque no tenga un conocimiento profundo de la teoría.

### **7.3 DEL PAPEL DEL PROFESOR EN EL USO DEL SITIO CIAMATE**

A veces, deslumbrados con las posibilidades ofrecidas por los recursos tecnológicos, nosotros, profesores, imaginamos que ciertas representaciones “hablan por sí mismas”, pudiendo pensar que, así como somos capaces de percibir de forma clara toda la estructura

subyacente a las mismas, los alumnos también pueden hacerlo. En otras palabras, basta aplicar tales representaciones y el entendimiento “surgerà”. Nada más falaz. Tan importante como tener una buena herramienta para promover el aprendizaje es saber usarla adecuadamente y, en el caso del sitio CIAMATE, es necesario que el profesor planifique su uso para obtener resultados efectivos. Hay que destacar que las tareas propuestas en el sitio CIAMATE no se programaron con la intención de sustituir el profesor ni de abordar determinado contenido de forma autodidacta.

Para los autores Ausubel, Novak y Hanesinan (1978), la concepción de aprendizaje significativo es un proceso en el que el profesor tiene un papel de mediador, ayudando a construir los conceptos, ayudando al alumno a tener conciencia de lo que hace para responder a las preguntas, adaptando y transfiriendo sus conocimientos para resolver nuevos problemas que presenten nuevas situaciones. Según Santos (1996), no hay aprendizaje significativo si no hay construcción y reconstrucción de sentido. La primera preocupación del profesor debe ser llevar el alumno a construir el sentido general del objeto en el contexto de su mundo. Para eso, hay que conseguir que interactúe con el objeto de forma espontánea y natural. En las actividades desarrolladas, es importante que el objeto de conocimiento actúe dentro de su especificidad, de forma interactiva.

La presencia del profesor será siempre necesaria en el proceso de aprendizaje significativo del alumno. El ordenador y los softwares son sólo una gran herramienta de trabajo, auxiliares de la tarea. El profesor es el orientador que ayuda a encontrar caminos, que incentiva. La interactividad en la educación es condición *sine qua non*. Sin interactividad, no hay educación.

## **7.4 DE LA MOTIVACIÓN PARA APRENDER**

En el sitio CIAMATE las situaciones-problema reflejan situaciones de la vida real, presentadas de diferentes maneras: oral, escrita y por medio de dibujos y aceptando soluciones obtenidas de diferentes formas. Investigaciones señalan que el uso de recursos digitales en el aprendizaje permite el uso de múltiples representaciones de un concepto (icónica, simbólica, visualización tridimensional y simulaciones en tiempo real) ampliando el repertorio de comprensión de los alumnos (Carraher, 1992; Castro-Filho *et al.*, 2003). La conexión entre múltiples representaciones, como la gráfica y la simbólica, les permitió a los alumnos desarrollar un repertorio que podrán utilizar más tarde, cuando necesiten resolver

problemas en un nivel más abstracto. También se observa una mayor satisfacción en resolver problemas ejercitados en situaciones nuevas y variadas, favoreciendo la resolución de una gran cantidad de preguntas, lo que difícilmente sería realizado en las clases usando solamente la pizarra.

Un aspecto relevante que hay que destacar es la motivación para aprender, proporcionada por el tratamiento ofrecido a los alumnos. Además del interés natural despertado por el uso del software, de los ordenadores y de la aplicación de estrategias de juegos en las actividades, se permitió que los alumnos participasen proponiendo hipótesis y conjeturas, aspecto fundamental del pensamiento científico, que ejerce también una influencia positiva en la predisposición del individuo para aprender Matemáticas.

La reacción y relación de los alumnos con el ritmo avanzado de la tecnología y de los medios de comunicación e información es, en la actualidad, absolutamente singular. Lo que funcionó bien en las escuelas hasta la década de los 90 está obsoleto en este inicio del siglo XXI, exigiendo nuevos modelos de Educación y Cognición. La presencia de ordenadores y calculadoras en el día a día de las personas, incluyendo los alumnos, requiere que se repiensen los objetivos de las Matemáticas y que se aprovechen esos recursos para proporcionar tareas que desarrollen la capacidad de abstraer, generalizar, proyectar y trascender. El camino correcto para esa acción es preparar los alumnos para enfrentar situaciones nuevas con creatividad ante los desafíos, en lugar de ofrecerles sólo fórmulas para aplicarlas en situaciones conocidas y específicas. La Tercera Onda (Toffler 1980, p.23) ya anunciaba tres décadas atrás, que la civilización necesitaría un nuevo código de comportamiento que superase la estandarización:

Si antes era necesario hacer cuentas rápidas y correctamente, hoy lo importante es saber cómo funcionan los algoritmos, cuáles son las ideas y conceptos involucrados, cuál es el orden de magnitud de resultados que se pueden esperar de determinados cálculos y cuáles las estrategias más eficientes para enfrentar una situación-problema, dejando para las máquinas las actividades repetitivas, la aplicación de procedimientos estándar y las operaciones de rutina.

Durante el proceso de intervención con el sitio CIAMATE, los alumnos en parejas usaron lápiz y papel para realizar anotaciones y cálculos. Se obtenían las soluciones a través de representaciones simbólicas o en la forma de dibujos, trazos y algoritmos. El análisis semántico de los problemas desarrollados en parejas permitió el rescate de los algoritmos y anotaciones intuitivas de los alumnos y su vinculación al saber formal enseñado en las clases.

Vergnaud (1988) destaca que el análisis semántico de los problemas es capaz de penetrar el conocimiento sintáctico aprendido en la escuela y disminuir la eficacia de los símbolos y reglas de rutina para dar lugar a procesos de resolución conceptualmente significativos para los sujetos.

El poder atractivo del uso del sitio CIAMATE en los grupos estudiados fue evidente y entusiasmó tanto profesores como alumnos. No obstante es necesario que se use con responsabilidad y buen sentido, pretendiendo siempre alcanzar un objetivo pedagógico. Su eficiencia dependerá directamente de dónde, cuándo y cómo sea empleado por el profesor junto a los alumnos.

Las actividades realizadas por los alumnos, usando diferentes estrategias consensuales de solución: con los dedos, mentalmente, con lápiz y papel, permitió que el profesor percibiese mejor el nivel de comprensión de los conceptos matemáticos, siendo posible observar con más claridad las estrategias utilizadas por los alumnos en la resolución de varios tipos de problemas que utilizan diferentes estrategias de solución.

La difusión y democratización de las Tecnologías de Información y Comunicación en la educación en la década de los 80 hizo que surgiesen muchas investigaciones sobre los beneficios de la utilización del ordenador en el aprendizaje, destacando los estudios de Valente (1999), Papert (1985), Sancho (1998), etc. Sin embargo, lo que se observó en las escuelas donde se desarrolló la investigación es que fue una práctica incipiente y muy tímida, por no decir irrelevante, del uso del ordenador en la práctica educativa. En las escuelas continúan arraigadas las prácticas pedagógicas tradicionales que contribuyen poco para el aprendizaje significativo. Además, se percibe cierta tolerancia o incluso omisión por parte de la escuela con respecto al profesor que no utiliza los ordenadores disponibles, con el argumento -entre otros- de que no tienen formación adecuada para trabajar con informática. Así, parece perfectamente justificable no utilizar ese tipo de herramienta de forma apropiada para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Si lo que se quiere es un alumno sujeto, capaz de resolver situaciones-problemas de la vida real y un profesor capaz de darse cuenta de ese deseo, es preciso que los formadores de profesores favorezcan a los profesores en formación la toma de conciencia sobre cómo se aprende y cómo se enseña; los lleve a comprender la propia práctica y a transformarla en pro de su desarrollo personal y profesional, así como en beneficio del desarrollo de sus alumnos.

Es difícil creer que un buen profesor de Matemáticas no pueda ser un profesor aún mejor si se dispone a utilizar esos recursos extras en su clase. Con relación a los alumnos, se

observó que viendo y manipulando datos tenían un mejor aprendizaje de Matemáticas que por medio de representaciones abstractas en la pizarra.

Valente (1993, p. 115) considera que el conocimiento necesario para que el profesor asuma una postura crítico-reflexivo “no es adquirido a través de entrenamiento. Es necesario un proceso de formación” permanente, dinámico e integrador, que se hará a través de la práctica y de la reflexión sobre esta práctica. El cambio de esta realidad será posible con una formación del profesor que no sea meramente técnica, sino que principalmente se asiente en una discusión que propicie “adquirir nueva visión epistemológica del contenido; adquirir capacidad de pensamiento conceptual, adquirir competencias al nivel del dominio del software y del hardware y de la informática en general y ser proficiente en una teoría didáctica que sustente el trabajo” (Hodgson, 1995, in Ramos 1999, p. 96). Es decir, el profesor como mediador del aprendizaje significativo.

## **7.5 ¿QUÉ SE PUEDE MEJORAR EN EL SITIO CIAMATE?**

Uno de los aspectos que se puede mejorar en el sitio CIAMATE se refiere a la adaptación a la edad. Teniendo en cuenta la ampliación de la enseñanza fundamental para nueve años, los alumnos del 1<sup>er</sup> año tienen edad de 6 años y no están alfabetizados; los alumnos de 2<sup>o</sup>, con 7 años de edad (que corresponde al 1<sup>er</sup> curso antiguo) están en proceso de alfabetización y presentan dificultad de lectura en la pantalla del ordenador, siendo necesario desarrollar un número de actividades con niveles más simples, complementado con el uso de audio para adaptarse a la edad especificada.

El profesor puede crear e insertar otras situaciones-problema en el banco de datos del software, permitiendo nuevas creaciones y posibilidades. El CIAMATE, por ser un software simple, disponible en la red y abierto, se puede ampliar y reutilizar fácilmente. El profesor de Matemáticas no necesita entrenamiento para su uso, ni conocimiento de programación.

En un país de dimensiones continentales como Brasil, la construcción de soluciones estructurales para el perfeccionamiento del sistema educacional brasileño justifica el desarrollo de un ambiente como el descrito, el cual ya está disponible gratuitamente vía Internet, sin necesidad de compra de licencia de uso. La gratuidad del sitio CIAMATE posibilita popularización aún mayor del uso de ordenadores en las clases, contribuyendo para la mejora de la calidad de la enseñanza de las Matemáticas.

Hasta aquí se han descrito los resultados alcanzados con las reflexiones que éstos suscitaron. Además de lo ya expuesto, el resultado de esta investigación también ofrece innumerables oportunidades de encaminamientos para investigaciones futuras tales como:

- Ampliar las actividades del CIAMATE para la enseñanza de otros conceptos matemáticos en todos los niveles.
- Posibilitar investigaciones científicas que aborden la creación y uso de sistemas adaptados al modo humano de razonar.

Hay que destacar también la importancia de trabajos científicos que investiguen cómo el niño comprende y relaciona el aprendizaje de conceptos trabajados con el uso de software y ordenadores, o sea, como éstos contribuyen al cambio de la estructura cognitiva (subsunores). Con ese conocimiento, el profesor, en su práctica pedagógica, podrá explotar estas herramientas, sacando provecho de su uso.

Mientras las investigaciones y trabajos van evolucionando, nuestro punto de vista es que un buen argumento para la enseñanza y aprendizaje es el de Moreira (2005), cuyo foco está en el aprendizaje significativo subversivo o crítico y que enfatiza varios principios básicos, de los cuales destacamos:

- aprender/enseñar preguntas en lugar de respuestas (interacción social y cuestionamiento);
- aprender a partir de distintos materiales educativos.

Preliminarmente se percibió que la propuesta de estrategias de enseñanza, considerando las condiciones fundamentales de las Teorías de Vergnaud, Ausubel y Moreira proporcionó una apropiación significativa de los contenidos de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas desarrollados, en la medida en que no se limitó sólo a la memorización de estos conceptos. La materia de enseñanza fue percibida por el alumno como relevante para sus propios objetivos y contextualizada a partir de sus vivencias, lo que potenció las estrategias desarrolladas en las tareas del sitio CIAMATE permitiendo la asimilación significativa de nuevos conceptos, generando diferenciaciones progresivas, enriqueciendo la estructura cognitiva y formando nuevos subsunores o conceptos “anclas”.

Finalizando esta tesis, es posible decir que el sitio CIAMATE les ofreció a los estudiantes que participaron en esta investigación la oportunidad de adquirir nuevos significados en la construcción jerárquica de conceptos de la materia de enseñanza, pues se percibieron cambios en el dominio cognitivo, conceptual y evidencias de aprendizaje significativo demostrado a través de los resultados de los tests de significancia, verificables

por el comportamiento de los alumnos a lo largo del desarrollo de la investigación. Se observó, en innumerables oportunidades, que existía una comprensión genuina de los conceptos de las Estructuras Aditivas y Multiplicativas, implicando la pose de significados claros, necesarios, diferenciados y transferibles de esos conceptos, con toma de conciencia de acciones en este aprendizaje conceptual.

Hay que destacar la importancia de presentar y trabajar con los alumnos diferentes situaciones dentro del campo conceptual de las estructuras aditivas y multiplicativas. Solamente así, los alumnos tendrán la posibilidad de ampliar y dominar los conceptos que forman parte de ese campo conceptual y de aumentar posibilidades y estrategias, resolver problemas más complejos de ese y de otros campos conceptuales en los que tienen influencia los campos aditivos y multiplicativos.

## **7.6 DIAGRAMA V DE LA TESIS**

A continuación presentamos el diagrama V de la tesis.



## REFERENCIAS

Almeida, E.O. (2006). *Como as crianças constroem procedimentos matemáticos: reconcebendo o fazer matemática na escola entre modelos e esquemas*. Dissertação (Mestrado em Educação) 250p, Faculdade de Educação, UnB, Universidade de Brasília, Brasília (DF). <http://hdl.handle.net/10229/11661>

Araujo, I.S., Veit, E.A. (2005). *Implicações da Teoria da Carga Cognitiva sobre o desenvolvimento de material instrucional*. Adaptação e atualização de parte do Texto de Apoio No 24 do Programa Internacional de Doctorado en Enseñaza de las Ciencias.

Araujo, I.S., Veit, E. A. (2008). *Interatividade em recursos computacionais aplicados ao ensino-aprendizagem de Física* In: Anais da 14ª Jornada Nacional de Educação, Santa Maria: Editora da Unifra.

Ausubel, D.P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano.

Ausubel, D.P., Nokak, J.D., & Hanesinan, H. (1978). *Educational psychology*. Nova York: Holt, Rinehart and Winston.

Backendorf, V. R. (2010). *Uma sequência didática de medidas de comprimento e superfície no 5º ano do ensino fundamental: um estudo de caso*. 2010 Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (Mestrado Profissional) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação- UFRGS, Porto Alegre (RS). <http://hdl.handle.net/10183/25221>

Barros, J. M.G. (2002). *Jogo Infantil e Hiperatividade*. Rio de Janeiro, RJ: Sprint.

Barros, M.V.G. (2002). *Construção e Validação de Instrumentos: O que é um bom teste? Texto elaborado para fins educacionais*. Escola Superior de Educação Física, Universidade de Pernambuco. Recuperado em setembro de 2009, <http://www.maurovbg.hpg.ig.com.br/docs/biblioteca/pdf/texto2.pdf>

Becker, F. (2005). Um divisor de águas. In: *Coleção memória da pedagogia*, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.24-33.

Biblioteca Central UFRGS. Recuperado em janeiro, 2009, de <http://www.biblioteca.ufrgs.br/>

Braga, M. M. (2006). *Design de Software Educacional baseado na Teoria dos Campos Conceituais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco(PE).

Brandt, C. F. (2005). *Contribuições dos Registros de Representação Semiótica na Conceituação do Sistema de Numeração*. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), 242p. Centro de Física e Matemática, Centro de Educação, Centro de Ciências Biológicas, UFSC, Florianópolis (SC).

Brasil, (1997). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, p. 148.

Bona, B.O. (2009). *Análise de Softwares Educativos para o Ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental*. Experiências em Ensino de Ciências, Porto Alegre, V4(1), pp.35-55. Recuperado em DATA DE ACESSO de: <<[http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID71/v4\\_n1\\_a2009.pdf](http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID71/v4_n1_a2009.pdf) >>

Bruce, Torff & Rose Tirotta. (2010). Interactive whiteboards produce small gains in elementary students' self-reported motivation in mathematics. ) *Computers & Education Volume 54, Issue 2*, February 2010, Pages 379-383.

Bonilla, M. H. S. (1995). *Concepções do Uso do Computador na Educação. Espaços da Escola*, Ano 4, n. 18. Ijuí.

Buehring, R.S. (2006) *Análise de dados no início da escolaridade: uma realização de ensino por meio dos registros de representação semiótica*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina –UFSC, Florianópolis(SC).

Cabrilog. Innovative Maths Tools. Recuperado em 20 abr.2008, de <http://www.cabri.com>.

Canôas, S.S. (1997). *O Campo Conceitual Multiplicativo na Perspectiva do Professor das Séries Iniciais (1ª a 4ª série)*. Dissertação de Mestrado em Ensino da Matemática à Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

Carol Robinson, Judy Sebba (2010). Personalising learning through the use of technology. (7) *Computers & Education Volume 54, Issue 3*, April 2010, Pages 767-775

Campos, E.G. J. (2007) *As dificuldades na aprendizagem da divisão: análise da produção de erros de alunos do Ensino Fundamental e sua relação com o ensino praticado pelos professores*. Programa de mestrado da Universidade Católica Dom Bosco, São Paulo (SP).

Campos, F.R. (2009). *Diálogo entre Paulo Freire e Seymour Papert: a prática educativa e as tecnologias digitais de informação e comunicação*. 1v. 182p. Doutorado. Universidade Presbiteriana Mackenzie – Letras, São Paulo. Recuperado em DATA DE ACESSO , de, <http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/resumo.html?idtese=20091533024014015P3>

Carraher, D.W. (1992). *A aprendizagem de conceitos matemáticos com o auxílio do computador*. In: Alencar, E. S. (org). *Novas Contribuições da Psicologia aos Processos de Ensino e Aprendizagem*. São Paulo: Cortez, p. 169 – 201.

Castro-filho, Leite, M.A., Freire, R. S., & PaschoaL, I.V.A. (2003). *Balança Interativa: um software para o ensino da Álgebra*. In: *XVI Encontro de Pesquisa Educacional das Regiões Norte e Nordeste* (EPENN), Aracaju, SE.

Cavalcante, C.A.S. (2007). *Discussão sobre a aplicação das atividades estruturadas de Skemp para a construção do conhecimento matemático*. 71p, Dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte –UFRN.

Cawahisa, E. C. M. (2006). *As pesquisas sobre jogos e a prática pedagógica com matemática nas séries iniciais do ensino fundamental*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática) Universidade Estadual do Maringá -UEM, Maringá (PR).

Comério, M. S. (2007) *Interação social e solução de problemas aritméticos nas séries iniciais do Ensino Fundamental*. 259p, dissertação de mestrado do Programa de pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas(SP).

Costa, N. M. V. (2007). *A Resolução de problemas aditivos e sua complexidade: a previsão dos professores e a realidade dos alunos*. Programa de mestrado de Universidade Federal do Pará, Pará.

Costa, A.C. (2009). *Ensino de fatos básicos aditivos para crianças com Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH): possibilidades de intervenção pedagógica na aritmética*. 1v. 179p. Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – educação. Recuperado em 02 out. 2010, de <http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/resumo.html?idtese=20098742001013001P5>

Cybis, W. A. (2008). *Abordagem ergonômica para IHC: ergonomia de interfaces humano-computador*. Florianópolis: LabIUtil - Laboratório de Utilizabilidade INE/UFSC. Recuperado em 09 maio 2008, de, <[www.labiutil.inf.usfc.br/apostila.html](http://www.labiutil.inf.usfc.br/apostila.html)>

Dalacosta, K, Kamariotaki-Paparrigopoulou, M., Palyvos, & J.A, Spyrellis, N. (2009). Multimedia application with animated cartoons for teaching science in elementary education . Article .*Computers & Education, Volume 52, Issue 4, May 2009, Pages 741-748*. Recuperado em: 02 out. 2010, de <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03601315>

Dante, L. R. (2001). *Vivência e Construção*. São Paulo: Ática, ISBN 85 08 08 728 4.

Donini, R. (2005). *Identificando comportamentos pré-requisitos para o ensino da adição e da subtração*. 239p. Dissertação de mestrado- Psicologia Experimental: Análise do Comportamento, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo-PUCSP, São Paulo(SP).

Eow. Y.L; Ali. Z.W ; Mahmud. R., & Baki, R. (2009). Learning with ICT: New perspectives on help seeking and information searching. *Computers & Education, Volume 53, Issue 4*, December 2009, Pages 1082-1091. Recuperado em 02 de outubro de 2010 de, <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03601315>

Erdogan Kose. (2009). Assessment of the effectiveness of the educational environment supported by computer aided presentations at primary school level. *Computers & Education Volume 53, Issue 4*, December 2009, Pages 1355-1362

Fabício, A.D. (2006). *O ensino da matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: concepções e práticas docentes*. 100p, Dissertação de Mestrado em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul -PUCRS, Porto Alegre.

Ferreira, A. B. L. S. (2007). *Análise Semiótica da Linguagem Matemática por Meio dos Jogos Universidade*. 132p, do programa de mestrado em Semiótica, Tecnologias de Informação e Educação, Sociedade Educacional Braz Cubas Ltda, Mogi das Cruzes (SP).

Fioreze, L. A, (2010). *Atividades digitais e a construção dos conceitos de proporcionalidade : uma análise a partir da teoria dos campos conceituais*. Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Porto Alegre. <http://hdl.handle.net/10183/19011>

Fotini, Paraskeva, Sofia Mysirlaki & Aikaterini Papagianni (2010). *Multiplayer online games as educational tools: Facing new challenges in learning*. *Computers & Education Volume 54, Issue 2*, February 2010, Pages 498-505

Franchi, A. (1999). *Considerações sobre a teoria dos campos conceituais*. In: Machado Alcântara, S.D. et. al. *Educação Matemática: uma introdução*. São Paulo: EDUC. p.155-195.

Freire, P., Shor, I. (1986). *Medo e ousadia: o cotidiano do professor*. Tradução de Adriana Lopez. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Gadino, A (1996). *Las Operaciones Aritméticas, los niños y La escuela*. Ed. Magistério Del rio da La plata. Viamonte, Argentina. Isbn 950 550- 197-8.

Georgia Lazakidou & Symeon Retalis. (2010). Using computer supported collaborative learning strategies for helping students acquire self-regulated problem-solving skills in mathematics. *Computers & Education* Volume 54, Issue 1, January 2010, Pages 3-13

Golbert, C. S.(2005). *Esquemas multiplicativos : as origens da multiplicação em alunos do ensino fundamental*. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal do Rio grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre (RS). < <http://hdl.handle.net/10183/5001>>

Gonçalves, H. A. (2008). *Educação matemática e cálculo mental: uma análise de invariantes operatórios a partir da Teoria dos Campos Conceituais Gérard Vergnaud*. 243p, Tese do programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal Fluminense, São Paulo (SP).

Guimarães, S. D. (2005). *A resolução de problemas de estrutura aditiva por alunos de 3ª série do ensino fundamental: aspectos cognitivos e didáticos*. 133p. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar e Formação de Professores) ,Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande (MS).

Guimarães, S. D. (2005). A resolução de problemas de estrutura aditiva de alunos de 3ª série do ensino fundamental. *Publicação da 28ª Reunião Anual da ANPED*. Recuperado 03 de agosto de 2011, de <http://www.anped.org.br/reunioes/28/textos/gt19/gt191044int.rtf>.

Guimarães, S.D. (2009). *A prática regular de cálculo mental para ampliação e construção de novas estratégias de cálculo por alunos do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental*. 1v.267p. doutorado, Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul-Educação. Mato Grosso do Sul.

Grando, A, Konrath,M.L.P.; Tarouco,L. (2003) *Alfabetização visual para a produção de objetos educacionais*. CINTED – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, V. 1, Nº 2.

Hastad, DN, Lacy, AC. (1994). *Measurement and Evaluation in Physical Education and Exercise Science*. Scottsdale, AR: Gorsuch Scarisbrick.

Helen C. Reed, Paul Drijvers and Paul A. Kirschner (2010). Effects of attitudes and behaviours on learning mathematics with computer tools. 14) [Computers & Education Volume 55, Issue 1](#), August 2010, Pages 1-15

Ju-Ling Shih, Bai-Jiun Shih, Chun-Chao Shih, Hui-Yu Su and Chien-Wen Chuang (2010). The influence of collaboration styles to children's cognitive performance in digital problem-solving game "William Adventure": A comparative case study. [Computers & Education Volume 55, Issue 3](#), November 2010, Pages 982-993

Julie McLeod & Lin Lin. (2010). A child's power in game-play. [Education Volume 54, Issue 2](#), February 2010, Pages 517-527

Jurado,U. M. (2008, Marzo). El rincón de los problemas. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*. (13), 121-125. Pontificia Universidad Católica del Perú. ISSN: 1815-0640

Justo J.C.R. (2009). *Resolução de Problemas Matemáticos Aditivos: possibilidades da ação docente*. 1v, 196p. Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Educação. Porto Alegre. <http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/resumo.html?idtese=200910542001013001P5>

Kalinke, , M. A. (2009). *A mudança da linguagem matemática para a linguagem corrente e as suas implicações na interpretação de problemas matemáticos* 1v. 205p. Doutorado. Pontificia Universidade Católica de São Paulo - Educação Matemática, São Paulo. <http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/resumo.html?idtese=20093433005010005P4>

Kay, R. H. (2009). *Examining gender differences in attitudes toward interactive classroom communications systems (ICCS)*. *Revista Computers & Education* Volume 52, Issue 4, Pages 719-914 (May 2009). Recuperado em: 02 outubro 2010, em <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03601315>

Kawasaki, J. L., & Raven, M.R. (1995). Computer-administered surveys inextension. *Journal of Extension*, 33, 252-255. Recuperado em 2 junho 1999, de <http://joe.org/joe/index.html>

Lautert. S.L. (2005). *As dificuldades das crianças com a divisão: um estudo de intervenção*. Tese de doutorado (Psicologia Cognitiva), Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco. Recuperado em 2 junho 1999, de, <http://hdl.handle.net/10229/4310>

Liang, Hai-Ning, & Sedig, Kamran (2010). Role of Interaction in Enhancing the Epistemic Utility of 3d Mathematical Visualizations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. <http://www.springerlink.com/content/e53665133115w50w/abstract/>

Lima, R. C. R. (2005). *Introduzindo o conceito de média aritmética na 4ª série do ensino fundamental, usando o ambiente computacional*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Centro das Ciências Exatas e Tecnologias, PUC-SP, São Paulo (SP).

Machado, R. C. M. (2010). Desempenho matemático, problemas matemáticos aditivos e memória de trabalho : um estudo com alunos de 4ª série do ensino fundamental. Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Porto Alegre. <http://hdl.handle.net/10183/24925>

Magina, S. (2001). *A Teoria dos Campos Conceituais: contribuições da psicologia para a prática docente*. São Paulo.

Magina, S. & Campos, T. M. M. (2004). As estratégias dos alunos na resolução de problemas aditivos: um estudo diagnóstico. *Educação Matemática Pesquisa*, 6(1), 53-71.

Magina, S. M. P., & Campos, T. M. M. (2004). *Concepções e desempenhos de professores das séries iniciais no campo das estruturas aditivas*. PUC- SP. Recuperado em outubro 2009, de [http://miltonborba.org/CD/Interdisciplinaridade/Anais\\_VII\\_EPEM/Comunicacoes\\_Orais/co0049.doc](http://miltonborba.org/CD/Interdisciplinaridade/Anais_VII_EPEM/Comunicacoes_Orais/co0049.doc).

Maia, V. (2010). *Funções neuropsicológicas e desempenho matemático: um estudo com crianças de 2ª série*. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação- UFRGS, Porto Alegre (RS). Porto Alegre. Recuperado em DATA DE ACESSO, de <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/25846>.

Maluf, J. L. (2010), *Raciocínio quantitativo e memória de trabalho na aprendizagem matemática: um estudo comparativo entre grupos*. Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Porto Alegre. Recuperado em DATA DE ACESSO, de <http://hdl.handle.net/10183/24162>

Manechine, S. R. S. (2006). *Construção de Signos Matemáticos: uma proposta metodológica para as séries iniciais do ensino fundamental*. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru (SP).

Mansureh Kebritchi, Atsusi Hirumi & Haiyan Bai (2010). *The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation*. *Computers & Education* Volume 55, Issue 2, September 2010, Pages 427-443

Matui, J. (1995). *Construtivismo*. São Paulo: Moderna.

Mello, T. A. (2008). *Argumentação e metacognição na solução de problemas aritméticos de divisão*. Dissertação de Mestrado em Educação - FE, Unicamp, Campinas (SP).

Meneguette, F. C. (2008). *Verificação da Aprendizagem de Operações Matemáticas a partir de jogos interativos Multimídia: o caso dos alunos da casa São José*. Dissertação de mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC, Florianópolis (SC).

Mesomo, A.C. (2009). *Problematizando o uso dos jogos e das brincadeiras na educação das crianças de 0 a 6 anos: uma análise de propostas exemplares*. 1v. 175p. Doutorado. Universidade de São Paulo – Educação. Recuperado em Data de acesso, de, <http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/resumo.html?idtese=20094033002010001P6>

Minotto, R. (2006). *Compreensões de professores das séries iniciais sobre o ensino dos procedimentos matemáticos envolvidos nos algoritmos convencionais da adição e da subtração com reagrupamento*. 153p, Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba(PR).

Moura, G. R. S. (2007). *Crianças com dificuldades em resolução de problemas matemáticos: avaliação de um programa de intervenção*. 159p, Tese Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação Especial do Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos- UFSCar.

Mello, Viviane de Oliveira. (2009). *Os temas transversais na matemática das séries finais do ensino fundamental, teoria ou prática?* Recuperado em fevereiro, 2009, de, [http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/PesquisaObraForm.do?select\\_action=&co\\_autor=83491](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/PesquisaObraForm.do?select_action=&co_autor=83491)

Milani, E. (2001). A informática e a comunicação Matemática. In. Smole, K.S ; Diniz, M. I. (Org.) *Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender matemática*. Porto Alegre: Artmed, p. 175- 200.

Miller, George A. (1956). *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information*. Recuperado em setembro de 2009, de <http://www.musanim.com/miller1956/>.

Molich, R., Nielsen, J. (1990). *Improving a human-computer dialogue: what designers know about traditional interface design*. Communications of the ACM, v. 33, p. 338-342.

Moreira, M. A. (2004). *A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de Ciências e a investigação nesta área*. Porto Alegre: Instituto de Física.

Moreira, M. A. (2004). *Sobre cambio conceptual, obstáculos representacionales, modelos mentales, esquemas de asimilación y campos conceptuales*. Porto Alegre: Instituto de Física.

Moreira, M. A. (1999). *Teorias de aprendizagem*. Porto Alegre: Pedagógica e Universitária.

Moreira, M. A. (2005). *Representações mentais, modelos mentais e representações mentais*. Porto Alegre: Instituto de Física.

Moreira, M. A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília: UnB.

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*. Porto Alegre, RS.7 (1) Recuperado em 08 junho de 2010, de <http://www.ufrgs.br/ienci>

Moreira, M. A.(2005). *Aprendizagem Significativa Crítica*, Porto Alegre.

Moreira, A.M. *Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica (Meaningful learning: from the classical to the critical view)*. Instituto de Física da UFRGS, Porto Alegre, Recuperado em 08 junho de 2010, de [http://ambiente.aied.com.br/UploadFiles/1\\_APRENDIZAGEM%20SIGNIFICATIVA.pdf](http://ambiente.aied.com.br/UploadFiles/1_APRENDIZAGEM%20SIGNIFICATIVA.pdf)>

Moreira, M.A., & Ostermann, F. (1999). *Teorias Construtivistas*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 56p. (Textos de apoio ao professor de Física; n.10).

Moreira, M.A.R.C. (2004). *Trabalho Colaborativo e Reflexão para o Ensino da Multiplicação e da Divisão: um estudo com três professores do 1º ciclo do ensino básico*: 2004. Dissertação de Mestrado em Educação - Instituto de Educação e Psicologia. Universidade do Minho. Braga.

Nascimento, N.F.C. (2007). *A resolução de problemas de estrutura aditiva por crianças da Educação Infantil: o uso de jogos e problemas escolares*. 128p, programa de pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Recife.

Moreira, M. A. (2010). *Aprendizaje significativo Critico*. Boletín de Stúdios e Investigación. 2ª ed. nº 6: 83-101.

National Library of Virtual Manipulatives. Recuperado em: 27 abril 2009, de <http://nlvm.usu.edu>.

Nied. Núcleo de informática aplicada à Educação. Recuperado em: 27 maio 2008, de <http://www.nied.unicamp.br>.

Novak, J.D., & Gowin, D.B. (1984). *Concept mapping and other innovative strategies*. Ithaca: Cornell University.

Novello, T. P. (2006). Investigando a interação no ambiente virtual de Aprendizagem Mathemolhes. 99p, Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental, Fundação Universidade Federal do Rio Grande -FURG , Rio Grande (RS).

Nunes, T. & Bryant, P. (1997). *Crianças fazendo matemática*. Trad. Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas.

Oliveira, J.A. (2005). *O Ensino – Aprendizagem da Matemática nas 4ª Séries do Ensino Fundamental das Escolas Públicas: Estudo de Caso do Ibura*. Dissertação de mestrado profissionalizante-Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco.

Oliveira, J. C. S. (2009). *Grupo Escolar Barnabé - Santos: a presença do método intuitivo no ensino de aritmética na escola primária entre os anos de 1938 a 1948*. Dissertação de mestrado programa de pós-graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), São Paulo(SP).

Onlinekidz. Recuperado em: 20 abr.2008, de <http://www.onlinekidz.com>.

Orrantia, J. (2003). El rol del conocimiento conceptual em la resolución de problemas aritméticos com estructura aditiva. *Infancia y Aprendizaje*, vol. 26(4), p. 451-468.

Pannuti, M. P. (2007). Aprendizagem Operatória e Aritmética Inicial na Educação Infantil. 2007, 193p, Tese de doutorado do Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná-UFPR.

Papert, S. (1985). *Logo: Computadores e Educação*. São Paulo: Editora Brasiliense.

Panizza, M. (2006). *Ensinar matemática na educação infantil e nas séries iniciais: análise e propostas*. Porto Alegre: Artmed, 188 p. ISBN 85-363-0592-4.

Parente, M. C. C. (2004). *A construção de práticas alternativas de avaliação na pedagogia da infância: sete jornadas de aprendizagem*. Tese de Doutorado. Braga, Portugal: Universidade do Minho, 2004. Recuperado 04 de junho de 2011, de [http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/888/1/TESE\\_CD\\_IEC\\_UM.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/888/1/TESE_CD_IEC_UM.pdf).

Perry, G.T. (2005). *Proposta de uma metodologia participativa para o desenvolvimento de software educacional*. Porto Alegre. Dissertação mestrado engenharia de produção da UFRGS.

Pêsoa, C.A.S (2009). Quem dança com quem: o desenvolvimento do raciocínio combinatório do 2º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio. Tese de doutorado, 1v. 268p. Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco. Recuperado em DATA DE ACESSO, de, <http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/resumo.html?idtese=20096825001019001P7>

Piaget, J. (1926). *A Representação do Mundo na Criança*. Trad. de Rubens Fiúza. Rio de Janeiro, Record. Edição original em francês 1926.

Placha, K.C. (2006). *A solução de problemas de produto de medidas de crianças da 3ª série do ensino fundamental e a intervenção do professor*. 2006. 291f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Setor de Educação, UFPR, Curitiba (PR).

Ramos, J.L.P. (1999). *A integração do computador na escola e no currículo: problemas e perspectivas*. Revista Inovação, 12:89-106.

Reasonablegames. Recuperado em: 29 maio 2008, de < <http://www.reasonablegames.com>>.

Reges, M. A. G. (2006). *A prática pedagógica de professoras do II ciclo do Ensino Fundamental no ensino de estruturas aditivas*. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual do Ceará do Rio Grande -FURG , Rio Grande (RS).

Reyes, Oscar Garcia. (2010). *Matemáticas. Binários*. Recuperado em 30 maio 2008, de <http://www.oscargarcia.es/binarios/MatematicasD.zip>>.

Ribeiro, E. V. (2007). *O design e o uso de um micromundo musical para explorar relações multiplicativas*. 2007, 225p, dissertação de mestrado do Programa de pós-graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo-PUC-SP.

Rodrigues, I. C.(2006). Resolução de problemas em aulas de Matemática para alunos de 1ª a 4ª séries do ensino fundamental e a atuação dos professores. 2006. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática), Centro das Ciências Exatas e Tecnologias, PUC-SP, São Paulo (SP).

Saeb (2001). Relatório SAEB. *Matemática. Sistema de Avaliação do Ensino Básico*. Brasília, DF: INEP, MEC.

Saeb (2005). *Médias de desempenho do SAEB/2005 em perspectiva comparada – Médias de Proficiência em Matemática Brasil. 4ª série E.F.Matemática*. Brasília: INEP, MEC. Recuperado em 27 fev. 2008, de [http://www.inep.gov.br/download/saeb/2005/SAEB1995\\_2005.pdf](http://www.inep.gov.br/download/saeb/2005/SAEB1995_2005.pdf)

Sancho, J. M. (org.). (1998). *Para uma tecnologia educacional*. Porto Alegre, RS: Artmed.

Santos, J.C.F. (2011). *Aprendizagem Significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor*. Ed. Mediação. 2ª ed. 96 p ISBN: 978-85-7706-025-2. Recuperado 04 de junho de 2011, de <http://www.juliofurtado.com.br/page.php?id=5>

Santos, R. R. (2006). *Formação continuada de professores sobre estruturas multiplicativas a partir de seqüências didáticas*. 2006. 219p. Dissertação (Mestrado em Educação) — UFPE, Recife (PE).

Sebarroja, J.C. (1996). *La escuela: entre la utopía y la realidad*. Octaedro, p.33-51, Barcelona.

Serviços Capes. Recuperado em janeiro, 2009, de <http://servicos.capes.gov.br/capesdw/>>

Signorini, M. B. (2007). Crianças, Algoritmos e Sistema de Numeração Decimal. 2007, programa de Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática da Universidade Estadual do Maringá, Maringá(PR).

Silva, A.C. (2009). Reflexão sobre a Matemática e seu processo de ensino-aprendizagem: implicações na (re)elaboração de concepções dos professores. 1v. 246p. Doutorado. Universidade Federal da Paraíba/João Pessoa – Educação.

Silva, M. C. (2007). Avaliação da Competência Aritmética em Crianças de 1ª e 2ª Série do ensino Fundamental. 2007, programa de Mestrado da Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2007.

Silva, A.C. (2009). A constituição dos saberes da docência: uma análise do campo multiplicativo. Tese de doutorado, 1v. 120p. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – Educação Matemática. (2010). Recuperado em DATA DE ACESSO, de, <http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/resumo.html?idtese=20093633005010005P4>  
Só Matemática. (2010). Softwares. Recuperado em 30 maio 2008, de <http://www.somatematica.com.br/softw/abaco.zip>.

Silveira, F.L. (1993). Validação de testes de lápis e papel. En Moreira, M.A. e Silveira, F.L. (Eds.). *Instrumentos de pesquisa em ensino e aprendizagem* (pp. 67-93). Porto Alegre, RS: EDIPUCRS.

Soares, F. C. C. (2007). O ensino desenvolvimental e a aprendizagem de matemática na primeira fase do Ensino Fundamental. 2007, programa de mestrado da Universidade Católica de Goiás (GO).

Soft Market. Tecnologia Educacional. Recuperado em: 27 abril 2009, de <http://www.softmarket.com.br>.

Spiegel, M. R. (1978). *Probabilidade e estatística*. São Paulo: Makron Books do Brasil.

Squires, D., & Preece, J.(1996). Usability and learning: evaluating the potential of educational software. Great Britain: *Computer Edu.* v. 27, n. 1, p. 15-22.

Sweller, John. (2003). *Cognitive Load Theory: A Special Issue of educational Psychologist*. LEA, Inc.

Tardiff, M. (2000) “*Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários - Elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas conseqüências em relação à formação para o magistério*”. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, n. 13, p. 5–24, jan./fev./mar./abr.

Tarouco, L.M.R. (2006). *Alfabetização Visual*. Recuperado em 05 novembro 2009, de, <http://penta2.ufrgs.br/edu/cargacognitiva/alfabvisualres.pdf>.

Tarouco, L.M.R. (2007). *A importância do estudo da teoria da carga cognitiva em uma educação tecnológica*. RENOTE, Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 5, p. 1-11.

Todesco, H. (2006). Um Estudo com os Números Inteiros nas Séries Iniciais: reaplicação da pesquisa de Passoni. 2006. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) — Centro das Ciências Exatas e Tecnologias, PUC-SP, São Paulo (SP).

Toffler, A. (1980). *A terceira onda*. Rio de Janeiro, Record, p.23.

Toledo, Marília. ; Toledo, Mauro.(1997). *Didática da Matemática: como dois e dois: A construção da Matemática*. São Paulo: FTD.

Unesco, (1987). *Informe final da Conferência Geral da Unesco*. Paris.

University of Colorado at Boulder. (2010). Interactive Simulations. Recuperado em: 21 novembro 2009, de <http://phet.colorado.edu/index.php> .

Valente, J. A. (1999). *Diferentes abordagens de educação a distância*. Coleção Série Informática na Educação - TV Escola, Recuperado em 30 de maio de 2010, de, <http://www.proinfo.gov.br>

Valente, J. A. (1993). Formação de Profissionais na Área de Informática em Educação. In Valente, J. A. (org), *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação*. Campinas, SP, Gráfica Central da Unicamp.

Valente, J. A. (2003). *O papel do computador no processo ensino-aprendizagem*. Boletim do Salto para o Futuro. Série Pedagogia de Projetos e integração de mídias, TV-ESCOLA-SEED-MEC, 2003. Recuperado 04 de junho de 2011, de <http://www.tvebrasil.com.br/salto>.

Valente, J. A., Prado, M. E. B. B. & Almeida, M. E. B. de. (2003). *Formação de Educadores a Distância Via Internet*. São Paulo: Avercamp.

Vergnaud G. (1981). *L'enfant, la mathématique et la réalité*, Berne, Francfort/M. Lang. 1981. Recuperado em: 30 maio 2008 de <http://www.mma.gov.br/port/sbf/dap/educamb.html>> .

Vergnaud, G. (1982). A classification of cognitive tasks and operation of thought involved in addition and subtraction problems. In: Carpenter, T. Moser, J.; Romberg, T. *Addition and subtraction. A cognitive perspective*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum. p. 39-59.

Vergnaud, G., Carpenter, T. Moser, & J.Romber, T. (1982) *Addition and subtraction. A cognitive perspective*. Hillsdale,NJ: Lawrence Erlbaum. p. 39 – 59.

Vergnaud, G. (1982). A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. In Carpenter, T., Moser, J. & Romberg, T. (Eds.). *Addition and subtraction: a cognitive perspective* (pp. 39-59). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.

- Vergnaud, G.(1983). Multiplicative structures. In Lesh, R.,Landau, M. (Eds.) *Acquisition of Mathematics Concepts and Processos*. New York: Academic Press Inc. p. 127-174.
- Vergnaud. G.(1984). *Didactics as a content-oriented approach to research on the learning of Phvsics, Mathematics and natural language*. New Orleans: AERA.
- Vergnaud, G. (1985). *Concepts et schèmes dans une théorie opératoire de la représentation, Psychologie Française*. p.38- 3/4, 245-252.
- Vergnaud, G. (1986). *Psicologia do desenvolvimento cognitivo e didactica das matematicas*. Um exemplo: as estruturas aditivas. In *Analise Psicologica*, 1 (V): p. 75-90.
- Vergnaud, G.(1987). *Problem solving and concept development in the learnig of mathematics*. E.A.R.L.I. Second Meeting. Tübingen.
- Vergnaud, G. (1988). Multiplicative structures. In Hiebert, H. and Behr, M. (Eds.). *Research Agenda in Mathematics Education*. Number Concepts and Operations in the Middle Grades.Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum. p. 141-161
- Vergnaud, G. (1990). *La Théorie des champs conceptuels. Recherches en Didactiques des Mathématiques*, v.10, n.23, p.
- Vergnaud, G. (1991). Langage et pensée dans l'apprentissage des mathématiques. *Revue Française de Pédagogie*, Lyon (France), n. 96, p. 79-86
- Vergnaud, G. (1993). Teoria dos campos conceituais. In Nasser, L. (Ed.) *Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro*. p. 1-26.
- Vergnaud G. (1994).. Multiplicative conceptual field: What and Why? In Guershon, H.; Confrey, J. (Eds.) *The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics*. Albany, N.Y.:State University of New York Press. p.41-59.
- Vergnaud, G. (1996). A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. *Revista do GEMPA*, Porto Alegre, Nº 4: 9-19.
- Vergnaud G. (1997).. The nature of mathematical concepts. In T. Nunes; P. Bryant (Eds.), *Learning and teaching mathematics: An international Perspective*, Psychology Press, Hove, p. 5-28.

Vergnaud G. (1998). A comprehensive theory of representation for mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, v.17, n. 2, p.167-181.

Vergnaud, G. (2003). *A gênese dos campos conceituais*. In: Grossi, E. P. Por que ainda há quem não aprende?: A teoria. Petrópolis: Vozes.

Visual Class. Software de autoria. Recuperado em 20 abr. 2008, de <http://www.classinformatica.com.br>.

Vygotsky, L.S. (1994). *A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos superiores*. São Paulo: Martins Fontes.

Wallauer, A. (2006) *Reflexões sobre a construção da operação de divisão em crianças de 1. e 2. séries de classes multisseriadas*. 2006. Tese (Doutorado em Educação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, Porto Alegre (RS), 2006. <http://hdl.handle.net/10183/7518>

# APÉNDICES



# APÉNDICE A

## PRETESTS Y POSTESTS



### 1. PRETEST Y POSTEST DEL 1<sup>er</sup> CURSO

#### Prueba Diagnóstica (exploración) (1<sup>er</sup> Curso)

Escuela: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del Alumno: \_\_\_\_\_

#### Instrucciones:

- Este test consta de 10 preguntas. En cada una de las preguntas, escoge sólo una de las alternativas presentadas.
- Marca la respuesta sólo cuando estés seguro de la alternativa escogida.

1) Bruno tenía 5 caramelos. Le dio 2 a su amigo. ¿Con cuántos caramelos se quedó?

(A) 3            (B) 5            (C) 2            (D) 4

2) Matheus había ganado algunos puntos, ganó 5 puntos más en un juego, consiguiendo así 14 puntos. ¿Cuántos puntos tenía antes del juego?

(A) 8            (B) 5            (C) 9            (D) 4

3) Observa el dibujo y responde.

a) ¿Cuántos años cumple hoy Renata?

b) Silvia tiene 2 años menos que Renata. ¿Cuántos años tiene Silvia?



(A) 7 años y 5 años (B) 5 años y 7 años (C) 8 años y 7 años (D) 6 años y 6 años

4) Pedro jugó y ganó 6 puntos por la mañana. Por la tarde jugó de nuevo y ganó 9 puntos. ¿Cuál es el resultado que obtuvo Pedro?

- (A) Ganó 15 puntos      (B) Perdió 15 puntos  
 (C) Ganó 3 puntos      (D) Perdió 3 puntos

5) Yo tenía R\$ 15,00. Compré un cuaderno y sobró un cambio de R\$ 3,00. ¿Cuánto costó el cuaderno?

- (A) R\$ 9,00      (B) R\$ 18,00      (C) R\$ 12,00      (D) R\$ 3,00

6) Carlos toma 2 vasos de leche por día. ¿Cuántos vasos de leche toma en una semana?

- (A) 9      (B) 15      (C) 12      (D) 14

7) Reparte igualmente 12 lápices en 3 cajas. Dibuja en las cajas los lápices ya distribuidos y después marca la respuesta correcta.



- (A) 9      (B) 4      (C) 5      (D) 6

8) ¿Cuántos grupos de 4 bolas podemos formar con 12 bolas?



- (A) 4      (B) 5      (C) 1      (D) 3

9) Sabemos que un coche tiene 4 ruedas. ¿Cuál es el número total de ruedas de los 6 coches del dibujo?



- (A) 14      (B) 22      (C) 16      (D) 24

10) Una niña tiene 1 falda vaquera y 3 blusas de color rojo, beige y blanco. ¿De cuántas maneras puede arreglarse combinando las faldas y las blusas?

	1 	2 	3 
1 			

- (A) 4      (B) 3      (C) 5      (D) 2

SUERTE EN LA PRUEBA!

## 2. PRETEST Y POSTEST DEL 2º CURSO

### Pretest (2º CURSO)

Escuela: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del Alumno: \_\_\_\_\_



#### Instrucciones:

- Este test consta de 16 preguntas. En cada una de las preguntas, escoge sólo una de las alternativas presentadas.
- Marca la respuesta sólo cuando estés seguro de la alternativa escogida.

1) En una escuela estudian 213 alumnos por la mañana y 185 por la tarde. ¿Cuál es el total de alumnos de la escuela? **R= 398 c1**

- (A) 398      (B) 397      (C) 399      (D) 400

2) Paulo tenía R\$ 475,00 en el banco. Gastó R\$ 255,00. ¿Cuánto queda en el banco? **R=220 c1**

- (A) 250      (B) 230      (C) 240      (D) 220

3) Mamá compró 325 pastelitos para tu fiesta de cumpleaños. Sobraron 38. ¿Cuántos pastelitos se consumieron en la fiesta? **R= 287 c2**

- (A) 280      (B) 285      (C) 240      (D) 287

4) Antes de empezar un juego, Pedro tenía algunos cromos. Durante el juego perdió 20 y terminó el juego con 7 cromos. ¿Cuántos cromos tenía cuando empezó el juego? **R= 27 C2**

- (A) 28      (B) 27      (C) 26      (D) 29

5) Pedro tiene 17 años. Tiene 6 años más que Carlos. ¿Cuántos años tiene Carlos? **R=11C3**

- (A) 11      (B) 12      (C) 13      (D) 14

6) Pedro tiene 9 dulces. Tiene 6 menos que Juan. ¿Cuántos dulces tiene Juan? **R= 3 C3**

- (A) 3      (B) 4      (C) 5      (D) 6

7) Juan tenía R\$ 34,00. Gastó R\$ 8,00 en una semana. La semana siguiente, gastó R\$ 2,00 más. ¿Con cuánto se quedó? **R= 24 C4**

- (A) 23      (B) 24      (C) 25      (D) 26

8) Matheus tenía 12 puntos. Ganó 10 puntos y después perdió 5. ¿Cuál es su puntuación cuando acaba el juego? **R= 17 C4**

- (A)17      (B) 15      (C) 16      (D) 18

9) Paulo le debía a Matheus 16 cromos. Le da 5. ¿Cuántos cromos le debe todavía a Matheus? **R= 11 C5**

- (A)12      (B) 14      (C) 15      (D) 16

10) Una bicicleta cuesta R\$ 650,00. En una mañana, una tienda vendió 3 bicicletas. ¿Cuánto dinero recibió por las bicicletas? **R= 1950,00**

(A) R\$ 1950,00    (B) R\$ 1800,00    (C) R\$ 1700,00    (D) R\$ 1900,00

11) Mi clase va al teatro y pagamos R\$ 120,00 por 4 entradas. ¿Cuánto cuesta 1 entrada? **R\$ 30,00**

(A) R\$ 35,00    (B) R\$ 25,00    (C) R\$ 30,00    (D) R\$ 10,00

12) En un campeonato de juegos los niños realizaron 10 partidas y cada niño jugó 2 veces. ¿Cuántos niños había en ese juego? **R=5**

(A) 5    (B) 7    (C) 4    (D) 16

13) El precio de 2 bicicletas es R\$ 1.400,00. ¿Cuál es el precio de 4 bicicletas? **R = 2800,00**

(A) R\$ 3000,00    (B) R\$ 2800,00    (C) R\$ 2600,00    (D) R\$ 2500,00

14) Un salón tiene 4 filas con 5 asientos en cada una. ¿Cuántos asientos hay en ese salón? **R=20**

(A) 24    (B) 26    (C) 20    (D) 30

15) Una niña tiene 2 faldas y 3 blusas de colores diferentes. ¿De cuántas maneras puede arreglarse combinando las faldas y las blusas? **R=6**

	Blusa 1	Blusa 2	Blusa 3
Falda -1			
Falda -2			

(B) 5    (B) 7    (C) 9    (D) 6

16) ¿Cuál es la mitad de los cromos del cuadro? **R=6**

(A) 10

(B) 20

(C) 4

(D) 6



SE AÑADIERON LAS SIGUIENTES PREGUNTAS AL POSTEST DEL SEGUNDO CURSO:

17) Ya es más de las 12 de la mañana. Entonces, ¿qué hora está marcando el reloj?

(A) 17 horas

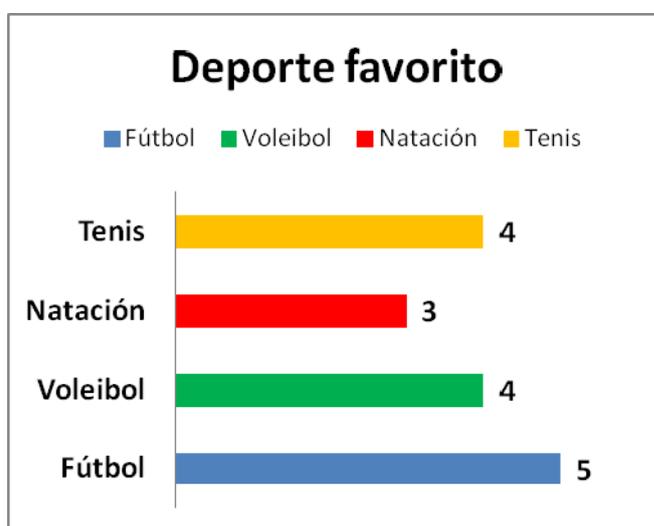
(B) 18 horas

(C) 13 horas

(D) 19 horas



La profesora de Educación Física les preguntó a los alumnos de 2º: “¿Cuál es tu deporte favorito?” Observa el gráfico y responde:



18) ¿Cuál es el deporte más votado? **R= fútbol**

(A ) fútbol      (B) voleibol      (C) natación      (D) tenis

19) ¿Cuál es el deporte menos votado? **R= natación**

(A ) fútbol      (B) voleibol      (C) natación      (D) tenis

20) ¿Cuántos alumnos votaron? **R=16**

(A) 17      (B) 16      (C) 18      (D) 23

21) ¿Cuál es la diferencia entre los votos dados al fútbol y a la natación? **R=2**

(A) 4      (B) 2      (C) 5      (D) 3

### 3. PRETEST Y POSTEST DEL 3<sup>er</sup> CURSO

#### Pretest – (3<sup>er</sup> CURSO)

Escuela: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del Alumno: \_\_\_\_\_



#### Instrucciones:

- Este test consta de 20 preguntas. En cada una de las preguntas, escoge sólo una de las alternativas presentadas.
- Marca la respuesta sólo cuando estés seguro de la alternativa escogida.

1) Matheus y Matilde están disputando una partida de video game. La puntuación de Matheus fue 1015 y de Matilde, 998. ¿Cuántos puntos tienen en total? **R=2013**

(A) 17      (B) 2013      (C) 2015      (D) 18

2) En una partida de video game entre Matheus y Matilde, el total de puntos fue de 310. La puntuación de Matheus fue 189. ¿Cuál es la puntuación de Matilde? **R= 121**

(A) 123                      (B) 124                      (C) 499                      (D) 121

3) Matheus tenía algunos puntos y ganó 176 en un juego, sumando un total de 235. ¿Cuántos puntos tenía antes del juego? **R= 59**

(A) 411                      (B) 58                      (C) 59                      (D) 176

4) Matheus tenía 699 puntos. Jugó y ganó algunos puntos, llegando a 783 puntos. ¿Cuántos puntos ganó? **R= 84**

(A) 84                      (B) 58                      (C) 85                      (D) 1482

5) Matheus tenía varios puntos, perdió 112 y ahora tiene 225. ¿Cuántos puntos tenía antes? **R= 337**

(A) 114                      (B) 113                      (C) 337                      (D) 338

6) Matheus tenía 37 puntos. Jugó y tiene ahora 25 puntos. ¿Qué ocurrió en el juego? **Perdió 12 puntos**

(A) ganó 12                      (B) perdió 12                      (C) perdió 62                      (D) ganó 52

7) Matheus tiene 913 puntos y Matilde tiene 117 más que él. ¿Cuántos puntos tiene Matilde? **R= 1030**

(A) 1040                      (B) 1050                      (C) 1030                      (D) 1035

8) Matheus tiene 13 puntos y Matilde, 20. ¿Cuántos puntos necesita Matheus para tener los mismos puntos que Matilde?  $20-13=X$  **R= 7**

(A) 9                      (B) 8                      (C) 9                      (D) 7

9) Matilde tiene 220 puntos. Matheus tiene 37 menos que ella. ¿Cuántos puntos tiene Matheus? **R=183**

(A) 183                      (B) 184                      (C) 185                      (D) 186

10) Al empezar un juego, Matheus tenía 242 puntos. Perdió 110 puntos y después perdió 55 más. ¿Cuántos puntos tenía Matheus al final del juego? **R=77**

(A) 79                      (B) 77                      (C) 78                      (D) 80

11) Matheus tenía 42 puntos. Ganó 10 puntos y después perdió 25. ¿Cuál es su puntuación al final del juego? **R= 27**

(A) 25                      (B) 26                      (C) 27                      (D) 28

12) En 1 hora un tren recorre una media de 130 kilómetros. ¿Cuántos kilómetros recorre en 3 horas? **R=390**

(A) 350                      (B) 370                      (C) 380                      (D) 390

13) Mi clase va al teatro. Pagamos R\$ 400,00 por 16 entradas. ¿Cuánto cuesta 1 entrada? **R=R\$ 25,00**

(A) R\$ 24,00              (B) R\$ 25,00              (C) R\$ 22,00              (D) R\$ 23,00

14) En un campeonato de juegos los niños realizaron 32 jugadas y cada uno jugó 4 veces. ¿Cuántos niños había en este juego? **R= 8**

(A) 8                      (B) 9                      (C) 10                      (D) 7

15) El precio de 3 bicicletas es R\$ 2 400,00. ¿Cuál es el precio de 5 bicicletas? **R = R\$ 4000,00**

(A)R\$ 3500,00      (B) R\$ 3100,00      (C) R\$ 4000,00      (D) R\$ 5000,00

16) Un salón tiene 6 filas con 9 asientos en cada una. ¿Cuántos asientos hay en ese salón? **R=54**

- (A) 52                      (B) 59                      (C) 54                      (D) 56

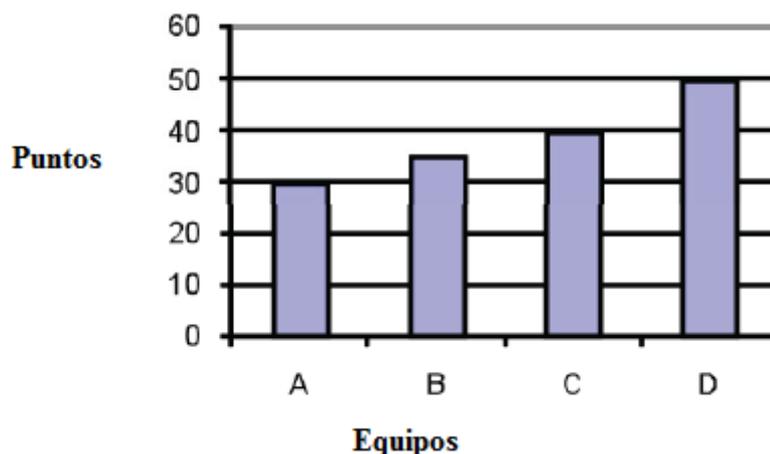
17) Una niña tiene 5 faldas y 3 blusas de colores diferentes. ¿De cuántas maneras se puede arreglar combinando las faldas y las blusas? **R=15**

- (A) 16                      (B) 15                      (C) 16                      (D) 17

18) Una niña puede combinar sus faldas y blusas de 12 maneras diferentes. Sabiendo que tiene sólo 3 faldas, ¿cuántas blusas tiene? **R= 4**

- (A) 5                      (B) 9                      (C) 4                      (D) 6

19) El gráfico siguiente muestra la cantidad de puntos conseguidos por los equipos A, B, C y D en el campeonato de fútbol de la escuela. De acuerdo con el gráfico, ¿cuántos puntos tiene el equipo D más que el equipo B? **R= 50-35=15**



- (A) 15                      (B) 25                      (C) 35                      (D) 40

20) ¿Cuál es la mitad de 60? **R=30**

- (A) 15                      (B) 40                      (C) 35                      (D) 30

SUERTE EN LA PRUEBA!



**SE AÑADIERON LAS SIGUIENTES PREGUNTAS AL POSTEST DEL TERCER CURSO:**

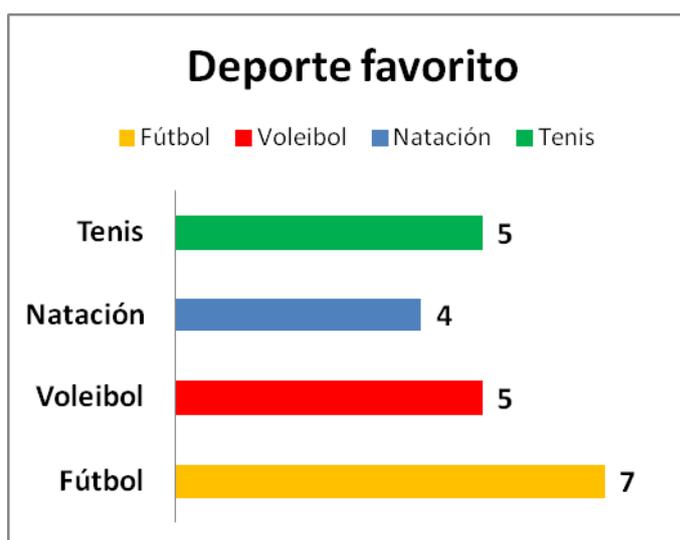
1) Carlos debería llegar a la escuela a las 7 horas y 15 minutos. Atrasó y llegó a las 8 horas.

¿Cuánto tiempo atrasó? **R= 45min**

- (A) 25 minutos
- (B) 45 minutos
- (C) 15 minutos
- (D) 40 minutos



En una clase de Jussara, se les preguntó a los niños del 3<sup>er</sup> curso sobre su deporte favorito. Observa la tabla y el gráfico y responde:



2) ¿Cuál es el deporte más votado? **R= fútbol**

- (A) fútbol
- (B) voleibol
- (C) natación
- (D) tenis

3) ¿Cuál es el deporte menos votado? **R= natación**

- (A) fútbol
- (B) voleibol
- (C) natación
- (D) tenis

4) ¿Cuántos alumnos votaron? **R= 21**

- (A) 24
- (B) 21
- (C) 22
- (D) 23

5) ¿Cuál es la diferencia entre los votos dados al fútbol y a la natación? **R= 3**

- (A) 4                      (B) 2                      (C) 5                      (D) 3

#### 4. PRETEST Y POSTEST DEL 4º CURSO

##### Pretest (4º CURSO)

Escuela: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del Alumno: \_\_\_\_\_



##### Instrucciones:

- Este test consta de 20 preguntas. En cada una de las preguntas, escoge solo una de las alternativas presentadas.
- Marca la respuesta sólo cuando estés seguro de la alternativa escogida.

1) ¿Cuánto gastó Vera para comprarle a su hija los materiales escolares que se ven a continuación? **R= R\$ 32,80 C1 aditiva**

- (A) R\$ 22,80  
 (B) R\$ 31,80  
 (C) R\$ 32,80  
 (D) R\$ 33,80



2) En una partida de video game el total de puntos de Luis y Matheus fue de 1228. La puntuación de Matheus fue 519. ¿Cuál es la puntuación de Luis? **R= 709 C1 aditiva**

- (A) 825                      (B) 704                      (C) 609                      (D) 709

3) Luis participó en un campeonato de judo en la categoría juvenil, con un peso de 45,350kg. Cinco meses después pesaba 3,150kg más y tuvo que cambiar de categoría. ¿Cuánto pesaba en ese período? **R= 48,5kg C2**

- (A) 42,250kg              (B) 48,850kg              (C) 48,500kg              (D) 76,450kg

4) Matheus tenía algunos puntos, ganó 15 en el juego y acabó con 35. ¿Cuántos puntos tenía antes del juego? **C2 R=20**

- (A) 15                      (B) 50                      (C) 30                      (D) 20

5) Pedro tenía 337 cromos. Perdió 189 en un juego. ¿Cuántos cromos tiene ahora? **C2 R=148**

- (A) 148                      (B) 149                      (C) 150                      (D) 147

6) Al acabar un juego, Paulo y Carlos contaron sus puntos. Paulo tenía 2229 y Carlos tenía 1917 más que Paulo. ¿Cuántos eran los puntos de Carlos? **C3 R=4146**

- (A) 4148                      (B) 4147                      (C) 4150                      (D) 4146

7) Carlos tiene una colección de 1342 cromos. Luis tiene 897 menos que él. ¿Cuántos cromos tiene Luis? **C3 R= 445**

- (A) 446                      (B) 445                      (C) 447                      (D) 448

8) Al empezar un juego, Carla tenía 942 puntos. Ganó 102 puntos y después ganó 225 puntos más. ¿Cuántos puntos tiene al final del juego?

**C4 R= 1269**

- (A) 1268                      (B) 1269                      (C) 1266                      (D) 1267

9) Matheus tenía R\$ 420,00. Gastó R\$ 90,00 en el mercado, y después gastó R\$ 250,00 más para pagar un préstamo. ¿Cuánto sobró de cambio? **C4 R= 80,00**

- (A) R\$ 80,00                      (B) R\$ 90,00                      (C) R\$ 70,00                      (D) R\$ 85,00

10) En una hacienda, había 524 bueyes. En la feria de ganado, el ganadero vendió 183 de sus bueyes y compró 266 bueyes más. ¿Cuántos bueyes hay ahora en la hacienda? **C4 R= 607**

- (A) 507                      (B) 607                      (C) 707                      (D) 727

**11)** María inició una partida con 2315 puntos de desventaja. Terminó el juego con 2630 puntos de ventaja. ¿Qué sucedió durante el juego? **R=ganó 315 puntos C6**

- (A) ganó 325      (B) perdió 325      (C) ganó 315      (D) perdió 315

**12)** Tengo que tomar 4 comprimidos por día, durante 5 días. ¿Cuántos comprimidos tengo que comprar? **R=  $4 \times 5 = 20$  9 isomorfismo**

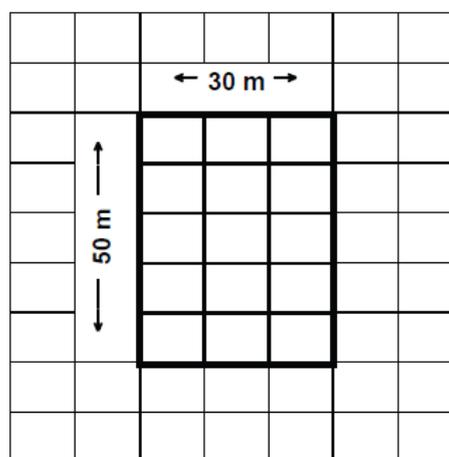
- (A) 16                      (B) 25                      (C) 20                      (D) 30

**13)** Una cocinera preparó 558 panecillos que fueron distribuidos igualmente en 18 cestos. ¿Cuántos panecillos había en cada cesta? **R= 31 división/partición**

- (A) 31                      (B) 32                      (C) 30                      (D) 33

**14)** (Prueba Brasil -2007) Ricardo está andando en bicicleta en la plaza cerca de su casa, representada por la figura. Si da tres vueltas completas en la plaza, ¿cuánto andará? **R= 480**

- (A) 160 m.  
(B) 320 m.  
(C) 480 m.  
(D) 460 m



**15)** Marta paga R\$ 24,00 por 3 barras de chocolate. ¿Cuánto cuesta cada barra? **R=8,00**  
**División/**

- (A) R\$ 16,00.      (B) R\$ 8,00.      (C) R\$ 24,00.      (D) R\$ 6,00

**16)** En un pequeño auditorio, los asientos están distribuidos en 9 filas y 8 columnas. ¿Cuántos asientos hay en el auditorio? **R= 72 disposición rectangular**

- (A) 75                      (B) 56                      (C) 63                      (D) 72

**17)** Laura tiene 6 fichas: 2 con letras y 4 con números. Ella va a combinar dos fichas: una con letra y la otra con número, en ese orden. ¿Cuántas combinaciones puede hacer? **R=8 combinatoria**



- (A) 6                      (B) 12                      (C) 10                      (D) 8

**18)** En un autobús caben 16 personas. ¿Cuántos de esos autobuses son necesarios para llevar 192 personas en una excursión turística? **R=12 división**

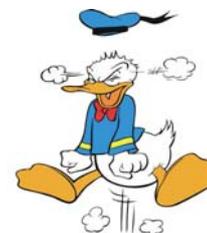
- (A) 18                      (B) 12                      (C) 13                      (D) 11

**19)** El precio de 7 cochecitos iguales es R\$ 84,00. ¿Cuál es el precio de cada uno? ¿Cuál es el precio de 3 cochecitos? **R= R\$ 12,00; R\$ 36,00**

- (A) 12,00 y 36,00    (B) 13,00 y 36,00    (C) 12,00 y 35,00    (D) 13,00 y 35,00

**20)** Con 1 litro de refresco podemos llenar 4 vasos. Si en una fiesta había 14 personas y cada una tomó 2 vasos de refresco, ¿cuántos litros se consumieron en la fiesta? **R= 7 litros**

- (A) 8 litros                      (B) 6 litros                      (C) 7 litros                      (D) 5 litros



SUERTE EN LA PRUEBA!

**SE AÑADIERON LAS SIGUIENTES PREGUNTAS AL POSTEST DEL CUARTO CURSO:**

1) Pedro salió de casa a las 10 horas y 10 minutos. Carlos salió dos horas antes que Pedro.

¿A qué hora salió Carlos de casa?

(A) 7 horas 20 minutos

(B) 8 horas

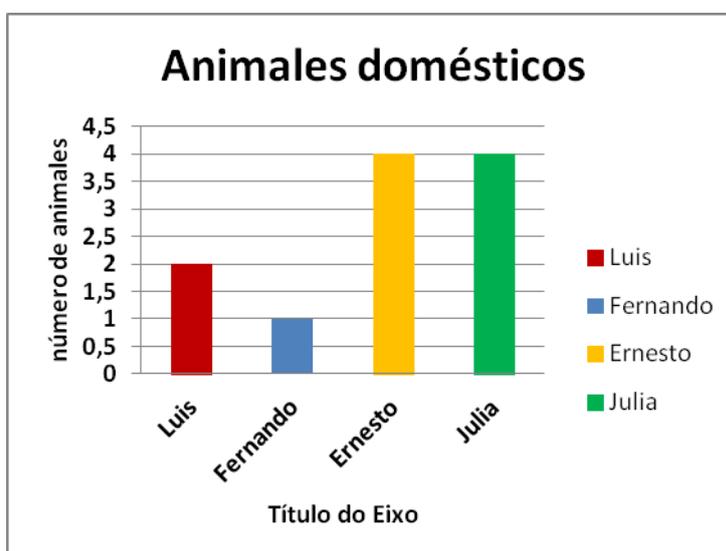
(C) 8 horas 10 minutos

(D) 9 horas



Fernando le preguntó a los alumnos del equipo cuántos animales domésticos tenía cada uno.

Observa la tabla y el gráfico y responde.



2) ¿Quién tiene más animales domésticos?

(A) Luis      (B) Ernesto      (C) Fernando y Julia      (D) Ernesto y Julia

3) ¿Quién tiene el mismo número de animales?

(A) Ernesto y Julia      (B) Luis      (C) Ernesto y Fernando      (D) Fernando y Julia

4) ¿Cuántos animales tienen Luis y Julia juntos?

(A) 4      (B) 5      (C) 6      (D) 7

5) ¿Cuántos animales tiene Luis menos que Julia?

(A) 4      (B) 2      (C) 3      (D) 1

## APÉNDICE B

### INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN CUALITATIVA

Señale con una (X) la opción que exprese mejor su respuesta:

**I - ¿Te ha gustado participar en las actividades de Matemáticas usando el ordenador?**

( ) me ha gustado mucho 

( ) me ha gustado 

( ) me ha gustado poco 

( ) no me ha gustado 

**II – ¿Has sentido alguna dificultad para resolver los problemas propuestos?**

( ) ninguna 

( ) pocas 

( ) en muchos 

( ) en casi todos 

**III- ¿Crees que has aprendido más haciendo las tareas propuestas en el ordenador?**

( ) he aprendido mucho más 

( ) he aprendido más 

( ) he aprendido un poco 

( ) no he aprendido 

¿Por qué? \_\_\_\_\_

**IV- ¿Te gustan más las Matemáticas después de haber realizado las tareas en el ordenador?**

( ) mucho más 

( ) más 

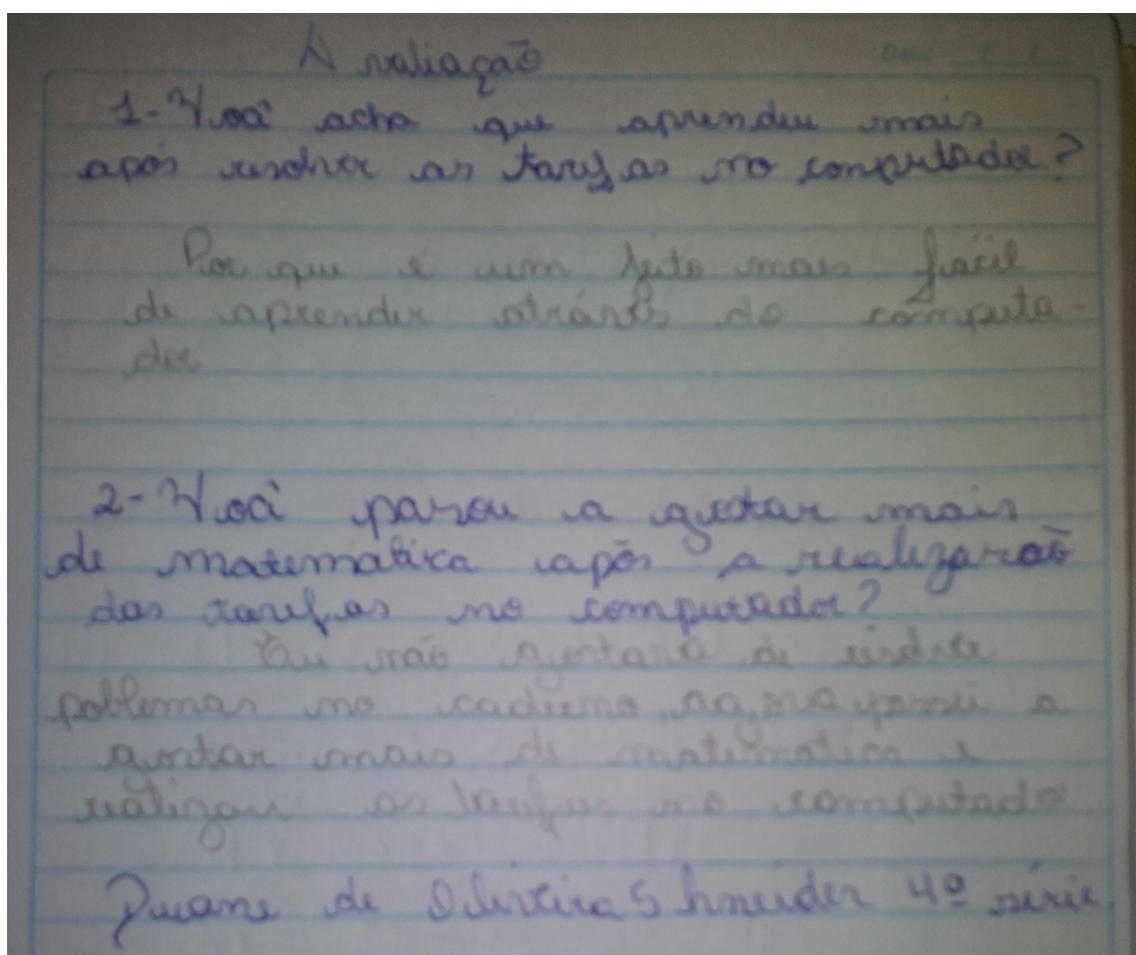
( ) un poco más 

( ) siguen sin gustarme 

¿Por qué? \_\_\_\_\_

## APÉNDICE C

### REGISTRO ESCRITO POR LA ALUMNA DEL ESTUDIO INDIVIDUAL

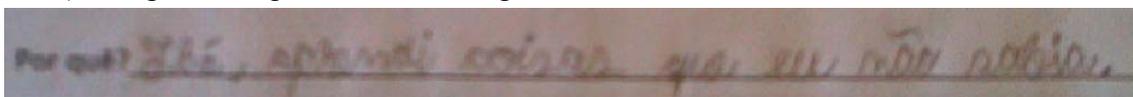


## APÉNDICE D

### REGISTROS ESCRITOS POR ALUMNOS SOBRE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON EL USO DEL SITIO CIAMATE

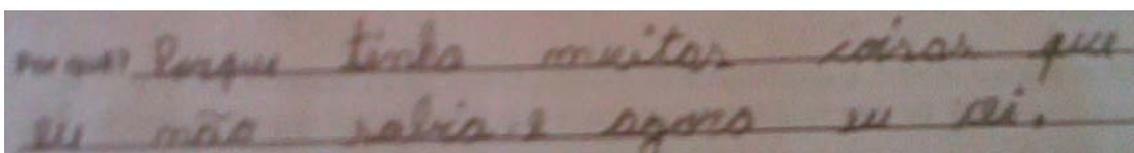
**III- Você acha que aprendeu mais após resolver as tarefas propostas no computador? Por quê?**

a) Resposta da questão III escrita por um aluno da 3ª série.



Por que? Sim, aprendi coisas que eu não sabia.

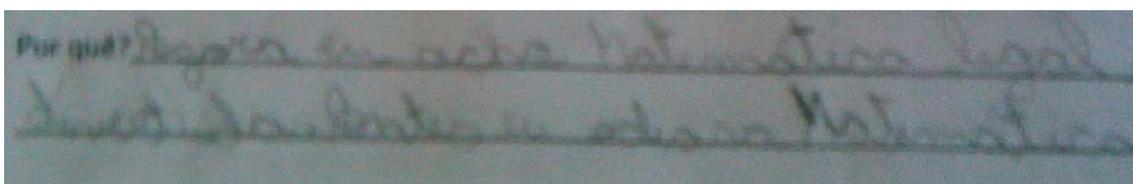
b) Resposta da questão III escrita por um aluno da 4ª série.



Por que? Porque tinha muitas coisas que eu não sabia e agora eu sei.

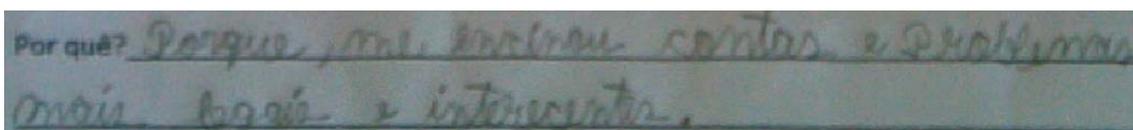
**IV- Você passou a gostar mais de Matemática após a realização das tarefas no computador? Por quê?**

a) Resposta da questão IV escrita por um aluno da 2ª série



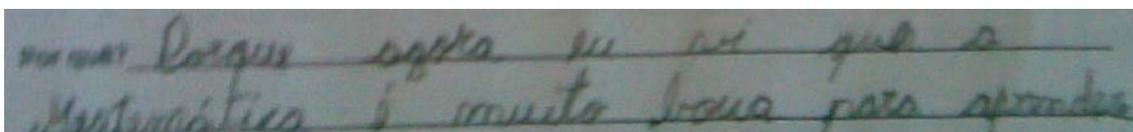
Por que? Agora eu gosto Matemática mais do que antes.

b) Resposta da questão IV escrita por um aluno da 3ª série



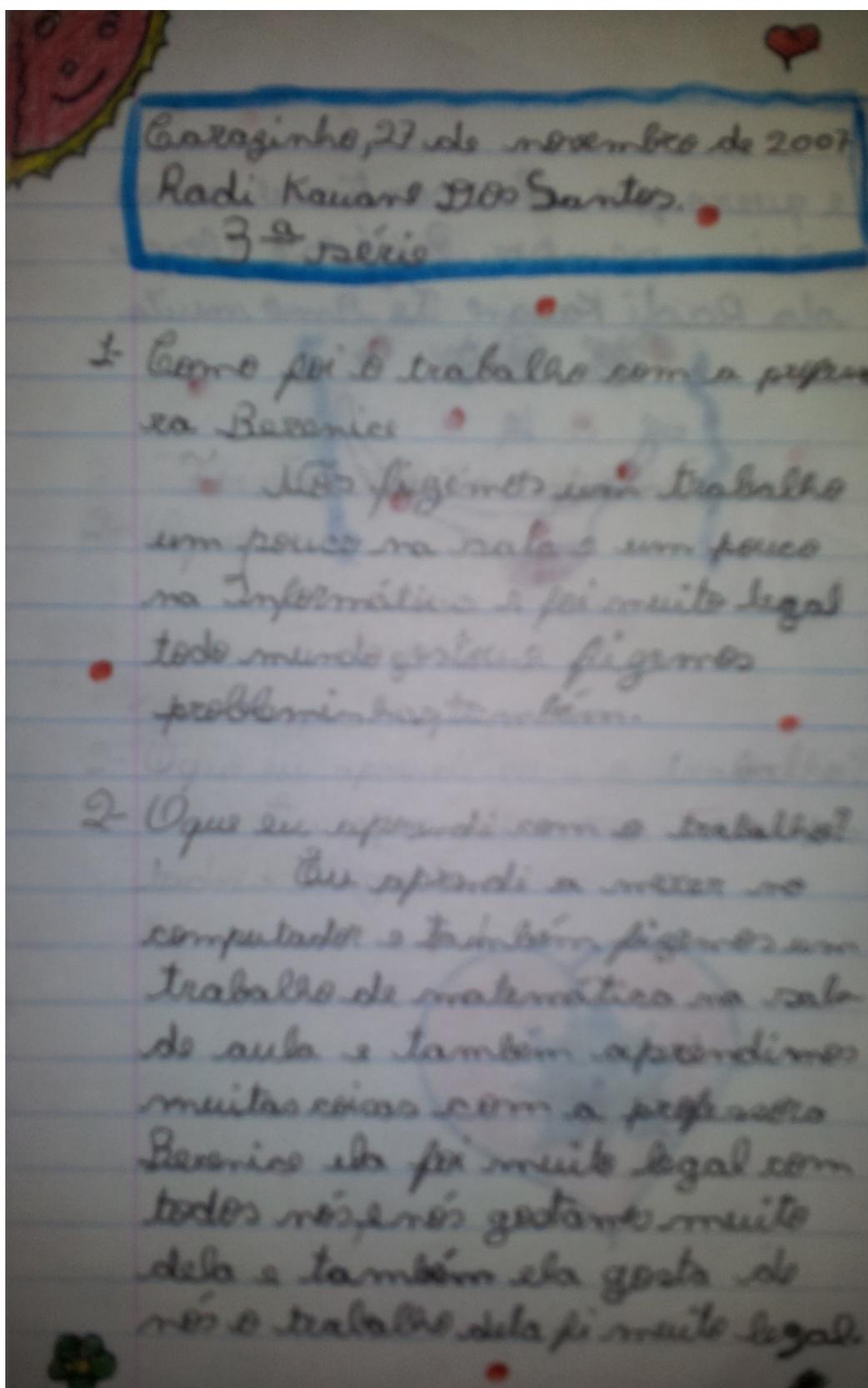
Por que? Porque me explicou coisas e problemas mais fácil e interessantes.

c) Resposta da questão IV escrita por um aluno da 4ª série



Por que? Porque agora eu sei que a Matemática é muito boa para aprender.

Apresenta-se a seguir um exemplar da avaliação realizada pelo professor da turma aos alunos participantes das atividades no site CIAMATE.



e quero que ela continue sendo  
assim sempre. Beijee abraços  
da Radi Kavare Te Amo muito.



## APÉNDICE E

# TESTIMONIO DE LA ESCUELA SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE LA ALUMNA DEL ESTUDIO INDIVIDUAL



INSTITUTO DE EDUCAÇÃO FRANCISCANA NOSSA SENHORA DA GLÓRIA

### AVALIAÇÃO

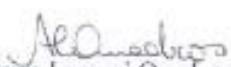
Duane O. Schneider, neste ano de dois mil e nove, foi aluna da quarta série do Ensino Fundamental, do Instituto de Educação Nossa Senhora da Glória. Ela participou do Projeto de Ensino e Aprendizagem de Matemática da professora Berenice de Oliveira Bona, - realizado e aplicado na sala de aula e de Informática, desta Escola.

Antes deste projeto a aluna apresentava muitas dificuldades em Matemática, e nos problemas com as quatro operações sempre perguntava "é prá somar?" "é prá dividir?". Mostrava claramente que ela não identificava no problema quais as idéias envolvidas e não associava logicamente estas idéias as operações a serem realizadas.

Com auxílio da professora Berenice os conteúdos de Matemática foram desenvolvidos e estudados em função das situações problemas possíveis de ocorrer com a aluna na atual fase da idade ou na vida futura.

A aluna Duane teve após este projeto um rendimento melhor e passou a apreciar mais a Matemática, pois o lado mais proveitoso desse recurso "Informática" é o de poder reproduzir situações análogas as que originaram a construção de conceitos matemáticos e aprender o modo como se dá a evolução das idéias matemáticas.

Carazinho, dezembro 2009.

  
Adele Luitza Lazzari Quadros

Coordenadora Pedagógica do Ensino Fundamental