



TECNOLOGICO DE MONTERREY

EGE[®]

Escuela de Graduados en Educación

**UNIVERSIDAD TECVIRTUAL
ESCUELA DE GRADUADOS EN EDUCACIÓN**

**Relación entre multimedia educativa y aprendizaje matemático en
función del estilo de aprendizaje, en alumnos de quinto grado de
Educación Primaria**

Tesis que para obtener el grado de:

**Maestría en Tecnología Educativa con acentuación en Medios Innovadores para la
Educación**

presenta:

Roberto Alejandro Cardeña Ojeda

Asesor tutor:

Mtra. Ana Lorena Sánchez

Asesor titular:

Dr. Armando Lozano

Dedicatorias

A ti, oh Dios, que extendiste tu gracia a mi vida y me permitiste llegar hasta este momento. “Porque sólo tú eres digno de recibir toda la gloria, la honra y el poder”.

A mi familia, por brindarme siempre el apoyo necesario para la culminación de esta meta. A mi padre (q.e.g.e.), mi madre y hermanos. Gracias por estar ahí cuando los he necesitado.

Relación entre multimedia educativa y aprendizaje matemático en función del estilo de aprendizaje, en alumnos de quinto grado de educación primaria

Resumen

La necesidad de fomentar mejores niveles de aprovechamiento en el área matemática y la importancia social que reviste la inclusión de recursos multimedia en el ámbito escolar, llevaron a evaluar la relación existente entre ambas variables en función de los estilos de aprendizaje de alumnos de quinto grado de educación primaria, a través de un enfoque de investigación cuantitativo y un diseño experimental con preprueba y posprueba. De los resultados obtenidos y el análisis estadístico se pudo derivar que, en comparación con clases que no emplean recursos multimedia, el empleo de este tipo de recursos fue significativo y se relacionó directamente con calificaciones más altas para alumnos kinestésicos y bimodales; mientras que para alumnos con estilo lecto-escritor se relacionó significativamente con puntajes más bajos que los obtenidos en clases con recursos tradicionales. Los resultados para alumnos auditivos no alcanzaron un nivel de significancia que permitiera la generalización de sus resultados a poblaciones similares, aunque mostraron cierta correlación con mejores calificaciones. No se presentaron sujetos visuales, tri-modales o VARK, por lo que se sugiere efectuar nuevas investigaciones que permitan complementar y profundizar la información develada por este estudio y otorguen un panorama más claro acerca de la relación entre las variables estudiadas, en búsqueda de beneficios para la educación.

Índice

1. Capítulo 1: Planteamiento del problema	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Definición del problema de investigación	7
1.2.1. Problema de investigación	8
1.3. Objetivos de investigación.....	8
1.4. Justificación	9
1.5. Delimitación del estudio	15
2. Capítulo 2: Marco teórico	17
2.1. Didáctica de las matemáticas	17
2.1.1. Enfoque didáctico de las matemáticas y constructivismo.....	18
2.1.2. El papel del alumno, del maestro y de los mediadores.....	25
2.1.3. Contenidos de aprendizaje matemático y su evaluación.....	28
2.1.4. Obstáculos en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas ..	32
2.2. Recursos didácticos multimedia	34
2.2.1. Conceptualización	34
2.2.2. Elementos	36
2.2.2.1. El texto	36
2.2.2.2. La imagen	37
2.2.2.3. Los sonidos	38
2.2.2.4. Los videos.....	38
2.2.2.5. La interfaz.....	39
2.2.3. Tipología	39
2.2.4. Requisitos de los recursos multimedia	43
2.2.5. Beneficios de su empleo didáctico	45
2.2.6. Desventajas de su empleo didáctico	46
2.3. Estilos de aprendizaje	47
2.3.1. Conceptualización	47
2.3.2. Principios relativos a los estilos de aprendizaje.	49
2.3.3. Clasificaciones principales	50
2.3.4. Modelo de estilos de aprendizaje VARK y su inventario	53
2.4. Articulación de las variables de estudio	58
3. Capítulo 3: Método	63
3.1. Enfoque y diseño de la investigación	63
3.2. Participantes	66
3.3. Procedimientos	69
3.4. Instrumentos	72
3.5. Estrategias de análisis de datos	75

4. Capítulo 4: Análisis y discusión de los resultados	84
4.1. Análisis y discusión acerca de los estilos de aprendizaje	84
4.2. Análisis y discusión acerca de los resultados del diseño experimental .	88
4.2.1. Análisis estadístico descriptivo	91
4.2.2. Análisis inferencial para grupos y momentos del estudio experimental	96
4.2.2.1. T-test para grupos control y experimental en la preprueba	96
4.2.2.2. T-test para el grupo control en pre y posprueba	97
4.2.2.3. T-test para el grupo experimental en pre y posprueba	98
4.2.2.4. T-test para el incremento de puntajes	99
4.2.3. Análisis inferencial por estilo de aprendizaje	100
4.2.3.1. Análisis para el estilo de aprendizaje auditivo	101
4.2.3.2. Análisis para el estilo de aprendizaje lecto-escritor	104
4.2.3.3. Análisis para el estilo de aprendizaje kinestésico ...	106
4.2.3.4. Análisis para el estilo de aprendizaje bimodal	108
5. Capítulo 5: Conclusiones	111
5.1. Conclusiones	111
5.2. Recomendaciones	116
Referencias	118
Apéndices	
Apéndice A. Carta de consentimiento.....	126
Apéndice B. Planificaciones didácticas	127
Apéndice C. Evidencias de trabajo de campo	134
Apéndice D. Ejemplo del cuestionario VARK.....	138
Apéndice E. Ejemplo de la preprueba y la posprueba.	141
Apéndice F. Listado de estilos de aprendizaje por alumno y grupo de estudio	147
Apéndice G. Medidas estadísticas	148
Currículum Vitae	149

Índice de tablas y figuras

Tablas

Tabla 1.	Aspectos y requisitos para evaluar un recurso multimedia	46
Tabla 2.	Clasificación de estilos de aprendizaje.	51
Tabla 3.	Estrategias de estudio y aprendizaje para cada estilo del modelo VARK	58
Tabla 4.	Frecuencias y porcentajes para cada nivel de desempeño en la asignatura de Matemáticas de la prueba ENLACE 2012	68
Tabla 5.	Frecuencia de aparición de cada estilo de aprendizaje en la población de estudio	84
Tabla 6.	Resultados de las pruebas realizadas por grupo de estudio y estilo de aprendizaje	90
Tabla 7.	Comparación de medias aritméticas de puntajes e incrementos por grupo y momento de estudio	94
Tabla 8.	Promedios de incrementos por estilo de aprendizaje y grupo de estudio	95
Tabla 9.	Prueba t de Student entre grupo control y experimental en la preprueba	96
Tabla 10.	Prueba t de Student para los resultados del grupo control en pre y posprueba	97
Tabla 11.	Prueba t de Student para los resultados del grupo experimental en pre y posprueba	98
Tabla 12.	Prueba t de Student para comparar incrementos entre grupo experimental y de control	100
Tabla 13.	Resultados de pruebas estadísticas inferenciales para el estilo de aprendizaje auditivo	102
Tabla 14.	Resultados de pruebas estadísticas inferenciales para el estilo de aprendizaje lecto-escritor	104
Tabla 15.	Resultados de pruebas estadísticas inferenciales para el estilo de aprendizaje kinestésico	106
Tabla 16.	Resultados de pruebas estadísticas inferenciales para el estilo de aprendizaje bimodal	108

Figuras

Figura 1.	Descripción de las competencias matemáticas manejadas por el programa PISA	30
Figura 2.	Distribución de frecuencias para cada estilo de aprendizaje, de la base de datos de N. Fleming para agosto de 2011.....	56

Figura 3. Distribución de frecuencia de los estilos de aprendizaje en el grupo de estudio (febrero de 2013)	85
Figura 4. Distribución de frecuencias por estilo de aprendizaje y género en la población de estudio (febrero de 2013).....	87
Figura 5. Media y desviación estándar de los puntajes de la preprueba para cada uno de los grupos de estudio (febrero de 2013).	92
Figura 6. Comparación de medias aritméticas entre momentos y grupos de estudio.	93

Capítulo 1

Planteamiento del problema

1.1 Antecedentes

Aunque las matemáticas constituyen un elemento esencial de la formación cultural y académica del ciudadano actual, los resultados obtenidos del despliegue estratégico concertado por el gobierno de México a través de su Secretaría de Educación Pública (SEP) y de numerosos otros países, dejan mucho que desear y alertan de la necesidad de un cambio sustancial en la dinámica seguida en los procesos educativos relacionados con esta asignatura.

Las matemáticas gozan de una importancia innegable para la sociedad actual, la cual puede verificarse al analizar la caracterización curricular que recibe. La Secretaría de Educación Pública de México la considera como una parte esencial del perfil de egreso de la educación básica, a través de la cual se logran habilidades tan importantes como altos niveles del pensamiento abstracto, argumentativo y racional, el análisis y resolución de problemas y el manejo de la información (2011c). Y debido a ello le otorga un espacio curricular amplio, con un promedio de 5 horas semanales de un total de 25 disponibles para todas las asignaturas, carga horaria que conserva durante toda la educación básica.

Esta opinión es compartida por diversos organismos internacionales, que han reconocido que el dominio de las matemáticas es referente indispensable de un desempeño competente en la actual sociedad del conocimiento. Por ejemplo, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), en su Programa

para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés) considera al pensamiento matemático como uno de sus tres pilares de evaluación, junto a la comprensión lectora y al conocimiento de las ciencias (OCDE, 2010a; SEP, 2011c). En tanto que la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) coloca a las matemáticas entre las “ciencias básicas” a dominar por el ciudadano actual y sufraga diversos programas de difusión y acercamiento a las mismas como parte del reconocimiento de su importancia (UNESCO, 2011).

Pero la trascendencia de las matemáticas en la educación formal contrasta enormemente con los niveles alcanzados en su aprendizaje, ya que en los resultados evaluativos muestran niveles muy bajos de rendimiento académico, en cualquiera de los niveles educativos. Por ejemplo, el informe PISA, uno de los referentes internacionales de logro educativo, señala que para el año 2009 únicamente 3.1% de los alumnos evaluados alcanzó el nivel óptimo de desempeño en esta asignatura, mientras que un 44% sólo alcanzó el nivel medio, el tercero de los seis niveles que maneja para matemáticas, o se mantuvo por debajo del mismo (OCDE, 2010b).

Como consecuencia, la sociedad ha ido adquiriendo opiniones y actitudes acerca de las matemáticas en su mayoría negativas. Champ (1999) en su estudio “Imágenes públicas de las matemáticas” afirma que a raíz de los resultados académicos negativos se han generalizado las ideas erróneas de que esta ciencia es por naturaleza difícil, que no está al alcance de las habilidades cognitivas del estudiante promedio y que es privativa para ciertos individuos con capacidades intelectuales superiores. Dichas ideas tienen la propensión de convertirse en mitos que se propagan rápidamente y que con el paso del tiempo habrán de influenciar negativamente a nuevos estudiantes, los cuales en su

momento desdeñarán el estudio de esta disciplina y sentirán que su dificultad es patente, aún sin tener una explicación cabal del porqué (Champ, 1999; Ferrari, 1999, citado por Guzmán, 2009; Ortega, 2006), con lo cual se da origen a un ciclo continuado de actitudes y resultados negativos, mientras que las razones reales de las dificultades en el aprendizaje matemático quedan sin conocerse.

Por lo tanto, la labor docente se ve afectada con este fenómeno de contradicción entre importancia y resultados de las matemáticas y se vuelve más compleja, ya que le obliga a asumir, además de sus quehaceres didácticos cotidianos, la tarea de desmitificar el aprendizaje matemático y determinar las causas reales que ocasionan su inadecuado aprendizaje, para entonces conformar proyectos y elegir estrategias que otorguen beneficios en este campo, se promuevan mejores resultados académicos y se rompa el círculo vicioso ya mencionado.

Se pueden enumerar diferentes causas de las dificultades de aprendizaje matemático. Numerosos investigadores educativos se han abocado a estudiarlos y descubrirlos y han llegado a diferentes conclusiones. Se han considerado como causas de un bajo aprovechamiento académico en matemáticas, entre otras, un mermado auto-concepto del estudiante en relación a sus posibilidades intelectuales (Báez, 2009), las dificultades epistemológicas relacionadas con errores de asimilación y comprensión de los procedimientos requeridos para solucionar tareas matemáticas (Vidal y González, 2010) y los problemas neurológicos de cada individuo (Rivière, 1990, citado por Ferreira, 2008). Sin embargo, parece ser que la mayoría de los estudios y las tendencias pedagógicas actuales consideran como causa principal de las problemáticas comunes de aprendizaje de las matemáticas a las diferencias entre las habilidades cognitivas del

alumno y las demandadas para el estudio matemático (Ortega, 2006; Rivière, 1990, citado por Ferreira, 2008).

En concordancia con esta valoración, la SEP también hace referencia a la necesidad de que el docente considere las diferencias cognitivas de los alumnos como requisito fundamental para mejorar la planeación didáctica, por ser parte del requerimiento de la atención a la diversidad. Asimismo, establece entre sus principios pedagógicos el requisito de instituir una educación centrada en el estudiante, es decir, que considere sus necesidades, habilidades e intereses individuales como base para un mejor trabajo pedagógico (SEP 2011a, 2011c).

Ahora bien, al hablar de diferencias cognitivas particulares que influyen el modo de aprender de cada persona, se hace referencia a los estilos de aprendizaje, que en sentido estricto consideran patrones similares de trabajo intelectual de aprendices ubicados en clasificaciones predeterminadas (Alonso, Gallego y Honey, 2005, citados en Lopes y Muglia, 2010; Lozano, 2008). Las teorías que tratan los estilos de aprendizaje han tenido un auge considerable en las últimas tres décadas y, con el desarrollo de instrumentos para determinar dichos estilos, han permitido comprender más cabalmente las singularidades de los alumnos y adecuar de mejor manera la actividad docente con los beneficios obvios para los estudiantes (Lozano, 2008).

Se pueden encontrar numerosas variantes de clasificación de los estilos de aprendizaje, cada uno relacionado con un aspecto cognitivo determinado y con un instrumento propio para evaluar la pertenencia de los sujetos a alguno o varios de los estilos estipulados; pero más significativo es el hecho de que cada propuesta de

clasificación sirve a diferentes requerimientos del profesorado, según el nivel educativo en que se desempeñe o el aspecto cognitivo que le interese considerar (Lozano, 2008).

Matos (2008) explica la vinculación entre los estilos de aprendizaje y las necesidades de aprendizaje matemático. Este autor afirma que cada estilo de aprendizaje se relaciona directamente con un campo de conocimiento al cual brinda mayores facilidades de asimilación; si existe sinergia entre el estilo de aprendizaje y las tareas por realizar, el aprendizaje se dará con mayor facilidad. Por lo tanto, es posible afirmar que debe existir un estilo de aprendizaje que se apegue mejor a la lógica matemática y que retribuya mejores resultados a quienes lo poseyeran al estudiar esta asignatura.

Es en este punto donde se articula la temática de los recursos tecnológicos con la de los aprendizajes matemáticos y la de los estilos de aprendizaje. Los recursos tecnológicos deben ser considerados herramientas educativas ideales para la enseñanza matemática por diversas causas. Una de ellas es que están influenciando y caracterizando en mayor medida la cultura, sociedad y educación actuales; las tendencias en el desarrollo de la tecnología permiten predecir que en la próxima década, por lo menos, la educación estará revestida de características que girarán en torno a los adelantos tecnológicos (Alanís, 2010). No es posible sustraerse de este fenómeno de tecnificación, por lo que la educación debe empezar a formar a los futuros ciudadanos en el manejo de tales instrumentos y recursos, para asegurar que llegado el tiempo podrán hacer uso adecuado de los mismos.

Pero la principal causa es que las llamadas tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) ofrecen un apoyo sumamente valioso al ámbito educativo, por permitir el desarrollo de recursos educativos digitales útiles, flexibles y adaptables a las

necesidades académicas particulares de cada situación didáctica y del alumno en cuestión, recursos a los que se les denomina “multimedia” y que resultan ser una combinación de elementos visuales, verbales y auditivos en una sola unidad (Gértrudix, Álvarez, Galisteo, Gálvez y Gértrudix, 2007).

La SEP, en su Plan de Estudio 2011 para la Educación Básica, también otorga una importancia considerable a este tipo de recursos, y aún dispone como requerimiento su empleo cotidiano, con lo cual le concede igual importancia que la que se ha otorgado tradicionalmente al libro de texto. (SEP, 2011c). En su Acuerdo número 592 (SEP, 2011a), esta secretaría establece, a través de varios apartados, la importancia de considerar los materiales digitales multimedia como didácticamente necesarios, ya sea por su relevancia, su utilidad o por representar parte de las respuestas a las demandas de la sociedad global altamente tecnificada del siglo XXI.

Existe evidencia de que el empleo de programas de estudio basados en recursos multimedia e interactivos promueve resultados positivos en el desarrollo de diferentes competencias (Rojas- Drummond, 1999, citado por Fernández, 2009), sin embargo no se ha generalizado este tipo de proyectos a escuelas de nivel básico, para corroborar y aprovechar sus beneficios en caso de que fueran significativos. Hace falta realizar investigaciones que aporten literatura y sustento sólido acerca del beneficio que los recursos multimedia pudieran otorgar al aprendizaje matemático de cada uno de los estilos de aprendizaje existentes en el salón de clase, de modo que se tuviera certidumbre de los beneficios de su empleo para acelerar su adopción o emprender la búsqueda de recursos más eficaces.

En este apartado se han mencionado tres factores independientes: el pobre aprendizaje de las matemáticas como fenómeno recurrente de los sistemas educativos de todos los niveles escolares, pero en especial en el nivel básico; las posibilidades de trabajo y aprendizaje que cada estilo de aprendizaje otorga en función de los procesos cognitivos que favorecen; y la posibilidad y necesidad de emplear recursos multimedia para potenciar el aprendizaje y articular la cotidianeidad escolar con la globalización social. Los tres contemplan un vínculo cuya naturaleza necesita tan prioritariamente ser entendida que se retomaron como variables del proceso investigativo que se plantea en este trabajo, cuya meta general consiste en explorar su mutua interinfluencia y establecer pautas de acción en beneficio del aprendizaje de los alumnos.

1.2 Definición del problema de investigación

La definición del problema es una etapa del proceso de investigación en la cual se desarrolla la idea general de estudio a través de elementos explicativos de la misma, con lo cual se permite aclarar y precisar las nociones generales en términos más delimitados (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Para otorgar la formalidad y estructura de un planteamiento del problema a la idea general de estudiar la influencia entre los tres fenómenos expuestos en la sección anterior, fue necesario definirlo bajo los criterios establecidos por Kerlinger y Lee (2002, citados por Hernández, Fernández y Baptista, 2010), por los cuales se debió expresar una relación entre las variables implicadas por medio de una o varias frases interrogativas precisas, claras y que poseyeran la posibilidad de ser evaluadas de manera empírica, además del criterio de excluir cualquier tipo de presuposición que Giroux y Tremblay (2009) añaden.

1.2.1 Problema de investigación. Consecuentemente, el problema de investigación sería expresado como sigue:

¿Qué relación existe entre el empleo de multimedia como recurso educativo y el aprendizaje de las matemáticas según el estilo de aprendizaje del alumno?

De la cual se desprendieron dos preguntas secundarias o específicas:

- ¿El uso de recursos educativos multimedia influye significativamente en el aprendizaje de las matemáticas según el estilo de aprendizaje de los alumnos?
- ¿A qué estilo de aprendizaje otorga mayores ventajas el uso de recursos multimedia en el aprendizaje de la asignatura de Matemáticas?

1.3 Objetivos de investigación

Aunque el planteamiento del problema de investigación realizado en la sección anterior expresa intrínsecamente las metas pretendidas con la presente investigación, es necesario definir adecuadamente los objetivos de investigación para especificar los alcances de la misma.

Para ello se deben estructurar enunciados que expresan claramente las pretensiones de logro del estudio, es decir, que precisen qué relación se pretende esclarecer entre los diversos factores estudiados (Giroux y Tremblay, 2009; Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Con estas consideraciones, se establece para este trabajo el objetivo general de:

- Determinar la relación existente entre el empleo de recursos educativos multimedia y el aprendizaje de las matemáticas alcanzado por cada estilo de aprendizaje del alumnado.

Del cual se derivan los siguientes objetivos específicos:

- Determinar los estilos de aprendizaje de los alumnos.
- Determinar si el empleo de recursos educativos multimedia es significativo para el aprendizaje en matemáticas según el estilo de aprendizaje de los alumnos.
- Determinar a qué estilos de aprendizaje otorga mayor ventaja el uso de recursos educativos multimedia en la asignatura de Matemáticas.

1.4 Justificación

El desarrollo actual de la sociedad global ha impuesto a todos los países del mundo altas exigencias de desarrollo en todas las áreas sociales, lo cual está obligando a los gobiernos a replantear sus políticas públicas, con miras a establecer los cambios necesarios para que sus ciudadanos puedan competir en similares condiciones con los de las demás naciones. La educación se encuentra en el núcleo de toda esta revolución, pues al considerársele la institución social formativa, es tomada como el organismo pertinente para orquestar el cambio (Lozano, 2011; SEP, 2011c).

La urgente necesidad de mejorar y transformar la educación y sus procesos ha obligado a numerosas organizaciones internacionales a establecer diversos programas y proyectos para el mejoramiento de la calidad educativa de sus países integrantes. La UNESCO (2000), en su iniciativa “Educación para todos”, estableció en el Foro Mundial sobre la Educación en Dakar seis objetivos para cumplir antes del 2015; el sexto de ellos pretende mejorar cualitativamente la educación para alcanzar los parámetros más elevados en lectura, escritura, aritmética y competencias prácticas.

Por su parte, la OCDE (2011c) se ha preocupado por definir los niveles de desempeño de los alumnos y promover el alcance de niveles más altos en comprensión lectora, matemáticas y ciencias en cada ocasión que los evalúe; el establecimiento de PISA responde a la necesidad de evaluar y comparar los alcances obtenidos por los alumnos con los programas académicos básicos de cada país participante y como forma de promover su mejora continua.

En la visión educativa de estos dos organismos internacionales y muchos otros, el área matemática está presente como elemento de gran importancia, como factor esencial en el proceso social que se espera generar, lo cual es un indicio de la gran necesidad de atención que esta ciencia requiere en la educación básica.

Guzmán (1997, citado por Ortega, 2006) compendia seis razones principales por las que se justifica la importancia dada al estudio de las matemáticas. Considera que esta disciplina ayuda a la comprensión de numerosos aspectos de la realidad; apoya procesos creadores considerados estéticos; acompaña muchas de las actividades lúdicas y les da origen; origina instrumentos de modelización para el estudio de los fenómenos naturales, sociales y de muchas otras áreas del conocimiento humano; constituye el lenguaje básico de la ciencia y la tecnología a nivel mundial; y sobre todo, favorece el desarrollo de un modelo de pensamiento lógico que es necesario para tareas de tal importancia, que van desde la toma de decisiones hasta el desarrollo científico.

México, al igual que la gran mayoría de los países, también reconoce la importancia de las matemáticas y es por ello que la considera entre las asignaturas prioritarias que pueden determinar la promoción o no promoción de un alumno al grado superior. Sin embargo los resultados académicos en esta área de estudio han sido poco

alentadores, a pesar de que la Secretaría de Educación Pública ha estructurado diversas reformas y acciones para la mejora del desempeño académico de los alumnos en todas las asignaturas, lo cual incluye claramente el área matemática (SEP, 2011c).

Por ejemplo, en el 2003, México manifestó un 65.9 % de alumnos de 15 años con un bajo rendimiento en matemáticas en la prueba administrada por PISA (Vidal y Díaz, 2004; Flores y Martínez, 2007, en el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2012). Y en el 2012, los alumnos que presentaron la prueba ENLACE obtuvieron 551.9 puntos en promedio, lo cual corresponde al nivel elemental de desempeño, es decir, el segundo nivel de cuatro posibles, en el que el cuarto, denominado excelente, es el más deseable (ENLACE, 2012a).

Para el caso particular de los alumnos con los que se llevó a cabo el presente estudio, se obtuvieron los siguientes resultados en la prueba ENLACE del año 2012: un 64 % del grupo obtuvo puntajes entre insuficientes y elementales, 24 % llegó al nivel bueno y sólo un 12% alcanzó el nivel excelente, lo que demuestra que la mayoría de estos alumnos tuvieron problemas en el aprendizaje matemático. El mismo panorama presentaron un año atrás, el 2011, ya que 33% de los alumnos se ubicaron en el nivel insuficiente y 50% en el elemental; en combinación conformaron un 83% del grupo en niveles por debajo de la media pretendida (ENLACE, 2012b).

Estas cifras son alarmantes por lo bajo que ubican los logros de aprendizaje obtenidos por los estudiantes y proporcionan una idea de las problemáticas que el desarrollo de esta asignatura presenta en el campo escolar, además de que indican la necesidad de mejorar las estrategias empleadas hasta el momento.

La ya fundamentada importancia de las matemáticas y los precarios resultados obtenidos hasta ahora en su aprendizaje, obligan a desplegar esfuerzos para mejorar los resultados académicos de su estudio. Por lo que es necesario que la investigación educativa estudie, en lo posible, todos los aspectos conformantes de esta problemática con miras a entender mejor su fenomenología y estar en posición de emitir juicios para la formulación de estrategias o proyectos didácticos más eficientes. En esta investigación se pretende contribuir a la comprensión de esta área de la educación, pero se busca comprender tan sólo un aspecto particular del fenómeno de aprendizaje matemático: los resultados académicos que se obtienen para cada estilo de aprendizaje al emplear recursos multimedia como recursos educativos.

El hecho de elegir tal vinculación procede de la importancia que a su vez reviste la consideración de los estilos de aprendizaje en las actividades de planificación didáctica y las tareas pedagógicas diarias. Curry (1983, citado por Lago, Colvin y Cacheiro, 2008) concluye, luego de una extensa revisión de literatura al respecto, que el conocer los estilos de aprendizaje de los alumnos y el adaptar la clase para satisfacer las necesidades de cada estudiante en función de dichos estilos, tienen como consecuencia general una positiva mejora en los resultados obtenidos. Reinicke et al (2008, p. 171) refuerzan esta afirmación al aseverar que “los alumnos aprenden con mayor efectividad cuando se les enseña acorde a sus estilos predominantes de aprendizaje”; es decir, considerando sus estilos de aprendizaje en el desarrollo de la clase los alumnos lograrían aprendizajes más significativos.

Bajo estos supuestos, esta investigación y sus resultados podrían ser de beneficio para los alumnos que conforman la población de estudio, al orientarles acerca de sus

propios estilos de aprendizaje y los componentes de los mismos que podrían explotar para mejorar su aprovechamiento matemático, además de otorgar al docente indicios para estructurar de forma más eficiente las clases impartidas en la asignatura de Matemáticas, lo cual refuerza la justificación de este estudio.

Por otro lado, se debe considerar que la causa más recurrente de las dificultades comunes de aprendizaje matemático radican en la diferencia entre la lógica del alumno y la lógica matemática, es decir, la diferencia entre las formas de seleccionar, recolectar, analizar, procesar y manejar la información que emplea un estudiante como habilidades cognitivas preferentes y las que requiere la disciplina por su propia naturaleza (Ortega, 2006; Rivière, 1990, citado por Ferreira, 2008). Si el núcleo del problema se halla en una incompatibilidad entre tendencias y preferencias de percepción, procesamiento de información y manejo de habilidades cognitivas, entonces dicha problemática se encuentra directamente vinculada con los “estilos de aprendizaje” (Lozano, 2008). Dicho de otra manera, el problema se centraría en que las matemáticas necesitarían de un estilo específico de aprendizaje que los alumnos no siempre poseen. Es necesario entonces estudiar la vinculación entre los mismos y el aprendizaje matemático para distinguir su mutua influencia y develar cuál estilo o estilos proporcionan mejores desempeños matemáticos y cuáles son los lineamientos de acción que podrían emprenderse para mejorar la situación académica respectiva.

De esta consideración se desprende otra razón que justifica este estudio. Si puede determinarse el estilo de aprendizaje más eficiente para el aprendizaje matemático, se podrá fundamentar su elección como estilo a fomentar en los alumnos que lo requirieran para potenciar su aprendizaje. Lozano (2008) aclara que los estilos de aprendizaje

pueden ser enseñados, así que la posibilidad de desarrollar en los estudiantes el estilo de aprendizaje más eficiente para las matemáticas podría beneficiar a los estudiantes con retrasos o dificultades y, en forma ideal, se podrían potenciar los resultados globales en esta asignatura.

Los recursos multimedia constituyen el otro aspecto en juego en el planteamiento del problema de investigación. Se han incluido por su flexibilidad, por la posibilidad de ser generados con códigos perceptuales diferentes y pertinentes a las diferentes necesidades que provienen de los estilos de aprendizaje del usuario, lo cual los hace ideales para generar experiencias que posibiliten adaptar los diferentes estilos de aprendizaje a las necesidades que la lógica matemática necesite. Gértrudix, et al (2007), señalan que al aprovechar la posibilidades de soporte que brindan las TICs se pueden generar contenidos educativos multimedia con la principal virtud de poder adaptarse a las necesidades de aprendizaje de los usuario. La SEP se aúna a esta consideración al establecer el requerimiento del empleo de recursos multimedia bajo el argumento de que este tipo de recursos, al lograr articular diferentes códigos perceptuales, logran generar experiencias variadas y fecundas para un aprendizaje significativo (SEP, 2011c). De modo que un mismo recurso multimedia se convierte en la herramienta ideal para trabajar con estilos de aprendizaje diversos o por lo menos, para potenciar el aprendizaje de alguno de los estilos, al integrar diversos canales de percepción, múltiples modalidades de trabajo y diversos estilos de cognición.

Además, se debe considerar como justificante otra razón de carácter fehaciente, el hecho de que la tecnología y sus productos se están convirtiendo en elementos inseparables de la vida actual, y que la educación, de no incluirlos como elementos

cotidianos, corre el riesgo de quedarse rezagada, obsoleta y desarticulada de la sociedad global (Lozano, 2008).

Las comunidades rurales no son la excepción a estos planteamientos. Por sus condiciones socioeconómicas, generalmente mermadas, las dificultades de aprendizaje pueden agravarse aún más. Los docentes tienen bajas expectativas de lo que el alumno debe dominar en cada grado escolar, por lo que desatienden los estilos y necesidades de aprendizaje individuales al mismo tiempo que presentan claras dificultades para adoptar las innovaciones tecnológicas y reformas pedagógicas que se van originando (Schmelkes, 2012). Por lo tanto, las escuelas en zonas rurales, merecen y requieren mayor atención en cualquier aspecto educativo, con el matemático incluido, lo cual fundamenta la necesidad de este estudio investigativo en poblaciones de este tipo.

Todas las observaciones anteriores conforman los argumentos a favor de la realización de este proyecto de investigación, el cual pretende entender mejor la naturaleza de los estilos de aprendizaje de los alumnos de quinto grado de educación básica seleccionados, los cuales provienen de una comunidad rural, y la relación de dichos estilos con el aprendizaje matemático cuando se emplean recursos multimedia para desarrollar las lecciones correspondientes.

1.5 Delimitación del estudio

Hasta este momento se han expresado los antecedentes, planteamiento, objetivos y justificación del problema de investigación, pero todo ello en términos generales. No obstante, es necesario delimitar con exactitud los términos de la investigación para acotar el trabajo a realizar, al tiempo que se otorgue concreción a la investigación y se

asegure su viabilidad en términos de los recursos temporales, económicos y humanos disponibles (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

La idea general acerca de la influencia entre los estilos de aprendizaje y el desempeño académico matemático cuando son empleados los recursos multimedia, expuesta en secciones anteriores, fue delimitada para llevarse a cabo en un solo grupo escolar de la comunidad de Maní, Yucatán, del cual el investigador era responsable al momento de llevarse a cabo el estudio, decisión que respondió a la necesidad de asegurar el acceso y la posibilidad de trabajar con los alumnos cuando fuere requerido. Además, el grupo escolar corresponde a una población de estudio con la dimensión necesaria para poder cumplir con los objetivos de investigación planteados en función de los recursos temporales y humanos disponibles.

El grupo estuvo conformado por 32 alumnos de quinto grado de la escuela primaria “Benito Juárez García”, con clave de centro de trabajo 31DPR0262A, de la comunidad de Maní, Yucatán, del ciclo escolar 2012 – 2013.

Es necesario mencionar que los resultados de este estudio tienen una validez interna delimitada a la población que se atendió. La validez externa dependerá de los niveles de significancia que el estudio arroje. Aunque es claro que los resultados podrán emplearse para fundamentar nuevos estudios más amplios y generales.

El tiempo para realizar la investigación abarcó el ciclo escolar 2012-2013, tiempo que el grupo seleccionado cursó el quinto grado de educación primaria.

Capítulo 2

Marco teórico

En este capítulo se presenta la información más relevante obtenida de la revisión de la literatura existente, habiéndose seleccionado la más pertinente para sustentar y comprender las tres temáticas generales manejadas en el problema de investigación: el proceso enseñanza-aprendizaje matemático, los recursos multimedia y los estilos de aprendizaje, además de la posible interrelación entre las mismas.

2.1. Didáctica de las matemáticas

Para comprender el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, se hace necesario revisar su didáctica y los planteamientos actuales que de ella se derivan.

La Didáctica es una disciplina compleja y en dinámica evolución, cuyo objeto de estudio abarca todas las actividades de enseñanza-aprendizaje y su modelado consciente, en la búsqueda del desarrollo educativo de los alumnos, desde el ámbito formal de la escuela y con atención a los procesos de planificación, ejecución y evaluación (Addine y Calzado, 2008).

Hace más de 350 años, Comenio, en su obra *Didáctica Magna*, consideraba que la meta principal de esta disciplina era la de encontrar una manera eficiente y atractiva de enseñar y de aprender cualquier tópico, y así facilitar la consecución de las metas del profesor y del alumno; pero encontrar tal artificio no ha sido posible, aunque se han hecho enormes avances en cuanto a estrategias didácticas generales, la tendencia se decanta por la especificación de las recomendaciones en relación al área de

conocimiento que se esté estudiando, con lo cual se ha dado paso a las didácticas especiales, particulares para cada asignatura o rama del saber (Feldman, 2010).

La didáctica matemática, por su parte, se desarrolló de forma relativamente reciente, ya que surgió a finales del siglo XIX y tuvo su auge a principios del siglo XX (Soto, 2009). En corto tiempo, ha sufrido el impulso de numerosas investigaciones individuales e institucionales o para la generación de teorías, referentes y lineamientos de trabajo.

Esta didáctica emplea criterios científicos para entender la esencia de la ciencia matemática y su relación con problemas de aprendizaje. Según Balacheff (1990, en Godino, 2009), dicho conocimiento ha de llevar a la comprensión racional del fenómeno educativo para manejarlo de mejor manera en cada elemento conformante de una clase de Matemáticas; la didáctica matemática no procura la obtención de lineamientos modélicos de trabajo, pues se entiende que la naturaleza cambiante de cada grupo de estudio es tan diversa que es necesaria la adaptación de las estrategias a sus características específicas.

De las consideraciones de Godino (2009, en Soto, 2009), se pueden extraer los aspectos principales a comprender para conformar mejor una clase de la asignatura de Matemáticas, es decir, de los componentes didácticos de la misma: la naturaleza del conocimiento y del aprendizaje, el papel del profesor y del alumno y los recursos y estrategias para el aprendizaje.

2.1.1. Enfoque didáctico de las matemáticas y constructivismo. Según este mismo autor, la característica principal del enfoque didáctico actual para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, es la construcción activa de sus saberes a través de la

interacción con los elementos de su entorno (Godino, 2009, en Soto, 2009). Este planteamiento hace referencia al paradigma pedagógico constructivista, el cual influencia con sus características cada aspecto relacionado con el aprendizaje matemático (Barreto, Gutiérrez, Pinilla y Parra, 2006). Por lo tanto, es necesario estudiar los rasgos didácticos matemáticos a la luz de este paradigma pedagógico.

Según Barreto et al (2006) es difícil conformar una definición del Constructivismo porque los estudios realizados acerca del mismo han adoptado numerosas concepciones que hacen extensa la cantidad de sentidos que se le otorga a cada factor de su constitución, sin embargo, son tres las principales posturas que la definen: la radical de Glaserfield, la psicogenética de Jean Piaget y la psicosocial de Lev Vygotsky. De los puntos en común de estas tres tendencias se extraen los principales componentes del constructivismo, los cuales se clasifican en tres temáticas principales: el conocimiento, la mediación y el papel del alumno y del docente en el aprendizaje. Estas temáticas, por su parte, engloban los factores pedagógicos que Godino (2009, en Soto, 2009) indica como necesarios para comprender una clase de Matemáticas, los cuales fueron mencionados en el apartado anterior.

Para el constructivismo, el conocimiento es producto del empleo de herramientas intelectuales que permiten ir construyendo paulatina y sistemáticamente una representación de la realidad, es una reconstrucción mental personal que se obtiene por medio de la actividad dinámica y comprometida de la persona (Barreto et al, 2006).

La diferenciación entre el objeto mental producido por una reconstrucción cognitiva durante el aprendizaje y la realidad misma conforma la aportación más significativa de la postura radical de Glaserfield (Barreto et al, 2006).

Godino, Batanero, Font (2004) y Soto (2009) consideran que la principal herramienta cognitiva empleada para generar el conocimiento matemático, a nivel de disciplina científica, es el razonamiento inductivo, por el cual se parte del análisis de fenómenos y experiencias para extraer similitudes y propiedades que habrán de formularse como teoremas o teorías, dependiendo de su generalidad. En estadios posteriores se emplea también el razonamiento deductivo para resolver problemas específicos y demostrar las conclusiones que se hubieran derivado. El empleo formal y riguroso de procesos inductivos y deductivos permite caracterizar a las matemáticas como una ciencia de precisión y de organización axiomática.

Pero estos procedimientos mentales resultan complejos de manejar por alumnos de niveles básicos de escolaridad, ya que difícilmente dominan las reglas del razonamiento lógico inductivo-deductivo, por lo que varios investigadores sugieren emplear en cambio procesos didácticos que induzcan al alumno a realizar actividades que permitan transitar por la manipulación, la observación, el análisis, la intuición, la comprobación de hipótesis y la construcción de instrumentos y conceptos intelectuales, desde las más sencillas al inicio de la educación hasta alcanzar las más complejas en niveles posteriores (García, 2010; Godino, Batanero y Font, 2004). Este proceso de adaptación de los métodos y contenidos de trabajo científico a las necesidades y niveles de los estudiantes de nivel básico, denominado transposición didáctica, es completamente necesario para asegurar que el trabajo escolar se desarrolle apropiadamente (Chevallard, 1985, en Gómez, 2005). Con la trasposición didáctica de los métodos reflexivos e interaccionistas se podrá garantizar que sea el alumno quien construya su aprendizaje por medio de la realización consciente y reflexiva de diversas tareas.

Algunos autores de la línea cognitiva, como García (2010), fundamentan esta metodología de trabajo reconociendo cierta similitud entre el desarrollo ontológico y el desarrollo filogenético del ser humano, esto es, que se percibe una gran similitud entre el desarrollo del pensamiento de un individuo y las etapas de desarrollo de la sociedad desde su estado primitivo hasta el actual, por lo que es necesario recrearlas de forma adaptada para promover en la escuela el descubrimiento del concepto matemático en el alumno; de esta manera, las tareas crecen en complejidad desde los primeros años de escolaridad y adquieren mayor complejidad mientras más se avanza en los estudios; aunque algunos investigadores educativos de la línea sociocultural, como Vygotsky, rechacen esta noción (Fernández, 2009).

La teoría psicogenética de Jean Piaget, también apoya esta forma de trabajo al explicar que las habilidades mentales de las personas se vuelven más complejas a medida que se desarrolla, y que el aprendiz construye estructuras internas de forma activa e incorpora nuevas estrategias en un proceso de adaptación que evoluciona en etapas diferenciadas (Fernández, 2009).

Por su parte, la teoría sociocultural de Lev Vygotsky contribuye con las nociones del andamiaje y de la zona de desarrollo próximo. El andamiaje es el apoyo que las personas más expertas ofrecen a los aprendices para realizar tareas que se encuentran en niveles de complejidad más allá de las capacidades del alumno pero a las que puede acceder gracias a dicho apoyo (la zona de desarrollo próximo), el cual puede ser de tipo instructivo o instrumental. Este concepto fundamenta la tarea tutelar y de guía del docente o de alumnos más aventajados para el descubrimiento de procesos matemáticos por los demás alumnos.

Otra de las características de las matemáticas que destacan por su importancia en el ámbito didáctico, es la particularidad de su lenguaje propio, simbólico y preciso, de empleo internacional, pero de un nivel intelectual que requiere de un desarrollo mental considerable y una familiarización sistemática, y que impone la necesidad de procurar que el alumno lo posea de forma cabal a fin de asegurar un mejor trabajo y aprehensión de las nociones propias de esta ciencia. Existen algunos estudios que indican que su dominio no es factor esencial para el aprendizaje de muchas de las nociones básicas manejadas en la educación elemental, aunque sí presenta cierta influencia para su dominio íntegro (Godino, Batanero y Font, 2004).

De las características epistemológicas mencionadas y de los resultados de numerosas investigaciones educativas al respecto, se han desprendido algunos rasgos que delinean el enfoque de trabajo didáctico más idóneo para trabajar las matemáticas en un nivel básico de escolaridad y aún en niveles superiores, de modo que se generen aprendizajes acordes a los requerimientos de la sociedad actual (Godino, Batanero y Font, 2004; Godino, 2009).

Según Godino (2009, en Soto 2009) las teorías pedagógicas más importantes desarrolladas hasta el momento en torno al aprendizaje matemático presentan un matiz interaccionista, algunas con acentuación en los procesos cognitivos, otras centradas en el papel de la interacción social y otras relacionadas con la influencia del contexto en el aprendizaje, pero todas con el común denominador de destacar la necesidad de dotar de dinámica al papel del alumno, permitirle actuar para construir su conocimiento y sus aprendizajes. Dichas orientaciones, aunque con denominación diferente, retoman los

lineamientos teóricos constructivistas, y de ellos se extraen las actividades que se consideran más eficientes para el aprendizaje.

Entre las actividades primordiales de aprendizaje matemático surgidas por las tendencias interaccionistas y constructivistas, Godino, Batanero y Font (2004), Godino (2009) y la SEP (2011c) destacan la resolución de problemas como centro de la actividad didáctica matemática para la educación básica.

Por medio de secuencias de situaciones problemáticas se puede promover la observación, la reflexión sistemática, la argumentación y la comprobación de resultados, además de permitir enfocar el estudio hacia los contenidos particulares requeridos. Es por ello que la resolución de problemas se considera el planteamiento central de la metodología didáctica para la educación básica, con un trasfondo constructivista, en el que el principal actor es el alumno y no el maestro (Parra, 1990, en SEP, 2011b).

Pero formular un problema matemático didáctico es más complejo de lo que pudiera suponerse, se necesita considerar una serie de características esenciales para otorgarle verdadera utilidad pedagógica. Debe establecer una situación que pueda ser modelada para encontrar respuesta a una pregunta que surja de la misma, e integrar elementos familiares para los aprendices para que se puedan comprender de manera sencilla pero sin otorgar de forma evidente la respuesta (Parra, 1990, citada por SEP, 2011b). Godino, Batanero, Font (2004) y la SEP (2011c) señalan los requisitos a cubrir al diseñar las problemáticas para el trabajo matemático. Sugieren que éstas deben estar articuladas a los conocimientos previos del alumno y graduadas a su nivel de desarrollo intelectual, de modo que representen un reto, ni tan sencillo como para desestimar la necesidad de esfuerzo, ni tan difícil como para desalentarlo; que su diseño permita

promover el razonamiento más que la memorización de reglas o algoritmos, y que su redacción indique temáticas concatenadas con el contexto físico y social del alumno y con sus intereses y necesidades.

Blanca Parra (1990, citada por SEP, 2011b) describe la secuencia de tres pasos generales a seguir en el empleo de problemas como metodología de trabajo a nivel de educación básica: entender el problema, desarrollar y llevar a cabo una estrategia y evaluar la solución. La orientación y dirección que dé el docente a cada momento de esta secuencia será crítica para llegar a un aprendizaje significativo.

A su vez, Blomhøj (2004), Salett y Hein (2004) consideran la modelización matemática como la estrategia y metodología de estudio y aprendizaje más eficiente. La modelización consistente en la creación de herramientas intelectuales que vinculen objetos de conocimiento matemático con situaciones generales, para su empleo en la resolución de diferentes familias de problemas que pueden provenir de diferentes áreas del conocimiento. Esta forma de trabajo permite al alumno convertirse en responsable de su propio aprendizaje y vincula el estudio matemático con un contexto determinado, de manera que la utilidad y significancia del aprendizaje se fomentan desde su origen, y el profesor se convierte en un facilitador y orientador del proceso únicamente. De acuerdo con Salett y Hein (2004), la modelización lleva la resolución de problemas a un nivel más adelantado, al combinar habilidades de investigación y de inducción-deducción en el estudio de casos cuidadosamente formulados; estas consideraciones fundamentan su pertinencia para niveles medios y superiores de educación más que para los básicos, por lo tanto no son sugeridos para la educación preescolar ni primaria, aunque podrían ser empleados con ciertas reservas en la secundaria.

2.1.2. El papel del alumno, del maestro y de los mediadores. El planteamiento constructivista y el empleo de una metodología de resolución de problemas implican la transformación del papel tradicional tanto del alumno como del profesor de matemáticas.

Como se ha mencionado someramente en apartados anteriores, el alumno debe dejar de ser pasivo en las clases para adoptar un papel dinámico en la construcción de su propio conocimiento (Barreto et al, 2006). Es quien debe solucionar los problemas para construir sus aprendizajes e interactuar con sus compañeros para promover el perfeccionamiento y socialización de sus saberes (Parra, 1990, en SEP, 2011b).

En el caso del docente, considerado tradicionalmente como expositor de algoritmos y formas de solución, requiere convertirse en un facilitador de situaciones didácticas en las que las problemáticas sean vistas como retos a solucionar para aprender, en un orientador que encamine los esfuerzos de los alumnos hacia el aprendizaje prefijado (SEP, 2011c).

La complejidad de la tarea del docente en una paradigma constructivista llevan a Barreto et al (2006) a considerarlo el agente mediador más importante, aunque no el único, encargado de ayudar al estudiante a establecer relaciones significativas entre el bagaje cultural que posee y la nueva información a la que se enfrenta, y de encausar las diversas construcciones individuales del saber a la que considere más correcta.

Barreto et al (2006), el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2008) y Parra (1990, citada por SEP, 2011b) expresan algunas de las acciones que requiere realizar el docente como parte del desempeño de su rol facilitador para con el alumno:

1. Identificar los conocimientos previos que requiere un tema y los que posee el alumno y establecer adecuaciones curriculares para asegurar la articulación de entre ambos.
2. Diseñar situaciones problemáticas que motiven al alumno a trabajar con ellas y encontrar un resultado o proceso de resolución. Dotar a estas situaciones didácticas de una secuencia lógica de trabajo que facilite al aprendiz el establecimiento de relaciones entre diversos constructos mentales. Emplear las estrategias y recursos idóneos para el desarrollo de la clase.
3. Recrear un ambiente de trabajo adecuado que propicie un trabajo comprometido al alentar la exploración y reconocer el esfuerzo y que permita el intercambio de ideas entre maestro y alumno y entre los alumnos.
4. Evitar dificultades contextuales para el trabajo, como las provenientes de los factores físicos, de la comprensión cabal de los textos del problema, de la visibilidad o audición, etcétera.
5. Observar el trabajo individual y en equipo para identificar los patrones de pensamiento y las dificultades que se presenten y encauzar ambos adecuadamente.
6. Orientar la discusión acerca del valor y pertinencia de las diferentes estrategias y la elección de las más eficientes.
7. Evitar recriminar el error del alumno y emplearlo como fuente de información para apoyar la superación de dificultades.
8. Evaluar el proceso educativo, con todos sus actores y componentes, para tomar decisiones de acción y para orientar al alumno hacia la mejora.

Esta tarea de apoyo y guía que el docente realiza para facilitar el andamiaje del alumno le obliga a emplear diferentes herramientas culturales (concretas y psicológicas) para lograr una conexión entre la realidad externa y la actividad intelectual e interna del aprendiz, función por la cual la teoría sociocultural las denomina mediadores (Fernández, 2009). Este concepto, que se retoma de las teorías socio-genéticas del aprendizaje de Lev Vygotsky, hace referencia a aquellos elementos que permiten, facilitan y apoyan la actividad mental en un proceso de aprendizaje.

Las personas con mayor posesión cualitativa y cuantitativa de saberes son en sí mismos los principales mediadores para el aprendiz, y establecen relaciones entre lo ya conocido y lo que ha de conocerse, para facilitar y asegurar la calidad del aprendizaje, por lo que es natural que al docente se le asigne este papel de manera primordial en el proceso educativo pero no de manera exclusiva, puesto que otros alumnos pueden cumplir esta misma función (Barreto et al, 2006).

Pero existen otros factores considerados mediadores de igual o mayor importancia para los seres humanos. Entre todos ellos, el lenguaje es uno de los más reconocidos por su temprana influencia y adquisición; su valor estriba en su capacidad de renovar la actividad mental, articular el mundo interior (mental) con el exterior (físico) para permitir la negociación de significados, e integrar al individuo a las estructuras psicosociales convencionales de su sociedad y a la participación e interacción social. Con estas acciones mediadoras, el lenguaje permite establecer la zona de desarrollo próximo, que permitirá a un novel avanzar en sus saberes con ayuda de un experto (Barreto et al, 2006).

De la concepción de mediadores instrumentales de Lev Vygotsky se deriva la fundamentación de emplear herramientas (concretas o abstractas) para facilitar el trabajo mental sobre el mundo físico (Barreto et al, 2006).

Numerosos estudios han concluido que los recursos mediadores concretos ostentan gran importancia por su papel de facilitar la extracción de las características esenciales de una situación problemática práctica y permitir su aplicación en contextos hipotéticos más generales, ya sea para algún área de las matemáticas, como la Geometría, o en temas específicos como la medición, o al centrarse en instrumentos específicos como la calculadora (SEP, 2011b).

2.1.3. Contenidos de aprendizaje matemático y su evaluación. Junto a la transformación de la pedagogía matemática, desde una etapa anticuada de instrucción y memorización mecánica de algoritmos desvinculados de las situaciones reales hasta la fase actual de construcción de concepciones mentales por medio de una resolución social e instrumentalmente mediada, se ha ido dando también una evolución en la definición de los saberes y contenidos curriculares a adquirir en la Educación Básica.

La causa de esta constante redefinición del currículo de estudios se encuentra en un hecho innegable: las sociedades actuales requieren cada vez de manera más urgente desarrollar ciudadanos con habilidades y capacidades superiores para poder hacer frente a la tendencia económica de depender de la tecnología (Bruner, 2005, en Orozco y Labrador, 2009). Se requieren ciudadanos que puedan superar los desafíos cambiantes de la sociedad tecnológica y globalizada. Por ello, se aspira a alcanzar competencias generales en lugar de conformarse con el conocimiento teórico y las habilidades elementales (Orozco y Labrador, 2009).

En su caso, la educación matemática también está siendo replanteada para responder a estos requerimientos. Se puede observar que existe una inclinación internacional hacia el diseño curricular caracterizado por competencias. Con ello se busca que los aprendices puedan enfrentarse a una realidad transcultural, tecnológica y cambiante en la que las matemáticas son fundamentales (NCTM, 2000 en Orozco y Labrador, 2009).

En la actualidad la SEP (2011c), en México, delinea el currículo de estudio relacionado con las matemáticas como un trayecto jerarquizado en metas de diferente amplitud. En mayor amplitud se describen competencias generales a conseguir al finalizar la Educación Básica.

La SEP (2011c, p. 33) define una competencia como “la capacidad de responder a diferentes situaciones, e implica un saber hacer (habilidades) con saber (conocimiento), así como la valoración de las consecuencias de ese hacer (valores y actitudes)”. En tanto que el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) concibe una competencia matemática como una capacidad para valorar, comprender y emplear terminología, conceptos, propiedades y estrategias provenientes de las matemáticas para plantear, formular, interpretar y resolver problemas, satisfacer sus necesidades y ayudarlo a conseguir una vida reflexiva (2008).

Son cuatro las competencias matemáticas previstas por la SEP (2011c) para desarrollarse a lo largo de la Educación Básica, y por lo tanto son las que reciben prioridad para su desarrollo en los centros escolares públicos:

1. Resolver problemas de manera autónoma. Comprende la posibilidad de identificar, plantear y resolver problemas de diferente tipología.

2. Comunicar información matemática. Interpretación, manejo y representación de información matemática para la resolución o análisis de un problema.
3. Validar procedimientos y resultados. Argumentar a través de un razonamiento deductivo la validez de un procedimiento empleado.
4. Manejar técnicas eficientemente. Manejo eficiente, racional y adaptativo de algoritmos, formas de representación y técnicas matemáticas.

El programa PISA enlista de manera más puntual las competencias que debe alcanzar el aprendiz con respecto a cuatro áreas matemáticas específicas: cantidad; espacio y forma; cambio y relaciones, y probabilidad. Estas competencias se explican en la figura siguiente (INEE, 2008).

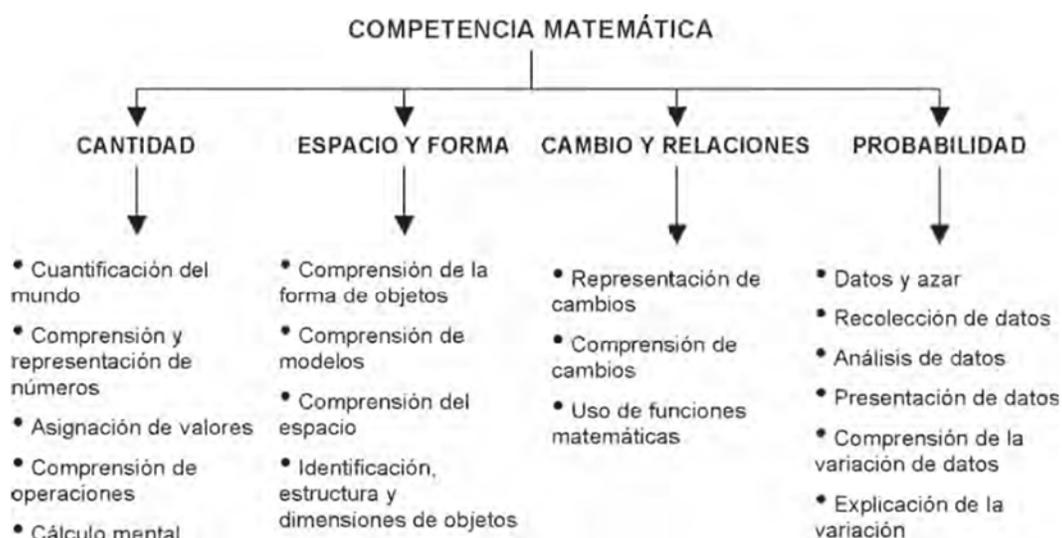


Figura 1. Descripción de las competencias matemáticas manejadas por el programa PISA. (Fuente: INEE, 2008).

Por su parte, la Secretaría de Educación Pública (2011a, 2011c) deriva de las competencias matemáticas una serie de estándares curriculares para su logro al final de

cada uno de los cuatro períodos escolares (tercer grado de Preescolar, tercer y sexto grados de primaria y tercer grado de Secundaria), y en aprendizajes esperados que han de alcanzarse en períodos variables dentro de un ciclo escolar.

Paralelamente, organiza los contenidos a estudiar en la asignatura en tres niveles de desglose: ejes de estudio, temas y contenidos. Para los niveles de Primaria y Secundaria, los ejes de estudio son: Sentido numérico y pensamiento matemático, Forma, espacio y medida, y Manejo de la información. Los temas y contenidos se detallan para cada lección, bimestre y grado de estudio en los programas de estudio.

El proceso de obtención de las evidencias acerca del aprendizaje alcanzado en un período de tiempo, que permita emitir juicios, brindar retroalimentación al alumno, encauzar la acción docente y establecer el diagnóstico para subsiguientes procesos de aprendizaje es conocido como evaluación (SEP, 2011c).

En la actualidad, el proceso evaluativo también se ha revestido de una nueva concepción y ha cobrado suma importancia dentro del proceso de aprendizaje. Se le conceptualiza como un momento más de aprendizaje para el alumno, y para ello debe comunicar previamente a alumnos y sus tutores lo que se espera que aprendan, los criterios de evaluación y los instrumentos y formas de evaluar que se emplearán para que se tenga una comprensión compartida del proceso a seguir y se pueda usar esta información en el hogar como un recurso de aprendizaje complementario, además de brindar retroalimentación oportuna al estudiante (SEP, 2011c).

La SEP y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en conjunto, en referencia a las características de la Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB), describen algunos requisitos para la conformación de una evaluación con un real sentido

formativo. Aunque no son planteamientos nuevos, la RIEB propugna por una evaluación continua que valore el progreso del alumno en todo momento del proceso de aprendizaje, para lo cual es necesario determinar su estado al inicio de dicho proceso por medio de una evaluación diagnóstica y compararla con el estado final, valorado por la evaluación sumativa. Estos tres momentos, empleados adecuadamente por el docente, permitirán que el alumno le dé sentido y reflexión a su propio aprendizaje (SEP y UNAM, 2010).

La RIEB también demanda diversificar a los responsables de la evaluación y los instrumentos a emplear. Al multiplicar a los autores de la evaluación se obtienen diversas modalidades de la misma. Cuando son los alumnos quienes valoran y reflexionan acerca del alcance de sus logros se emplea la autoevaluación y si los alumnos estiman el progreso de sus compañeros se está manejando la coevaluación; la heteroevaluación entonces designaría el proceso de evaluación realizado por otra persona diferente a los alumnos, generalmente el profesor (SEP y UNAM, 2010).

Aunque anteriormente era únicamente relacionada con la administración de exámenes, la evaluación actual, formativa, echa mano de diferentes instrumentos, y para su elección considera la naturaleza del saber valorado, los alcances del aprendizaje esperado y el nivel intelectual del discente; algunos instrumentos útiles serían rúbricas, listas de cotejo, registros anecdóticos, portafolios, productos de proyectos, además de las pruebas de conocimiento, entre otros (SEP y UNAM, 2010).

2.1.4. Obstáculos en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Existen numerosos problemas relativos al aprendizaje de las matemáticas.

Guy Brousseau (1983, en SEP, 2011b) indica que algunos de estos problemas son originados por decisiones didácticas incorrectas tomadas por el docente o por el sistema educativo, al elegir relaciones, secuencias, instrumentos o recursos que no son los ideales para el tema matemático a estudiar. También refiere la existencia de problemas originados por causas ontológicas, es decir, aquellas relacionadas con características cognitivas o neurofisiológicas del alumno, que resultan ser limitantes para llevar a cabo las actividades necesarias. Rivière (1990, en Ferreira, 2008) indica que las causas neurofisiológicas son las que con menor frecuencia se presentan, además de ser objeto de estudio para el área de Educación Especial.

Ortega (2006) menciona tres dificultades ontológicas de tipo cognitivo. La primera es originada por los conflictos entre la lógica empleada por el alumno y la lógica del razonamiento matemático. El alumno presenta una forma intuitiva de razonar, la cual ha moldeando desde su nacimiento por preferencias de procesamiento informacional, y tiende a emplearla aun cuando ha entendido la forma adecuada de proceder matemáticamente (Guzmán, 1991, en Ortega, 2006).

La segunda dificultad es originada por el desequilibrio entre el desarrollo mental del aprendiz y el requerido por un concepto matemático. Se relaciona con la teoría de Jean Piaget que explica que las personas cursan cuatro estadios de desarrollo diferenciadas por la calidad de las operaciones mentales que pueden realizar, que van desde las sensorio-motoras hasta las abstractas, pasando por diversas etapas intermedias, con referentes cronológicos de inicio aproximado para cada una, y las dificultades que reviste el tratar de realizar operaciones mentales superiores a las de la etapa en que se encuentra una persona en determinado momento. Además recuerda que el avance y

adquisición de habilidades mentales se da en momentos diferentes para cada persona (Ortega, 2006).

La tercera considera la incompatibilidad entre el lenguaje natural y el matemático. La ambigüedad y riqueza expresiva del lenguaje natural contrasta con el formal, claro y unívoco de las matemáticas. El desconocimiento de esta diferencia o las dificultades para apropiarse de los términos y sintaxis de las matemáticas origina una serie de situaciones que dificultan manejar adecuadamente las matemáticas con la consiguiente merma del aprendizaje (Ortega, 2006).

Todas las temáticas planteadas en esta sección son características del enfoque constructivista actual de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas que debe tenerse en cuenta al momento de planificar secuencias de aprendizaje para esta asignatura.

2.2. Recursos didácticos multimedia

En este apartado se exponen los contenidos más importantes relacionados con la temática de los recursos denominados multimedia y su influencia e impacto en el ámbito educativo en general.

2.2.1. Conceptualización. El término multimedia tiene una amplitud considerable de acepciones y de ámbitos de aplicación, lo que lo hace difícil de conceptualizar. El Diccionario de la Lengua Española (Real Academia Española, 2012) lo define como el adjetivo de aquello que “utiliza conjunta y simultáneamente diversos medios, como imágenes, sonidos y texto, en la transmisión de una información”. De esta manera hace alusión a multitud de situaciones y aparatos, y aún formas de comunicación cotidiana, que se alejan del concepto actual del término.

Específicamente se empieza a relacionar al ámbito computacional cuando es empleado por la empresa Apple Computer para calificar el tipo de archivo audiovisual que su computadora Macintosh de 1984 posibilitaba producir, y se refuerza cuando en 1992 empieza a utilizarse para caracterizar juegos de video que ostentan imágenes, sonidos y animaciones entremezcladas (Méndez, Ruiz y Figueroa, 2007).

Diversos autores han contribuido con explicaciones y detalles para conformar una definición más completa de lo que representa la multimedia en el contexto computacional. Méndez, Ruiz y Figueroa (2007) se centran en la variedad de soportes de información (audio, video, texto o animaciones) que deben ser usados por un recurso para ser considerado multimedia. Sarmiento (2007) añade a la combinación de recursos la necesidad de que la información tenga una secuencialidad previamente establecida como óptima para su comprensión. Mientras que otros autores (Cabrero y Duarte, 1999, en Sarmiento, 2007; Morrón y Aguilar, 2006) se enfocan a indicar como requisito esencial para un material multimedia la posibilidad de la que el usuario interactúe con él y le dé opciones para acceder a diferentes unidades de información, según sus intereses.

En el contexto educativo, Aedo et al (2004) optan por diferenciar un sistema multimedia como una entidad diferente a la simple combinación de varios medios o recursos entre sí a causa de su integralidad y a los objetivos predefinidos que persigue. Para estos autores, un sistema multimedia es un recurso que coordina de forma cuidadosa la integración de diversos lenguajes de comunicación que han sido seleccionados para crear un producto vinculado a una temática predeterminada, la cual se presenta a un ritmo variable en función de las necesidades del usuario. Este proceso

complejo de creación se realiza para simplificar la asimilación del mensaje y del aprendizaje por parte del usuario.

Al condensar estos detalles, se puede concluir que actualmente el término multimedia se definiría como aquel recurso digital que ofrece información a través de la articulación planificada de diferentes tipos de medios (visuales con animación o sin ella, textuales o sonoros), los cuales han sido elegidos por sus capacidades expresivas, que posibilita acceder a dicha información de manera lineal o no-lineal a elección del usuario, que puede ofrecer vínculos hacia nueva información y recursos multimedia y ofrece interactividad adaptable a diferentes ritmos y necesidades del usuario, con el objetivo de generar un aprendizaje específico (Méndez, Ruiz y Figueroa, 2007; Sarmiento, 2007). Es obvio, pero indispensable, mencionar que un recurso multimedia es manejado por una computadora o un dispositivo electrónico y que necesita de un hardware para ser almacenado, transportado y proyectado, así como un software para ser ejecutado (González, 2009).

2.2.2. Elementos. Como elementos primordiales de materiales multimedia pueden mencionarse el texto, el sonido, las imágenes, las animaciones y videos y la interfaz. De ellos es necesario aclarar sus características más importantes, explicadas por Aedo et al (2004), Méndez, Ruiz, Figueroa (2007) y Vilchez (2007).

2.2.2.1 El texto. El texto es aquel escrito digital, en cualquier lenguaje, usado para dar a conocer información. Es empleado para presentar contenido informativo y para rotular títulos y botones. Su uso es tan importante que es necesario elegir cuidadosamente el tipo de fuente (o estilo), tamaño y color de las letras según los

destinatarios, fondos y contenido del mensaje, como requisito para asegurar su adecuado aprovechamiento (Aedo et al, 2004; Méndez, Ruiz y Figueroa, 2007; Vilchez, 2007).

Se sugiere que un recurso multimedia emplee textos breves y concisos que no recarguen la pantalla y eviten lo que Valdés (2001, en Vilchez, 2007) denomina scroll o movimiento continuo de arriba a abajo de la pantalla y que entorpece la asimilación del contenido proporcionado. También es necesario que el recurso resalte los textos clave del escrito para facilitar su identificación.

Como una fase avanzada de los textos y por influencia de la tecnología computacional, se ha generado el hipertexto. Para Aedo et al, 2004, el hipertexto es un texto presentado por medios informáticos computacionales, cuyo flujo puede ser controlado por el usuario. Vilchez (2007) añade que un hipertexto debe proporcionar la posibilidad de acceso no lineal a mayor información, que puede ser un nuevo texto, hipertexto, imágenes, sonidos, etcétera. En síntesis, el hipertexto constituye un escrito digitalizado al que se le ha otorgado una estructura que sistematiza información suplementaria a la que se puede tener acceso de manera no lineal por medio de vínculos contenidos en las palabras, frases o gráficos del mismo, manejados por el programa empleado. La interacción entre usuario e hipertexto se establece por medio de un dispositivo electrónico que permite visualizar la grafía textual. El hipertexto es un elemento que todo multimedia debe aprovechar para otorgar interacción y secuencialidad no lineal a la presentación de su información (Aedo et al, 2004).

2.2.2.2 La imagen. La imagen, como elemento multimedia conjunta fotografías, dibujos, gráficas o mezclas de éstos. Su uso permite complementar y reforzar visualmente la información proporcionada por otros medios, descubrir o recrear

conceptos que no pueden ser expresados de otra forma, además de motivar la atención (Méndez, Ruiz y Figueroa, 2007; Vilchez, 2007).

En la actualidad existen una variedad muy grande de formatos de archivo relacionados a imágenes, cada una proveniente del programa que las haya procesado, y por consiguiente, con diferentes propiedades características. Por lo tanto es necesario revisar esta cualidad antes de emplear uno u otro formato, en función de las necesidades y condiciones del usuario y de los dispositivos electrónicos por usar (Aedo et al, 2004).

2.2.2.3 Los sonidos. En su carácter de elementos multimedia, son aquellos archivos que reproducen sonidos digitales de voz, música, sonidos naturales o creados con algún instrumento o software especial de edición. Cobra vital importancia por ser un medio que excita y rememora emociones, sentimientos y procesos cognitivos que involucran numerosas sensaciones y recuerdos (Vilchez, 2007).

2.2.2.4 Los videos. Por su parte, los elementos conocidos como videos y animaciones, son consideradas imágenes en movimiento, grabadas de la realidad o generadas por programas computacionales especiales respectivamente; las últimas permiten desde otorgar movimientos simples a imágenes en dos dimensiones hasta recrear movimientos reales en objetos de tres dimensiones. Ambos permiten la opción de sincronizar imagen, sonidos y texto si fuera necesario, e integrarlos en un archivo digital. Aunque en la actualidad existe la posibilidad de convertir los archivos analógicos en digitales y viceversa, y los dos pueden ser reproducidos en computadoras y otros dispositivos electrónicos. Los materiales multimedia con animaciones o videos permiten crear interfaces de uso más intuitivas, llamativas y motivantes que las que emplean

imágenes fijas, además de que permiten comunicar mejor la información que se quiere presentar (Aedo et al, 2004; Vilchez, 2007).

2.2.2.5 La Interfaz. La interfaz es definida por Aedo et al (2004, p. 163) como el “canal de comunicación a través del cual se realiza la transferencia de información entre el usuario y la máquina”. Conjunta partes físicas y simbólicas para presentar la información al usuario. Las físicas permiten manipulación real para comunicar información de entrada o salida y provocar interacción. La simbólica integra entornos de trabajo, íconos y lenguajes para establecer la comunicación usuario-recurso. Su diseño es esencial para promover la comunicación y la trasmisión de la información y el aprendizaje que se espera. Su funcionamiento correcto es imprescindible para el adecuado desarrollo de la comunicación. Con lo cual se concluye que su diseño cuidadoso permitirá sacarle el máximo provecho.

Parte del éxito de un multimedia contempla su adecuada selección de colores implicados en las imágenes estáticas y en movimiento y en el color de fondo, de texto, de botones, y de cada componente de la interfaz manejada. La interfaz también considera la cantidad, variedad, orden y forma de presentación de la información proporcionada, las animaciones de objetos o imágenes, la posibilidad de interacción y de retroalimentación a las interacciones usuario-máquina (en cualquier combinación o dirección que esta interacción se establezca) y la vinculación con otros contenidos y recursos (Vilchez, 2007).

2.2.3. Tipología. Existen diversas clasificaciones para multimedia, que consideran aspectos diferentes y que resultan un poco vagas y hasta contradictorias. La siguiente clasificación sintetiza las ideas y categorías de Gértrudix et al (2007), Méndez,

Ruiz y Figueroa, (2007) para aclarar las diferencias entre las clases manejadas y establecer una jerarquía en función de su complejidad, y permite comprender que su utilidad y naturaleza digital permite englobar su diversidad en el término único de multimedia, aunque por necesidades de referencia y precisión se requieran los términos particulares:

- Media. Cualquier archivo digital que presente un texto, sonido o imagen. Es un objeto digital simple y básico.
- Hipertexto. Mencionado anteriormente como elemento de un material multimedia, también constituye una variedad muy simple del mismo, en el que se toma como base un texto y por medio de hipervínculos se remite a otra información o a otros recursos multimedia.
- Media integrada. Clasificación intermedia en complejidad que integra varios lenguajes y medias, pero no presenta hipervínculos.
- Hipermedia. Media integrada al que se le han añadido hipervínculos para posibilitar un acceso no lineal a la información y suplementarla.
- Objeto de aprendizaje. Media integrada o hipermedia articulado a un objetivo didáctico, a una serie de actividades de aprendizaje y a un sistema de evaluación.

En términos generales, todos estos tipos de recursos pueden ser denominados multimedia (Gértrudix et al, 2007; Méndez, Ruiz y Figueroa, 2007), pero en términos estrictos y en función de la definición ya realizada, sólo la última clasificación cumple cabalmente con los requisitos que este término presenta actualmente.

Siguiendo la agregación modular de recursos multimedia, se presentan sistemas de recursos más complejos, que echan mano de diversas colecciones de materiales multimedia particulares pero que se encuentran coordinados entre sí (Gértrudix et al, 2007); Méndez, Ruiz y Figueroa, 2007):

- Secuencia didáctica. Una serie de objetos de aprendizaje relacionada a varios objetivos de aprendizaje y a una porción de un curso educativo.
- Programa de formación. La combinación de secuencias didácticas vinculadas al estudio de un área completa de estudios o a una asignatura correspondiente a un ciclo escolar determinado.

Estas dos últimas estructuras, obviamente no corresponden a un tipo de multimedia sino a colecciones de los mismos. Pero dan idea de la complejidad modular que pueden alcanzar estos recursos si se les otorga la coordinación adecuada.

Es necesario aclarar en este punto dos conceptos emergentes en la actualidad, relacionados con los objetos multimedia, que podrían causar confusión por tener terminologías semejantes: los Objetos Digitales Educativos (ODE) y los Objetos de Aprendizaje (OA), entidades diferentes a los subtipos de multimedia homónimos antes mencionados.

De acuerdo a Gértrudix et al (2007), un ODE es un material multimedia diseñado con un carácter modular, flexible, abierto, reusable, portable y clasificable, para apoyar una secuencia didáctica específica con objetivos de aprendizaje particulares. La modularidad le permitiría coordinarse o agregarse a otros recursos multimedia para conformar secuencias didácticas o programas de formación, o emplearse de manera

autónoma. La flexibilidad explicaría la posibilidad de ser adaptada a diferentes escenarios educativos. La apertura refiere la posibilidad de ser modificada libremente en su diseño o contenido por agentes diferentes al autor mismo, sin tener que pagar derechos de autor. La cualidad de reusabilidad y portabilidad permitiría emplearla numerosas veces, por diversos agentes, en diversos escenarios y ser llevada de un equipo a otro sin dificultades técnicas, además de poder ser clasificada según criterios útiles.

Por otro lado, un OA, como lo define Ramírez (2007), es “una entidad informativa digital desarrollada para la generación de saberes que tiene sentido en función de las necesidades y realidad concreta del sujeto”. Un OA debe responder a dos componentes; uno pedagógico que asegure el apego a un objetivo de aprendizaje, una estrategia de trabajo, y un sistema de evaluación; y un componente tecnológico para la identificación de sus datos y atributos generales. Deben ser reutilizables, clasificables, autocontenibles (posibilidad de ser usado independientemente), versátiles (empleados en diferentes contextos), relevantes, ricos en recursos y responder a una historia, realidad y subjetividad particulares, entre otras características.

Como se observa, existe una equivalencia entre OA y ODE, aunque la terminología sea diferente. Y por otra parte, la diferencia entre ODE /OA y los recursos multimedia radica en el requisito de incluir una serie de características administrativas particulares, que permitan su recombinación, reestructuración, identificación e intercambio, entre otras tareas. Es probable que con el tiempo estos términos se consoliden en uno sólo, ya que los planteamientos de cada uno no son excluyentes de las posibilidades de los del otro.

2.2.4. Requisitos de los recursos multimedia. El uso de cualquier recurso digital posibilita enriquecer cada momento y actividad realizada en una clase, ya sea al facilitar el análisis, la lectura, la interpretación del problema o la expresión de los resultados por diversos medios o al diversificar el tipo de trabajo que se puede realizar con una misma información (SEP, 2011c).

Pero la posibilidad de estos beneficios no puede dejarse al azar y debe ser evaluada previamente a su empleo. Por esta razón es necesario revisar si cumple con los requisitos necesarios para los requerimientos del docente y su grupo de trabajo.

Cabrero y Duarte (2000, en Vilchez, 2007) exponen que es necesario evaluar los recursos multimedia para decidir su pertinencia en un determinado proceso educativo, respecto al tema a tratar por el docente y a las necesidades generales del grupo y las particulares de cada alumno.

Del análisis de los planteamientos de estos investigadores (Cabrero y Duarte, 2000, en Vilchez, 2007) y de los realizados por Ramírez (2007) se pueden definir tres aspectos generales a valorar respecto a un recurso multimedia: el técnico-funcional, el estético y el pedagógico, de los cuales se desprenden diferentes requisitos particulares y más específicos que se pueden considerar para evaluar la calidad de cualquier recursos multimedia (ver tabla 1).

Mientras mayor número de requisitos cubra un material multimedia, mayor calidad y eficacia presentará. Pero esto no implica que se pueda prescindir de cualquiera de ellos por el simple hecho de poseer otros requisitos, algunos son indispensables y no pueden faltar, como es el caso de la funcionalidad de los elementos de la interfaz (Ramírez, 2007).

Tabla 1
Aspectos y requisitos para evaluar un recurso multimedia.

Aspecto	Requisitos
Técnico- funcional	Facilidad de instalación y de uso.
	Posibilidad de navegación lineal o no lineal
	Integración de guías y tutoriales si fuere requerido.
	Funcionalidad de todo elemento (botones, barras de navegación, hipervínculos, etcétera) de la interfaz.
	Adaptabilidad y apertura (posibilidad de modificación, evaluación y seguimiento).
	Costo y distribución accesibles.
	Portabilidad (tamaño adecuado para poder ser archivado en diferentes medios portátiles).
Estético	Universalidad (posibilidad de ser ejecutado en la mayoría de los dispositivos electrónicos sin requerirse programas especiales)
	Calidad de las imágenes, sonidos, botones, y otros objetos gráficos.
	Uso adecuado de colores y sonidos para motivar y hacer eficiente su uso.
Pedagógico	Adecuación de constituyentes gráficos y sonoros a la edad y características de los usuarios.
	Capacidad de motivación.
	Fomento a la iniciativa y el autodidactismo.
	Apego al enfoque de enseñanza necesario, el contenido curricular manejado y los avances científicos actuales.
	Integración de actividades además de la información, y de espacios de evaluación.
	Extensión temporal y nivel de complejidad adecuadas a el nivel intelectual de los usuarios.
	Conexión a una realidad concreta inalcanzable de otra forma.
	Otorguen sentido de utilidad al usuario.
Comunicabilidad o capacidad de establecer interacciones entre usuarios	

A estos requisitos bien se podrían añadir los de tipo administrativo especificados para Objetos Digitales de Enseñanza (ODE) y para Objetos de Aprendizaje (OA): modularidad, flexibilidad, apertura, identificación técnica (metadatos y apego a estándares) mencionados por Gértrudix et al (2007) y Ramírez (2007) para otorgar a los recursos multimedia mayor proyección entre la comunidad docente, al facilitar su intercambio, localización y uso.

2.2.5. Beneficios de su empleo didáctico. Los principales beneficios del uso de multimedia para el alumnado en general, durante el proceso educativo, son (Sarmiento, 2007; Vidal y Rodríguez, 2010):

- Su versatilidad, entendida como la posibilidad de adaptación a diversos contextos, ritmos de trabajo y horario de uso, entre otros.
- La posibilidad de otorgar calidad al entorno audiovisual y a la comunicación de la información.
- La oportunidad de presentar fenómenos que sería imposible, muy costoso o peligroso hacer de otro modo.
- Su alta capacidad de motivación para el estudio y al autodidactismo, por integrar factores con carácter lúdico, atractivo y dinámico.
- La posibilidad de adecuación a necesidades educativas especiales y ritmos de aprendizaje de diferentes usuarios. Control del flujo y repetición de la información.
- La posibilidad de fortalecer los aprendizajes y su retención al comprometer mayor cantidad y diversidad de procesos cognitivos y canales sensitivos en el alumno y favorecer la interacción individual y social para el aprendizaje.
- El ofrecimiento de retroalimentación y evaluación instantánea.
- La posibilidad de complementar, suplementar o reforzar procesos de estudio guiados por otros medios.
- La economía y relativa facilidad en el transporte, almacenaje y actualización del contenido.

2.2.6. Desventajas de su empleo didáctico. Para Sarmiento (2007), Vidal y Rodríguez (2010) los inconvenientes principales que reporta el uso de recursos multimedia son:

- Aprendizajes incompletos o superficiales, por falta de supervisión cuando se permite la libre interacción de los alumnos con el recurso.
- La posibilidad de descuidar contenidos actitudinales por preferencia de contenidos conceptuales y procedimentales.
- La distracción del alumno del objetivo central de aprendizaje por atender más a la parte lúdica o novedosa del recurso manejado.
- La falta de estandarización y el continuo desarrollo de nuevas versiones de programas y la consiguiente obsolescencia de programas y equipos, que provoca la posibilidad de incompatibilidad y la inadecuada o nula ejecución del material multimedia.
- La posibilidad de potenciar más el individualismo y el aislamiento que la socialización y la cooperación al desarrollar el proceso educativo.
- El rechazo de su empleo en sectores a los que se les dificulta manejar las nuevas tecnologías.
- La generación de problemas de visión, audición, postura y otros problemas físicos, por abuso y uso inconveniente de los equipos computacionales o electrónicos.
- La limitación y rigidez del diálogo alumno-multimedia, a comparación del diálogo maestro –alumno más abierto y flexible.

2.3. Estilos de aprendizaje

En este apartado se plasman los aspectos más importantes relacionados con los estilos de aprendizaje de manera sintética, para tratar de aclarar los puntos más importantes al respecto.

2.3.1. Conceptualización. En 1970 se inició un movimiento investigativo en el ámbito psicopedagógico que promovió a nivel internacional el estudio de las habilidades cognitivas como prioridad temática, por considerarlas uno de los factores más importantes en la determinación de los aprendizajes, y que como consecuencia, llevó al estudio formal de los estilos de aprendizaje como uno de sus factores inter-influyentes primordiales (Sánchez, 2002).

Con el estudio de las habilidades cognitivas se sentaron las bases para superar la creencia de que estrategias de trabajo invariantes podrían ser de utilidad para todos los alumnos en todas las situaciones (Espinoza, 2008, en Ventura, Gagliardi y Moscolini, 2012), pues los resultados demostraron que cada individuo emplea procedimientos y mecanismos cognitivos diferentes para el estudio y el aprendizaje. Aunque también se observó la existencia de patrones similares en el ejercicio de cada elemento intelectual, sociológico o psicológico. A este tipo de patrones o preferencias se les llamó: estilos de aprendizaje (Lozano, 2008; Ventura, Gagliardi y Moscolini, 2012). Aunque en un principio fue manejado el término “estilos cognitivos”, con H. Witkin como principal promotor, luego se adoptó el de estilos de aprendizaje (EA) por estar mejor vinculado a las situaciones didácticas escolares (Cabrera y Fariñas, 2005).

Desde la segunda mitad del siglo XX hasta la actualidad, los estilos de aprendizaje han gozado de un papel preponderante en las investigaciones pedagógicas (Matos,

2008). Por esta causa pueden encontrarse múltiples definiciones al respecto, muchas de ellas con grandes aportes para la comprensión total del fenómeno.

Schmeck (1982, en Cabrera y Fariñas, 2005) considera que un EA indica las estrategias habituales y preferidas para el aprendizaje. García, Santizo y Alonso (2009) añaden que dichas estrategias indican la forma de usar los sentidos, el medio ambiente, la cultura y la personalidad para responder a tal aprendizaje.

Keefe (1982, en Spengler, Craveri y Anido, 2012) expande el concepto al indicar que un estilo de aprendizaje abarca indicadores no sólo de tipo cognitivo, sino también de tipo afectivo y fisiológico acerca de cómo el alumno se desenvuelve en un ambiente de aprendizaje.

Alonso, Gallego, Honey (2005, en Lopes y Muglia, 2010) y Lozano (2008), además de mencionar en general las anteriores características, afirman que los estilos de aprendizaje deben entenderse como patrones similares y relativamente estables que distinguen el trabajo cognitivo o intelectual entre aprendices.

Para Ventura, Gagliardi, Moscolini (2012), Claxton y Ralston (1978, en Cabrera y Fariñas, 2005) los EA son modos consistentes de manejo de información de una persona en dependencia de un contexto dado.

En síntesis, de todas estas consideraciones se propone como definición de estilo de aprendizaje: un patrón preferente y relativamente estable de manejo de información (percepción, procesamiento y expresión) y de uso de herramientas y estrategias intelectuales para responder de manera cognitiva, afectiva y fisiológica a un ambiente de aprendizaje particular en el cual se interactúa.

Cabe acá indicar la diferencia entre estilos de aprendizaje y estilos cognitivos. Lozano (2008) aclara que los cognitivos se manifiestan como tendencias, es decir, disposiciones naturales a manejar procesos relacionados con el aprendizaje que resultan inconscientes y automáticos para el aprendiz, sobre los cuales tiene muy poco o nulo control. En tanto que los estilos de aprendizaje hacen referencia a preferencias, de las cuales se puede tener conciencia y cierto control, con lo que se presentan las opciones de ser modificadas y de aprender nuevas.

La posibilidad de tomar conciencia de las herramientas y formas propias de manejar la información para aprender dotan de valor a los estilos de aprendizaje en el ámbito académico y escolar, puesto que abre la oportunidad de emplearlas para mejorar la actividad educativa (Lozano, 2008).

2.3.2. Principios relativos a los estilos de aprendizaje. Lozano (2008) explica varios supuestos y principios fundamentales que ayudan a comprender mejor la naturaleza de los estilos de aprendizaje, a continuación se enlistan los más importantes:

- Son neutrales, es decir, no se pueden establecer jerarquías de valor entre uno y otro estilo, pero sí poseen beneficios propios diferenciables.
- Son relativamente estables, ya que en condiciones normales se conservan para ámbitos determinados; si las condiciones o el ambiente cambian, existe la posibilidad de que el estilo se modifique por un tiempo corto, extenso o de forma permanente.

- Las personas pueden poseer varios estilos, en combinaciones de graduación diferente y se manifiestan cuando la situación ambiental o personal lo requiere. Aunque es válido considerar que uno de los estilos será preponderante.
- Varían en su flexibilidad y fuerza de persona a persona. Cada persona estará más o menos propensa a variar sus estilos cuando las condiciones se alteran; así también variarán en el grado de presentación de los rasgos particulares de un estilo, algunos lo manifestarán más vehementemente y otros de forma más liviana.
- Pueden ser enseñados y aprendidos. Aunque existen factores fisio-genéticos que determinan una parte poco alterable de los estilos de aprendizaje, éstos en lo general pueden aprenderse y enseñarse.
- Son mensurables. Es decir, tienen la posibilidad de ser detectados para cada persona. Y como resultado de esta posibilidad, las diferentes teorías desarrollan instrumentos para la determinación de la categoría o estilo a que pertenece cada persona.

2.3.3. Clasificaciones principales. Existe una multitud de clasificaciones de estilos de aprendizaje, cada una de ellas fundamentada en la elección de un componente particular relacionado con la cognición o el aprendizaje. El siguiente cuadro resume las características principales para cada una de las clasificaciones más importantes, según Cabrera, Fariñas (2005) y Lozano (2008), en cuanto a criterios manejados, autores del mismo, denominación del modelo y los diferentes estilos de aprendizaje que derivan.

Tabla 2
Clasificación de estilos de aprendizaje.

Criterio manejado	Autor(es) principales	Denominación	Estilos de aprendizaje
Preferencias de percepción o sensoriales	Rita Dunn y Keneth Dunn	Modalidades perceptuales	Visual, auditivo y táctil o quinesésico.
	Neil Fleming	VARK	Visual, auditivo, quinesésico, lecto-escritor y multimodales.
Preferencias en el uso de los hemisferios cerebrales	Linda V. Williams	Mente bilateral	Sinistrohemisféricos (<i>left-brained</i>) y dextrorhemisféricos (<i>right-brained</i>).
Preferencias de percepción y procesamiento	David Kolb	Modelo de aprendizaje por experiencias	Convergente, divergente, asimilador y acomodador.
Preferencias en el uso de estrategias de aprendizaje	Ronald Schmeck		Estilo de profundidad, estilo de elaboración y estilo superficial.
Preferencias en la percepción, procesamiento y uso de hemisferios cerebrales	Bernice McCarthy	Sistema 4MAT	Imaginativos, analíticos, de sentido común y dinámicos.
Preferencias de trabajo en el salón de clase	Anthony Grasha y Sheryl Hruska Riechmann		Participativo <i>versus</i> elusivo, competitivo <i>versus</i> colaborativo, dependiente <i>versus</i> independiente.
Preferencias de personalidad	Katherine Briggs e Isabel Briggs Myers		Extrovertido <i>versus</i> introvertido, sensorial <i>versus</i> intuición, racional <i>versus</i> emocional, juicio <i>versus</i> percepción.

A partir de la combinación de estas clasificaciones se han desarrollado otras más complejas que atienden a detalles pormenorizados de los factores conformantes de la percepción, del procesamiento, de la personalidad, de las actitudes y de varios otros aspectos relacionados con el aprendizaje (Lozano, 2008).

Lozano (2008) reconoce que cada uno de los diferentes modelos de estilos de aprendizaje ha apoyado a la tarea educativa en ámbitos y necesidades particulares. También que ninguno de ellos es definitivo, y que están sujetos al desarrollo de la

investigación educativa, lo cual abre la posibilidad de que emerjan nuevos modelos más sofisticados y que consideren aspectos complementarios hasta ahora ignorados.

Cabrera y Fariñas (2005), por ejemplo, apoyan un nuevo manejo holístico de los estilos de aprendizaje y proponen incluir aspectos socio-afectivos, que superen el tratamiento eminentemente cognitivista que se les ha dado.

Matos (2008) plantea dos razones por las que es importante conocer los estilos de aprendizaje de los alumnos para el trabajo docente:

- Permite comprender las condiciones, posibilidades, fortalezas y debilidades individuales de los alumnos, para estructurar el proceso de aprendizaje en base a este conocimiento.
- Faculta al profesor para conocer su propio estilo de aprendizaje y evitar que su práctica se limite a las características de dicho estilo y margine, aun inconscientemente, a alumnos con los que difiera.

Ventura, Gagliardi y Moscolini (2012) reparan en la posibilidad de potenciar el aprendizaje al diseñar secuencias didácticas incluyentes, que respondan a las preferencias individuales indicadas por los EA de cada alumno o de la mayoría.

Estos argumentos hacen sumamente valioso el tratamiento didáctico de los estilos de aprendizaje. Pero existe un requisito fundamental a la hora de manejar los estilos de aprendizaje en el ámbito educativo: escoger adecuadamente el modelo que se adapte mejor a las características biológicas, psicológicas, sociales, ambientales, curriculares e institucionales (Lozano, 2008).

2.3.4. Modelo de estilos de aprendizaje VARK y su inventario. Entre todos los modelos existentes, se ha escogido emplear el modelo denominado VARK, por una serie de características que lo hacen ideal para manejar en la población de estudio de este trabajo, correspondiente a niños de nivel de primaria, entre nueve y doce años de edad. Entre tales características se encuentra la claridad de sus planteamientos, la facilidad de empleo del instrumento de detección de sus estilos, la precisión con que se pueden valorar y autoevaluar los rasgos del aspecto cognitivo que considera y su propuestas de estrategias de aprendizaje para cada estilo (Fleming, 2012c).

Este modelo de clasificación, que fue desarrollado por Neil Fleming para apoyar el proceso educativo y al aprendizaje de los alumnos, considera las preferencias sensoriales de los estudiantes al momento de procesar la información que necesitan para el aprendizaje (Lozano, 2008).

El modelo VARK ayuda a comprender también la utilidad que las estrategias de enseñanza-aprendizaje tienen para cada estilo de aprendizaje. De esta manera, tanto docentes como alumnos podrán emplear los procedimientos más idóneos en función de las potencialidades provenientes de cada estilo de aprendizaje. Fleming (2012a) considera que es preferible trabajar desde las fortalezas de los alumnos, ya que el uso de estrategias desarticuladas de sus preferencias sólo ocasionará que éstas sean ignoradas o eliminadas de sus repertorios cognitivos y no tendrán la utilidad pretendida.

Este modelo considera cuatro estilos de aprendizaje simples y tres complejos: los estilos complejos son también llamados multimodales y se generan por la coexistencia de dos o más estilos igualmente dominantes. Por lo tanto, describe aprendices visuales, auditivos, lecto-escritores y quines-tésicos entre los estilos simples. Entre los

multimodales, según el número de estilos preferentes, pueden considerarse bimodales, tri-modales y VARK, éstos últimos los que presentan preferencia por los cuatro estilos simples por igual. La denominación VARK del modelo proviene de conjuntar las letras iniciales de los nombres en inglés de los cuatro estilos primordiales: *Visual, Aural, Read/write, Kinesthetic* (Lozano, 2008).

Los aprendices visuales presentan una preferencia por la información en forma de imágenes, se les facilita el trabajo con símbolos y son más sensibles a los arreglos y pensamiento espaciales. Aunque esto no significa que no puedan manejar otro tipo de información (Fleming, 2012c; Úbeda y Escribano, 2002). La asociación *Several Keys In Learning to Learn Skills* (SKILLS), del Programa Europeo de Formación para el Aprendizaje de los Adultos, señala que los aprendices de este estilo son hábiles para recordar detalles visuales, su lectura se realiza por el reconocimiento visual de las palabras, tienen facilidad para identificar patrones de escritura y su aprendizaje se encuentra íntimamente vinculado con el ordenamiento del espacio y de sus elementos, como las formas, colores, texturas y relaciones espaciales (SKILLS, 2007).

Los auditivos prefieren las actividades relacionadas con los sonidos, el diálogo y el pensamiento verbal, su canal predominante de información es el sonoro (Lozano, 2008; Úbeda y Escribano, 2002). Memorizan fácilmente y se les facilita el dominio verbal, como por ejemplo la lectura en voz alta (SKILLS, 2007)

A los lecto-escritores se les facilita el manejo de la información escrita, tanto para comunicarla como para procesarla, por lo que las actividades que les ayudan a aprender de forma más eficiente se relacionan con escribir, leer y manejar códigos escritos (Fleming, 2012c; Lozano 2008).

Los quines-tésicos (o kinesis-tésicos) representan aquellas personas que prefieren actividades que les proporcionen prácticas y experiencias, simuladas o reales para aprender (Lozano, 2008). Les favorece involucrar todos los sentidos en la actividad, incluidos el tacto, el gusto, el olfato, además de la vista y del oído. La fase de aplicación de teorías es la que les proporciona la experiencia multifactorial que requieren (Fleming, 2012c). Necesitan que su cuerpo completo se encuentre involucrado y en actividad al momento de aprender; siempre están en constante experimentación y es por ello que se dice que son descubridores natos (SKILLS, 2007).

Los multimodales son las personas que presentan una mezcla equilibrada de dos o más estilos, por lo tanto prefieren manejar la información desde modos diversos (Fleming 2012a; Olague, Torres, Morales, Valdez y Silva, 2010). Las diferentes combinaciones de dos, tres o cuatro estilos producen estilos bimodales, trimodales o VARK, respectivamente.

Según las estadísticas desarrolladas por Fleming (2012c), existe mayor preferencia por el estilo multimodal VARK, mientras que el estilo visual parece ser el que menos frecuencia de aparición tiene entre la población que este autor maneja. El autor reconoce que su muestra poblacional está sesgada para aquellas personas con acceso a internet, habilidades informáticas e interés por conocer sus estilos de aprendizaje o que son obligadas de alguna manera para ello. Sin embargo, estos datos pueden servir de referente para contrastar los resultados encontrados en otros estudios.

En la figura 2 se puede observar la distribución de frecuencias para cada uno de los estilos de aprendizaje VARK provenientes de la base de datos de la página en línea de Fleming (2012c) para agosto de 2011.

VARK DATABASE August 2011
n=28399

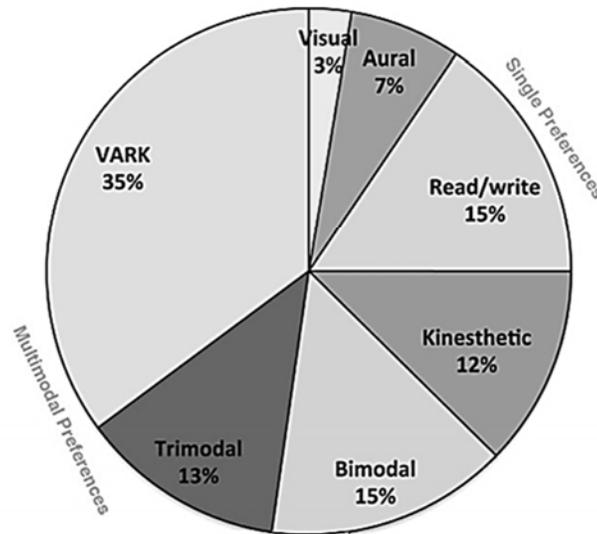


Figura 2. Distribución de frecuencias para cada estilo de aprendizaje, de la base de datos de N. Fleming para agosto de 2011. (Fuente: Fleming, 2012b).

Ahora bien, para determinar el estilo de aprendizaje preferente, se emplea el inventario VARK, desarrollado inicialmente por Fleming y Mills, y posteriormente actualizado y mejorado por Fleming y Bonwell en una versión 2.0 (Lozano, 2008). Este instrumento se ha traducido a varios lenguajes y se le han hecho adaptaciones para ser empleado en grupos de diferente edad. Puede ser encontrado en la página de Internet de su autor (Fleming, 2012b).

Consta de 16 reactivos de opción múltiple que valoran la preferencia de acción de la persona evaluada ante una situación ficticia que se le presenta; las posibles respuestas consideran las acciones que más probablemente realizarían sujetos con cada uno de los estilos de aprendizaje sencillo.

En su versión en línea, el resultado es automático al elegir la opción de respuesta que mejor caracteriza al evaluado en cada situación planteada; en su versión impresa, se debe cotejar la correspondencia entre la opción elegida y el estilo al que corresponde, para luego realizar una sumatoria de puntos correspondientes a cada estilo e identificar el de mayor puntaje, el cual sería el que caracterizaría al evaluado. Si dos o más estilos empataran en los puntajes más altos, la persona tendría un estilo multimodal y con una combinación uniforme de los estilos empatados (Fleming, 2012d; Olague et al, 2010).

La importancia del modelo VARK va más allá de la sola identificación o categorización de los alumnos, permite ubicar las estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación que mejor les convengan. Fleming y varios autores más insisten en señalar que no se puede hablar de fortalezas de un estilo sobre otro, las potencialidades que manifiesta cada uno deben ser reconocidas y aprovechadas (Lozano, 2008).

El docente puede aprovechar tales estrategias para generar un ambiente de aprendizaje que logre integrar a todos los alumnos, independientemente de sus estilos de aprendizaje, y que fomenten un mejor desempeño académico grupal. El alumno, a su vez, los puede retomar como recursos estratégicos para el estudio autónomo y dirigir de forma eficiente su propio aprendizaje (Lozano, 2008).

En la tabla siguiente se resumen las estrategias didácticas para cada estilo diferente (ver tabla 3). Para los estilos multimodales se podrán emplear las estrategias de cada uno de los estilos simples correspondientes a su combinación (Lozano, 2008; Olague et al 2010; SKILLS, 2007).

Tabla 3

Estrategias de estudio y aprendizaje para cada estilo del modelo VARK.

Estilo visual	Estilo auditivo	Estilo lecto-escritor	Estilo kinestésico
<ul style="list-style-type: none"> • Usar animaciones, videos, fotografías, transparencias, etcétera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emplear música, sonidos, grabaciones de audio, etcétera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emplear textos escritos para proporcionar la información. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentar información integrada a dinámicas grupales.
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar mapas conceptuales, dibujos, diagramas y cuadros sinópticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar debates, conversaciones, lluvia de ideas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar composiciones, bitácoras, reportes y apuntes de lo aprendido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Preferir la manipulación de objetos para la obtención de aprendizajes.
<ul style="list-style-type: none"> • Emplear colores para resaltar ideas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emplear lecturas comentadas y guiadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las producciones escritas de otros compañeros 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructurar el estudio diario en bloques de corta duración.
<ul style="list-style-type: none"> • Los recursos esencialmente auditivos, las prácticas motrices, y los textos deben ser acompañados con ilustraciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar a los compañeros sus aprendizajes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Repasar en silencio las notas o textos de estudio 	<ul style="list-style-type: none"> • Emplear gestos y ademanes para representar conceptos e ideas abstractas.
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar guías ilustradas de estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Leer en voz alta las notas de clase. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reescribir los textos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emplear ejemplos y analogías concretas.

2.4. Articulación de las variables de estudio

En este capítulo se ha extractado la información más importante concerniente a las tres variables principales involucradas en el problema de estudio de la presente investigación: la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, los recursos multimedia y los estilos de aprendizaje.

Aunque la literatura que versa sobre ellas es abundante, aún existen lagunas en el conocimiento de su naturaleza y sus características. Como afirma Lozano (2008, p. 95) “la tarea no ha terminado, [...] hace falta más investigación”. Este autor se refería al área

de los estilos de aprendizaje, sin embargo su sugerencia puede ser extendida a las demás temáticas, ya que el incesante desarrollo de la sociedad y la modificación constante de sus características generan factores nuevos cuya influencia debe ser considerada, sobre todo cuando se trata de mejorar el aprendizaje.

En muchos informes de investigación acerca de estas tres temáticas se dan algunas sugerencias para proseguir con las investigaciones.

En el artículo investigativo de Olague et al (2010), por ejemplo, se concluye con la propuesta de una línea de estudio acerca de la influencia académica que el uso de herramientas informáticas pudiera tener. Solís (2010) propone estudiar la vinculación entre didáctica, aspectos cognitivos y el aprendizaje con multimedia. En tanto que Tirado, Mancilla y Cruz (2009) aseveran que existe una gran necesidad de incrementar estrategias de aprendizaje para cada estilo de aprendizaje del modelo VARK, además de que sugieren que los recursos multimedia, entre otros, son los indicados para generarlos. A su vez, Ortega (2006) propone, entre otras líneas temáticas, el estudio de la utilidad y conveniencia de emplear las nuevas herramientas tecnológicas en las clases de Matemáticas. Y de los trabajos de Arteaga y Guzmán (2005) se deduce la importancia de investigar en los niveles de educación primaria, específicamente en el quinto grado.

Estas sugerencias y los argumentos expresados en el apartado de justificación del capítulo anterior fundamentan la necesidad de este trabajo de investigación.

Se ha planteado que las necesidades sociales actuales requieren de aprendizajes matemáticos de mayor calidad, por lo que existe la tendencia internacional de elegir una metodología constructivista para el trabajo aúlico, con la aspiración de superar los aprendizajes mecánicos o poco significativos y desarrollar competencias.

Para el caso particular de la población de estudio, el grupo de quinto grado de la escuela primaria “Benito Juárez García” de la comunidad de Maní, Yucatán para el ciclo 2012-2013, la necesidad de elevar el nivel de los aprendizajes es apremiante ya que los logros alcanzados hasta ahora en el área matemática han sido muy pobres (ENLACE; 2012b).

Como Brousseau (1983, en SEP, 2011b) y Ortega (2006) manifiestan, las causas más frecuentes de problemas de aprendizaje matemático corresponden a incompatibilidades cognitivas entre el alumno y el contenido matemático. Entre estas causas, se consideran primordiales las diferencias entre las habilidades mentales, estrategias y el lenguaje empleados por el alumno y las habilidades, estrategias y el lenguaje requeridos para un tema determinado de matemáticas (Ortega, 2006).

Si se considera que los estilos de aprendizaje corresponden a los diferentes patrones de trabajo cognitivo (Alonso, Gallego, Honey, 2005 en Lopes y Muglia, 2010; Lozano, 2008), se puede deducir que el problema se encuentra entonces en el manejo que se tiene de los estilos de aprendizaje de los alumnos dentro del ámbito escolar, que las estrategias de aprendizaje seleccionadas no son las pertinentes para favorecer el aprendizaje de todos o la mayoría de los estudiantes y como consecuencia los resultados académicos no son los esperados.

El modelo VARK de estilos de aprendizaje fue elegido para ser empleado en esta investigación entre toda la gama de modelos existentes, debido a las siguientes razones:

- Su evaluación es relativamente sencilla, ya que tiene la posibilidad de ser valorada automáticamente en su versión en línea o de ser cotejada de manera simple mediante las instrucciones disponibles en la página oficial de Internet.

- Los alumnos y sus familias podrían volver a utilizar su instrumento para determinar si hubo algún cambio y acudir a la página oficial para tomar las estrategias de estudio propias de su estilo.
- El inventario VARK se encuentra disponible en línea y en idioma español.
- Maneja aspectos cognitivos relativamente sencillos y precisos de valorar, si se compara con otros instrumentos y modelos.
- Brinda estrategias de trabajo para cada estilo, por lo que aún después de la investigación, los alumnos conformantes de la población de estudio obtendrán el beneficio de poder echar mano de algunas de estas estrategias para mejorar su aprendizaje.

Cabe recordar que para el nivel básico de educación en México, la metodología de trabajo general para la asignatura de Matemáticas está dictada por los lineamientos oficiales y el enfoque de trabajo propuesto por la Secretaría de Educación (2011c), los cuales corresponde al enfoque constructivista del aprendizaje.

Del constructivismo surge la exigencia de emplear la resolución de problemas como fuente de aprendizaje, pero también una pauta para la justificación de la investigación acerca del empleo de los recursos multimedia en el aprendizaje matemático como elementos mediadores. Esta metodología pedagógica establece que en el proceso de aprendizaje se disponen y requieren vínculos entre la realidad exterior y la reconstrucción mental del aprendiz por la ayuda de la mediación de personas e instrumentos culturales (Barreto et al, 2006). Pero no se puede afirmar *a priori* que todo elemento empleado como recurso didáctico pueda ser efectivo como mediador, ni el

grado en el que lo hará, es por ello que necesita ser valorado para cada contexto determinado.

Ya que los recursos multimedia han demostrado conceder grandes beneficios al campo didáctico (García, 1983; Sarmiento, 2007; Vidal y Rodríguez, 2010) y estar en vinculación con los recursos tecnológicos que, al parecer, caracterizarán a nuestra sociedad en los próximos lustros (Alanís, 2010), se vuelve necesario considerar su importancia como recurso y elemento mediador en el aprendizaje matemático.

De esta manera se deriva la articulación entre las tres variables revisadas en este capítulo, que considera la necesidad de verificar formalmente el resultado que se obtendría para cada estilo de aprendizaje al emplear multimedia como recurso didáctico en el proceso de aprendizaje de la asignatura de Matemáticas.

Existen varios estudios que vinculan la influencia de recursos multimedia con los estilos de aprendizaje o con las estudio de las matemáticas, como el de Orozco y Labrador (2009), respectivamente. Son menos los que vinculan estas tres variables como el de Godino (2009), y prácticamente inexistentes los que lo hacen en niveles básicos de enseñanza.

Por lo tanto, al cabo de todo el proceso investigativo, se espera aportar conocimientos sobre una faceta pedagógica poco estudiada y contribuir a generar nuevas líneas de investigación al respecto, en beneficio del ámbito educativo.

Capítulo 3

Método

En este capítulo se explican las pautas metodológicas seguidas para la obtención y análisis de los resultados correspondientes al presente estudio. Primeramente se detallan las características metodológicas del mismo y, a manera de justificación, los motivos que dieron lugar a la selección de todos sus elementos.

Posteriormente se describen las características de los participantes en la investigación. Asimismo, los procedimientos de investigación y los instrumentos de recolección de información elegidos para indagar la relación entre variables de estudio. Y finalmente se indican los procedimientos de análisis que se emplearon para interpretar los resultados obtenidos.

3.1. Enfoque y diseño de la investigación

El presente estudio se realizó con un enfoque de investigación cuantitativo y un diseño de investigación experimental con preprueba, posprueba y grupo de control.

Se eligió el enfoque cuantitativo debido a los beneficios que posibilitaba a la misma. Entre ellos se puede mencionar que permitió manejar en forma de cifras objetivas las manifestaciones de las variables conjugadas en el problema de investigación (aprendizaje matemático, los estilos de aprendizaje y el uso de recursos de tipo multimedia), con lo cual también se pudo evitar cualquier sesgo que pudiera provenir de la subjetividad del investigador y contaminar los resultados. Además, el apego a la secuencialidad de pasos que dicho enfoque establece permitió garantizar, en

parte, la calidad y veracidad de los resultados que se obtendrían. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Para la obtención de información, se seleccionó un diseño experimental con preprueba y posprueba. Debido a que un diseño experimental de este tipo permitiría manipular una variable para conocer sus efectos en otra, en este caso el factor manipulado fue el empleo de multimedia y se valoraron sus efectos sobre el aprendizaje matemático de cada uno de los estilos de aprendizaje presentes en la población de estudio (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Como parte del diseño, se optó por manejar dos grupos de estudio, uno experimental, en el que se emplearon recursos multimedia como recurso didáctico en las clases de Matemáticas (la variable independiente), y un grupo de control, que compartió todos los demás factores del grupo experimental, con excepción del empleo de multimedia. Para la conformación de estos grupos de estudio se echó mano de métodos aleatorios, de manera que la pertenencia de un alumno a uno u otro grupo se debió al azar, lo que otorgó una equivalencia estadística entre grupos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

La decisión de establecer un grupo de control, además del experimental, se basó en la utilidad que presenta para eliminar la influencia de diversos factores que podrían ser fuentes de invalidación interna del estudio, al pasar inadvertidos. Si existieran, sin el grupo de control su influencia no podría ser valorada en la variable dependiente; pero con un grupo de control, su influencia podría ser ignorada sin peligro, ya que sería equivalente en ambos grupos. De manera que con un grupo de control se puede establecer que si existiera una diferencia en los resultados de aprendizaje (la variable

dependiente) con respecto al grupo experimental, esta diferencia sería debida únicamente a la acción de la variable independiente, es decir, al uso de recursos educativos multimedia (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Las especificaciones de preprueba y posprueba indican que se debió administrar un instrumento que diera a conocer la condición de la variable dependiente en dos momentos críticos, justo antes y después de haberse realizado el experimento. De esta manera se obtuvieron los datos para analizar el cambio sufrido a consecuencia de manipular la variable independiente. El papel de la prueba en dos momentos, una previa y otra posterior al empleo de multimedia, consistió en otorgar control al proceso experimental, ya que estableció puntos de partida para su análisis, y permitió obtener puntajes de logro o de avance relativo en el aprovechamiento escolar de la asignatura correspondiente (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Como puede observarse, el problema de investigación y sus objetivos presentan dificultades para su estudio inherentes a la naturaleza de las variables que maneja, de los participantes del estudio y de las condiciones en que se desarrolla el mismo. Todo ello condicionó la elección de la metodología de investigación elegida y la justifica, pues cada elemento de la misma representa la herramienta más idónea para su estudio.

Por un lado, la necesidad de establecer relaciones causales entre fenómenos sociales, obligó a seleccionar métodos cuantitativos, ya que éstos permiten representar los eventos abstractos por medio de magnitudes cuantitativas y objetivas (Giroux y Tremblay, 2004), y con ellos se logró eliminar la subjetividad que podría haber contaminado la valoración de los resultados del estudio.

Por otro lado, la pretensión de establecer relaciones entre las variables del estudio y la falta de estrategias preestablecidas para su tratamiento, precisaron la estructuración de los pasos lógicos dentro del diseño experimental, que se explicarán más adelante, que permitieron estudiar la situación de forma precisa y responder a los objetivos de investigación por medio de pruebas estadísticas existentes y estandarizadas.

3.2. Participantes

Para llevar a cabo el experimento de estudio, en una primera instancia, fue necesario determinar el conjunto total de casos que presentaban las especificaciones relacionadas con los objetivos de la investigación, conjunto denominado universo de estudio, para luego obtener de él la población con la que se trabajaría directamente. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Este universo de estudio debió considerar, según las delimitaciones del problema de estudio, a todo estudiante de la asignatura de Matemáticas en quinto grado de educación primaria, conjunto demasiado numeroso para ser tratado en este estudio. El universo se acotó aún más para determinar la población de estudio a manejar, en función del contexto geográfico y temporal elegido para llevar a cabo el análisis y de los recursos disponibles.

El contexto geográfico ubicó al estudio y a su población en la comunidad de Maní, Yucatán. Esta comunidad está conformada por aproximadamente 5, 250 habitantes, según el censo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del 2010. En ella los logros educativos parecen no ser prioritarios, lo cual puede deducirse de las cifras relativas a aspectos educativos: menos de la mitad de la población están cursando o han cursado estudios de primaria y tan sólo 208 han alcanzado estudios profesionales

(INEGI, 2012). Esto explicaría, en parte, los bajos índices de aprovechamiento alcanzados en forma general por los estudiantes (ENLACE, 2012b).

El municipio de Maní cuenta con cinco escuelas primarias, pero en la cabecera municipal sólo tres instituciones prestan este servicio, de las cuales una pertenece al sistema indigenista y dos son del sistema de primarias generales (INEGI, 2012).

De entre estas escuelas, se eligió a la primaria “Benito Juárez García”, con clave de centro de trabajo 31DPR0261A, de turno matutino y de organización completa; la cual contaba con ocho grupos distribuidos en los seis grados; primero, segundo, quinto y sexto grados con un grupo cada uno, y tercero y cuarto con dos grupos cada uno. De entre estos grupos, se escogió al quinto grado “A” para llevar a cabo esta investigación.

La principal razón de la selección de este grupo de alumnos fue que el investigador fungía como profesor responsable del mismo en el ciclo escolar correspondiente, lo que concedió facilidades de acceso al mismo, tanto para el trabajo como para la obtención de la información necesaria.

En el aspecto temporal, cabe señalar que el estudio se restringió al ciclo escolar 2012-2013, en el cual los alumnos mencionados cursaban el quinto grado de educación primaria.

Con estas consideraciones, se definió la población de estudio como la conformada por los 32 alumnos del quinto grado “A” de la escuela primaria federal “Benito Juárez García” con clave de centro de trabajo 31DPR0262A, de la comunidad de Maní, Yucatán.

De estos 32 alumnos, 16 eran varones y 16 niñas. Sus edades fluctuaban entre los nueve y 13 años. De ellos, diez fueron repetidores del grado y tres de nuevo ingreso al

grupo y a la escuela, lo que significa que en años anteriores habrían estudiado en otras escuelas de la comunidad o de comunidades cercanas.

El nivel socioeconómico de sus familias se ubicó, en promedio, en el medio bajo. En varios casos, la jefatura de familia se concentra en la madre, a causa de separación, muerte o migración de los padres (INEGI, 2012). Estas circunstancias se relacionaron, en muchos casos, con problemas de nutrición, conducta y baja motivación para el estudio de los alumnos, todo lo cual repercutiría en el desempeño académico general.

Como se ha mencionado en secciones anteriores, este grupo posee un desempeño académico en la asignatura de Matemáticas por debajo del nivel deseable.

En la siguiente tabla (ver tabla 4) puede apreciarse la distribución de frecuencias y porcentajes para los niveles de desempeño obtenidos por estos alumnos en la asignatura de Matemáticas en la prueba de ENLACE del ciclo escolar pasado (ENLACE, 2012b).

Tabla 4

Frecuencias y porcentajes para cada nivel de desempeño en la asignatura de Matemáticas de la prueba ENLACE 2012.

Niveles	Insuficiente	Elemental	Bueno	Excelente	total
Frecuencia	4	16	8	4	32
Porcentaje	12.5%	50%	25%	12.5%	100%

Estos resultados revelan que más de la mitad del grupo posee un desempeño matemático pobre y que presenta dificultades en la resolución de los problemas matemáticos. El grupo en su conjunto ha mostrado un resultado similar, por lo menos desde el tercer grado que es cuando empezaron a presentar la prueba ENLACE, tales resultados establecen evidencia formal de este desempeño (ENLACE, 2012b).

3.3. Procedimientos

A continuación se enlistan en orden cronológico los pasos concebidos y ejercidos para esta investigación, basados en las pautas metodológicas dispuestas por el diseño experimental (Hernández, Fernández y Baptista, 2010):

- Se solicitó el consentimiento para la realización de la investigación (Ver apéndice A)
- Se prepararon los instrumentos de recolección de datos. Para la identificación de estilos de aprendizaje se recuperó el inventario VARK de Neil Fleming disponible en su página oficial en su versión imprimible (Fleming, 2012b). Para la evaluación del contenido matemático se empleó una prueba objetiva diseñada explícitamente para los propósitos indicados en el currículo. Se comprobó que cada uno de los instrumentos cumpliera con los requisitos de validez y confiabilidad.
- Se administró el cuestionario VARK a todos los alumnos del grupo. Se cotejaron las respuestas en base a la guía de este instrumento y se identificaron los estilos de aprendizaje de cada estudiante.
- Se concentró la información obtenida acerca de estilos de aprendizaje en tablas y gráficas, para dar eficiencia a su manejo, consulta y presentación.
- De cada estilo de aprendizaje se tomó al azar un número similar de alumnos para cada uno de los dos grupos de estudio. Ya que el grupo estaba conformado por 32 alumnos, se decidió manejar aproximadamente el mismo número de alumnos para cada grupo. Una vez que se tuvo la relación de

alumnos por estilo de aprendizaje, se enlistaron de forma alfabética y se les concedió un número progresivo. Después se empleó la función denominada números aleatorios del programa STATS para seleccionar de forma aleatoria los números de los alumnos que corresponderían al grupo de control, por cada estilo de aprendizaje, en tanto que los que no salieran en tal sorteo formarían parte del grupo experimental.

- Se administró de manera simultánea la preprueba a ambos grupos, para valorar su desempeño con respecto a un contenido del currículo de estudios de matemáticas.
- Se planificaron las sesiones de clase a realizar en cada grupo de estudio. Para la selección de los recursos multimedia que serían empleados y la forma de su uso se consideraron las características de los recursos multimedia indicados en la tabla 1 y las recomendaciones estratégicas por estilo de aprendizaje de la tabla 3.
- En el grupo experimental se desarrollaron las clases con apoyo de multimedia como recurso didáctico, en tanto que en el grupo de control se desarrollaron las clases con los recursos tradicionales; en ambos se siguió el enfoque constructivista previsto por el programa de estudios (SEP, 2012). Para llevar a efecto esto, se coordinaron esfuerzos con la maestra responsable de la Unidad de Servicios y Apoyo a la Educación Regular (USAER) de la escuela, de modo que ella desarrolló unos talleres de arte con los alumnos de un grupo de estudio mientras se atendía al otro en el

salón de clase, y al terminar la hora correspondiente se hacía el intercambio de alumnos. En un mismo día se trabajaba con ambos grupos en las dos instancias. Se alternó el orden de atención a cada grupo, seleccionando al azar cuál de los dos iniciaría con el estudio matemático, invirtiendo al siguiente día este orden y así sucesivamente. Se procedió de esta manera para asegurar las mismas condiciones a ambos grupos de estudio. Se revisaron tres temas en seis días de clase. (En el apéndice B se observan las planificaciones didácticas y en el C evidencia del trabajo de campo).

- Se administró la posprueba a ambos grupos el día inmediatamente posterior al del término de las clases respectivas. A ambos grupos se les administró la misma prueba simultáneamente, para asegurar la equivalencia de condiciones necesaria para la validez de resultados (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). (Ver en apéndice C evidencias del trabajo de campo).
- Se analizaron los datos por medio de diferentes pruebas estadísticas estandarizadas. Para establecer la significancia del cambio de valores entre etapas y entre grupos de estudio, se empleó el prueba paramétrica denominada “*t*” de Student. Para establecer la correlación entre el empleo de multimedia y los logros en el aprendizaje matemático se recurrió a la prueba del coeficiente biserial puntual R_{bp} y el coeficiente de determinación r^2_{xy} que se deriva de éste último. Estos coeficientes se emplearon para analizar por separado cada uno de los estilos de aprendizaje de la población estudiada.

- Se elaboraron las tablas y gráficas de apoyo para la presentación de datos.
- De los resultados de estas mediciones estadísticas se extrajeron por inferencia las conclusiones del estudio.
- Se presentaron las conclusiones.

3.4. Instrumentos

El primer instrumento empleado fue el inventario VARK en su versión en español. Este cuestionario fue desarrollado por Neil Fleming, y consta de 16 preguntas de opción múltiple, que se refieren a diferentes situaciones en la que el individuo debe elegir la acción que realizaría para resolverlas, y con ello da a conocer sus preferencias perceptuales y de manejo de información.

Este inventario tiene una versión en línea y otra imprimible (Fleming, 2012b). La versión en línea emplea la automatización para otorgar un resultado inmediatamente después de haber respondido sus preguntas, para lo cual se debe elegir una o más de las posibles acciones a tomar en la situación ficticia que se plantea.

En la versión imprimible el alumno escoge sus respuestas a esas mismas situaciones, pero luego se vacían las respuestas en una tabla diseñada para conocer a qué estilo de aprendizaje corresponde cada respuesta, pero que ha de cotejarse posteriormente. A continuación quien evalúe el instrumento realiza una sumatoria de las respuestas escogidas relacionadas con un mismo estilo de aprendizaje. De esta manera se obtienen los puntajes para cada estilo de aprendizaje y se puede determinar la preferencia o preferencias de cada alumno (Fleming, 2012c; Fleming 2012e).

Se escogió la versión imprimible en español para ser administrada, ya que no se contaba con el número suficiente de computadoras con conexión a Internet para que los alumnos trabajaran de forma independiente. Además de que la versión imprimible presenta la ventaja de permitir el trabajo conjunto, la guía más precisa por parte del profesor y la corrección de la respuesta si el alumno hubiera mal interpretado la situación o respuesta o la quisiera rectificar. En el apéndice D, se puede observar una muestra de este instrumento.

El autor del mismo inventario, en su página y diversos tratados, ha indicado que éste goza de la confiabilidad y validez requerida, lo que ha permitido que diversos autores lo consideren un test eficaz para la determinación de los estilos de aprendizaje. Según Neil Fleming, para asegurar estos requisitos se ha realizado múltiples pruebas y revisiones desde que fue originalmente concebida y ha obtenido el apoyo de diferentes investigadores, en la búsqueda del perfeccionamiento de la misma, incluyendo obviamente a la versión en español, ya que originalmente fue desarrollada en inglés para Nueva Zelanda y ya ha sido traducido a muchos otros idiomas y para múltiples contextos (Fleming, 2012d; Fleming, 2012e).

El segundo instrumento empleado fue una prueba relacionada con los contenidos manejados durante las clases. Siguiendo los enfoques metodológicos relacionados con la asignatura, se diseñó una prueba que incluyera problemas matemáticos relacionados con el contexto del alumno y que al mismo tiempo requirieran el empleo de información, habilidades y actitudes, es decir, competencias matemáticas (SEP, 2011C).

La prueba incluyó 30 reactivos en total. Ocho de ellos consideraron la recuperación de información textual, es decir, terminología y teoría matemática.

Dieciséis reactivos se ubicaron en el nivel de análisis para inferir, evaluar e identificar elementos a partir de lo aprendido. Seis reactivos fueron de utilización del conocimiento, en los cuales los alumnos debieron emplear la teoría y las habilidades adquiridas para resolver problemáticas o ejercicios diversos. Esta distribución atendió a la importancia otorgada a cada contenido de aprendizaje por el plan de estudios del grado, lo cual también determinó el puntaje de cada reactivo (SEP, 2012c). En el Apéndice E se puede observar una muestra de este instrumento.

El mismo examen sirvió como preprueba y como posprueba. Aunque es claro que su aplicación sucesiva podría afectar los resultados obtenidos, la existencia del grupo de control permitió asegurar la confiabilidad de los resultados.

Su diseño corrió por parte del autor de este estudio. Para ello se revisó el Programa de estudios del grado correspondiente en relación al enfoque de enseñanza-aprendizaje de los contenidos curriculares correspondientes, de esta manera se identificaron los aspectos específicos a evaluar; en tanto que de los enfoques de evaluación, que el mismo programa sugiere, se retomaron los criterios necesarios para la extensión, tipo de ejercicio y condiciones de tiempo requeridas. Con esta revisión se procuró cumplir con los criterios de validez de contenido y de constructo, al procurar evaluar exactamente lo que se pretendía y apegarse al enfoque de enseñanza vigente, respectivamente (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Para cumplir con un tercer criterio de validez, el denominado criterio de expertos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010), se revisaron los reactivos de las pruebas ENLACE de años anteriores para tomar como referente la estructura de sus ejercicios para el diseño de la prueba, con las necesarias adaptaciones. Además se contó con la

revisión de la asesora de esta tesis, maestra Ana Lorena Sánchez, en calidad de experta, quien dio su visto bueno a este instrumento.

3.5. Estrategias de análisis de datos

Una vez obtenidos los datos respecto al aprendizaje de cada uno de los grupos de estudio, se procedió a su valoración.

En primer lugar se realizó el análisis descriptivo por medio de las medidas estadísticas de tendencia central y de dispersión más importantes, para obtener una idea general de la distribución de las puntuaciones de calificación obtenidas por cada subgrupo de estilos de aprendizaje, en cada grupo y momento del estudio experimental. De entre las medidas de tendencia central se retomó la media aritmética, también llamada simplemente media o promedio de los puntajes; y de entre las medidas de dispersión se consideró a la desviación estándar. La primera permitió encontrar el punto central de la distribución de calificaciones para cada grupo y subgrupo. La segunda proporcionó una idea general acerca de la distribución de los datos y la interpretación de cuánto se aleja en promedio cada puntaje de la media aritmética al considerar todo el conjunto de calificaciones. El análisis estadístico descriptivo se centró en la media y la desviación estándar por ser las medidas más representativas del comportamiento de los puntajes del fenómeno (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Estas medidas estadísticas permitieron tener una primera idea general del comportamiento del fenómeno en términos cuantitativos. Lo que junto con las gráficas correspondientes facilitaron la revisión de los resultados para su subsiguiente análisis (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Como menciona Hernández, Fernández y Baptista (2010), en la actualidad es más sencillo emplear programas computacionales para obtener estas medidas, ya que ofrecen rapidez y exactitud en los resultados. Por ello se decidió emplear el programa Excel de Microsoft para obtener las medidas estadísticas y gráficas, el cual es de fácil consecución y manejo.

Pero este primer acercamiento aunque otorgó un panorama general del comportamiento del fenómeno, no tuvo la función ni la posibilidad de determinar la relación y significancia entre las variables manejadas. Para realizar este tipo de estudio fue necesario emplear pruebas estadísticas paramétricas. Por lo que se emplearon aquellas que tuvieran la función de valorar realmente la relación que cada objetivo de investigación implicaba (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

El segundo objetivo específico pretendía determinar si los estilos de aprendizaje influían significativamente en el aprendizaje de las matemáticas al emplear recursos multimedia. Este objetivo posee una complejidad inherente al manejo de sus variables, ya que considera diversas variables y cada una de ellas maneja diferentes formas de medición o codificación. La teoría de estilos de aprendizaje VARK considera cuatro categorías: visual, auditivo, lecto-escritor y kinestésico. El aprendizaje matemático es medido por categorías numéricas. Y el manejo de multimedia puede ser entendido como una condición dicotómica, en la que se dé sólo una de dos posibles condiciones: empleo o no empleo de la misma.

Por lo tanto, se decidió realizar un análisis que empleara diferentes pruebas, cada una tendiente a valorar un aspecto necesario para la comprensión total del fenómeno. Tales análisis y aspectos se enlistan a continuación.

Primeramente fue necesario asegurar que las evaluaciones de aprendizaje obtenidas no respondieran a factores aleatorios, sino que fueran realmente producto del proceso educativo seguido. Para ello se empleó la prueba *t* de Student. Esta prueba permite determinar el grado en que dos grupos de valores son significativamente diferentes, esto es, el grado en que un conjunto numérico se diferenció de otro por la causa estudiada. A través del análisis estadístico de la prueba *t* de Student, también llamada T-test o prueba T, se obtiene un valor que se relaciona directamente con el número de datos manejados y con un índice equiparable a la probabilidad de que los datos pudieran haberse modificado por causas desconocidas, al que se denomina significancia, se le representa con la letra P y puede convertirse a porcentaje. Del mismo se puede obtener mediante una simple resta (100% menos el porcentaje de significancia) el porcentaje de confianza de que los datos hubieran cambiado por causa de las variables manejadas (Carrasco, 2012). En especial esta prueba es útil para evaluar los resultados de una preprueba con respecto a los de una posprueba (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Como varios autores sugieren (Carrasco, 2012; Hernández, Fernández y Baptista, 2010) el cálculo de este valor se torna más sencillo y exacto por medio de programas estadísticos computacionales o de acceso por medio de Internet, que otorgan economía de tiempo y precisión en los valores proporcionados. Se optó por emplear las aplicaciones estadísticas ofrecidas por Richard Lowry (2012) en su página web denominada “VassarStats: Website for Statistical Computation”. Lowry es doctor y profesor emérito de Psicología en la universidad Vassar de Nueva York, Estados

Unidos. Su página, objeto de reconocimientos, ofrece una forma sencilla y útil de desarrollar las medidas paramétricas estadísticas necesarias, con un acceso libre.

En las utilidades de esta página correspondientes al cálculo del valor t , se ofrece la posibilidad de considerar el valor de significancia (P) para una cola, término empleado para referir que se ha establecido una dirección en la relación considerada entre las variables. Como en este estudio se establece una relación de influencia, esto es, que el uso de una variable tiene algún efecto sobre la otra, se empleó este valor para dar mayor exactitud al análisis efectuado. Asimismo, se retomó la opción de realizar esta prueba considerando la misma procedencia o independencia de los conjuntos de valores empleados, según hubiera sido el caso (Carrasco, 2012)

Juárez, Villatoro y López (2002) indican como requisitos para el empleo de esta prueba que las muestras se elijan de manera aleatoria, que sean medidas por medio de la misma escala, que la influencia de posibles variables extrañas sea equivalente para los dos casos evaluados y que provengan de eventos que se ajusten a una distribución normal, es decir, que su gráfica se aproxime a una campana de Gauss con un eje de simetría central vertical. El número de elementos no es considerado como requisito puesto que la prueba t compara las medias aritméticas de los conjuntos, por lo que no tiene que aparear los datos de una muestra con los de la otra. Esto es una ventaja para el estudio realizado, en el que algunos subgrupos formados por estilos de aprendizaje difirieron en número entre uno y otro grupo de estudio, o poseyeron un número pequeño de sujetos de estudio.

Esta prueba se empleó en momentos de análisis diferentes. En primer lugar se usó para determinar si la distribución de alumnos en cada uno de los grupos de estudio fue

equivalente o debía hacerse algún ajuste. Esta comparación se realizó contrastando los puntajes obtenidos entre el grupo de control y el experimental en la preprueba, y requirió emplear la versión para grupos independientes.

Posteriormente se empleó para determinar si el cambio de puntajes de la posprueba en relación con la preprueba fue significativo o se debió a factores aleatorios. En este caso se usó la variante para muestras relacionadas. Esta evaluación se realizó tanto para el grupo de control como para el experimental.

Posteriormente se utilizó para valorar de forma global si hubo un incremento significativo en los puntajes del grupo experimental frente a los del grupo control. Ya que el objetivo de esta prueba era determinar la significancia del incremento, no se emplearon los valores absolutos de la posprueba sino su diferencia con la preprueba, lo que dio como resultado otro indicador denominado incremento. Los valores de incremento de cada alumno en la posprueba en relación a su puntaje obtenido al inicio del estudio en la preprueba, por grupo de estudio, fueron los empleados para comparar por medio del T-test. Se necesitó en este caso de la versión para muestras independientes.

Por último, se empleó la prueba T para determinar si la diferencia entre incrementos de puntajes de alumnos de un mismo estilo de aprendizaje fue significativa, al comparar los del grupo experimental con los del grupo. En este caso se empleó la variante para muestras independientes.

En todos los casos de empleo del t-test, se empleó como referente un nivel de significancia de riesgo igual o menor a 5%, para poder generalizar las conclusiones. Esta decisión se fundamenta en la convención que las ciencias sociales indican como límite

máximo de riesgo para poder contrastar los resultados en otras situaciones con condiciones similares a las del estudio. Tal valor se fija en un nivel de riesgo máximo del 5%, es decir, para que los resultados de la prueba T se consideraran significativos el nivel de riesgo debía ser igual o menor al 5%. Pero para valorar la significancia de los resultados al interior del estudio mismo se establece un límite igual o menor a 10%, debido a que en estudios a nivel micro como es el caso de esta investigación, es más difícil conseguir índices elevados de confianza puesto que el reducido número de sujetos estudiados implica por sí misma la posibilidad reducida de generalizar tan fácilmente los resultados, pero no por ello se descartan como válidos (Babbie, 2000; Hernández, Fernández y Baptista, 2010)

Posteriormente se procedió a evaluar la correlación entre el aprovechamiento matemático y el empleo de multimedia educativa para cada estilo de aprendizaje. En este caso se valoró la relación entre una variable que empleó unidades numéricas con respecto a otra variable de naturaleza dicotómica, esto se refiere a que el aprovechamiento es generalmente medido por medio de calificaciones numéricas, mientras que el empleo de multimedia sólo puede ser valorado por la presencia o ausencia del recurso, lo cual es calificado como dicotómico o poseyente de sólo dos posibles respuestas: empleo o no empleo de multimedia.

Este tipo de relación obligó a elegir una prueba estadística que pudiera comparar fenómenos de tales naturalezas. El coeficiente biserial puntual r_{bp} es la prueba que permite conocer la correlación entre este tipo de variables; es una derivación de la prueba de correlación de Pearson, precisamente para el caso de que una de las variables fuese escalar y la otra dicotómica (Juárez, Villatoro y López, 2002).

Esta prueba requiere identificar por separado los valores de cada una de las facetas de la dicotomía, por ello se identifica con el valor cero a los casos que estuvieron en el grupo de control, sin uso de multimedia educativa; y con valor de uno a los del grupo experimental, con los cuales se empleó multimedia como recurso educativo (Juárez, Villatoro y López, 2002; Morales, 2007). Se consideraron conjuntamente los alumnos de un mismo estilo de aprendizaje, tanto lo que recibieron como los que no recibieron clases de Matemática con multimedia. Los que no recibieron clases con este recurso se consideran pertenecientes a la categoría X_0 y los que recibieron clases con multimedia pertenecerían al grupo X_1 . Con estas consideraciones y el apoyo de los recursos computacionales antes mencionados, se obtuvo el coeficiente “ r_{bp} ” para cada estilo de aprendizaje y se procedió a su análisis.

Este coeficiente otorga valores entre uno y menos uno (1 y -1) a la relación entre variables. A mayor valor del coeficiente, mayor relación directa existe entre la pertenencia al grupo X_1 y altos puntajes conseguidos por el sujeto. A menor valor, menor relación entre estas dos variables. Los valores positivos establecen una relación directa, mientras que los valores negativos los relacionan indirectamente. Un puntaje de cero significa la nula relación entre las variables (Gil y Padilla, 2012; Juárez, Villatoro y López, 2002).

Esto significa que, para el caso particular de este estudio, un puntaje alto positivo significaría que el empleo de multimedia se relaciona fuertemente con la obtención de mejores calificaciones; valores altos negativos significarían que no emplear recursos multimedia se relaciona directamente con un mejor aprovechamiento matemático.

Mientras más se acerque el valor del coeficiente a cero menor relación o significancia existirá en cada caso. (Gil y Padilla, 2012; Juárez, Villatoro y López, 2002).

Algunos autores establecen escalas de significancia en relación al valor obtenido. Un puntaje menor de 0.5 se referiría a una correlación débil, entre 0.5 y 0.7 se referiría a una correlación parcial, entre 0.7 y 0.8 se tiene una correlación moderada, entre 0.8 y 0.95 se obtendría una correlación significativa; mayor a 0.95 y menor que 1 indicaría una correlación fuerte. Un puntaje de 1 correspondería a una correlación perfecta (Ramos, 2013)

Derivado del coeficiente de correlación biserial puntual, el coeficiente de determinación indica la proporción de varianza o de dependencia de una variable con respecto a otra, con lo cual se acerca al concepto de causalidad sin serlo por completo. El coeficiente de determinación, obtenido al elevar al cuadrado el biserial puntual, se representa por la expresión r^2_{xy} . Este valor se empleó para inferir el grado con el que depende el aprendizaje matemático del uso de recursos multimedia en el caso estudiado, o lo que es lo mismo, la proporción con que la variación de una variable influirá en la otra (Morales, 2008).

El segundo objetivo específico buscaba determinar a qué estilos de aprendizaje otorga mayor ventaja el uso de recursos multimedia en la asignatura de Matemáticas.

Dicha situación fue analizada tras varias tareas. Una vez determinado que los resultados correspondían genuinamente al empleo de multimedia y no a eventos fortuitos, que existía una correlación real entre el uso de multimedia y el aprendizaje matemático en cada estilo de aprendizaje y su proporción de correlación, por medio de la “t” de Student, el coeficiente biserial puntual y el de determinación respectivamente,

se identificó qué estilo de aprendizaje obtuvo mayor índice de correlación juntamente con el mayor índice de significancia, ya que en conjunto estas pruebas indicarían, qué estilo de aprendizaje, de manera más significativa, se relacionarían con aprendizaje matemáticos más elevados al usar multimedia educativa, situación interpretable como el estilo de aprendizaje a quien se otorga mayor beneficio por el uso de esos recursos.

El apego al diseño de investigación y a los protocolos de aplicación de las herramientas estadísticas contribuyó a asegurar la validez de los resultados y del estudio en general (Hernández, Fernández y Baptista, 2004).

Los resultados de todas estas pruebas estadísticas se presentaron en tablas y gráficas para facilitar la visualización de los resultados y su consulta rápida. Estos elementos gráficos se emplearon también como apoyo al análisis de los resultados que se presenta en el capítulo siguiente.

Capítulo 4

Análisis y discusión de los resultados

En el presente capítulo se presentan los datos obtenidos de la implementación del experimento, a través de la evaluación del mismo por medio de los instrumentos correspondientes. Se parte de la exposición de los datos recabados y del escenario que éstos describen y se llega al análisis de los mismos y a la derivación de inferencias acerca de lo ocurrido durante y a consecuencia del proceso de experimentación, para tratar de comprender mejor el fenómeno estudiado.

4.1. Análisis y discusión acerca de los estilos de aprendizaje

Para la determinación de los estilos de aprendizaje se empleó el inventario VARK, diseñado por Neil Fleming (2012d). Los resultados obtenidos de este instrumento se concentran en la siguiente tabla, en la cual se presenta la frecuencia de aparición de cada estilo de aprendizaje y el porcentaje que representaría al tomar el total de 32 alumnos como el 100 %.

Tabla 5
Frecuencia de aparición de cada estilo de aprendizaje en la población de estudio.

Estilo de aprendizaje	Hombres		Mujeres		Total	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Visual	0	0	0	0	0	0
Auditivo	0	0	4	12.5	4	12.5
Lecto-escritor	2	6.25	4	12.5	6	18.75
Kinestésico	12	37.5	6	18.75	18	56.25
Bimodal	2	6.25	2	6.25	4	12.5
Tri-modal	0	0	0	0	0	0
VARK	0	0	0	0	0	0
Total	16	50	16	50	32	100

La primera columna considera las frecuencias y porcentajes de aparición de cada estilo de aprendizaje para el segmento de población conformado por los hombres; la segunda columna indica los datos para el segmento de las mujeres. En la tercera se presentan las sumatorias de ambos casos, para exhibir el total de frecuencias y sus respectivos porcentajes por estilo de aprendizaje para el grupo en general.

Al analizar las frecuencias totales del grupo para cada estilo del aprendizaje se observa que su distribución no fue homogénea, sino que algunos estilos fueron más frecuentes que otros. Lo que se puede apreciar mejor en la siguiente gráfica.

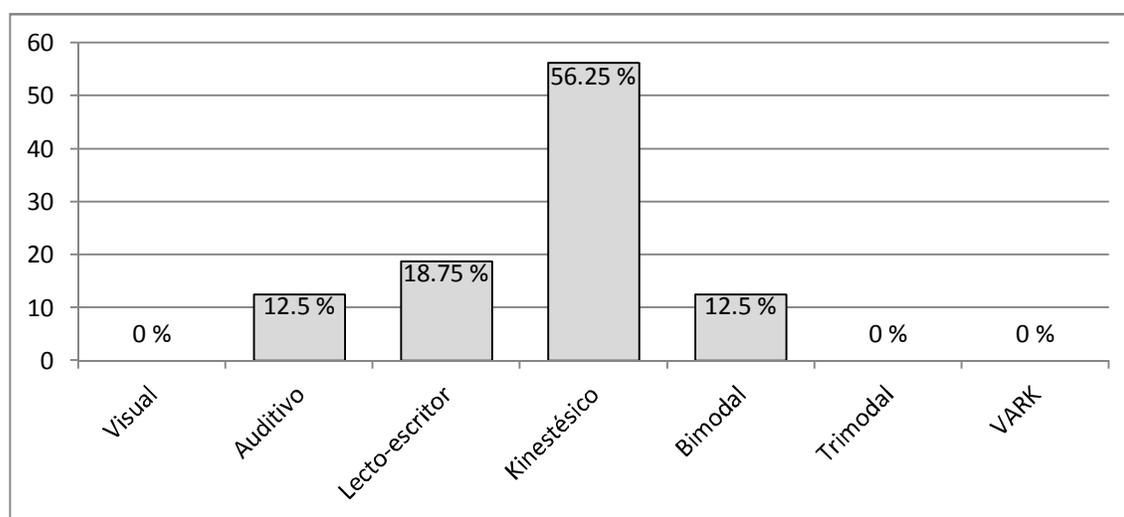


Figura 3. Distribución de frecuencias de los estilos de aprendizaje en el grupo de estudio (febrero de 2013). (Datos recabados por el autor).

Como puede observarse, ningún alumno mostró una preferencia por el estilo visual de aprendizaje, contrariamente a lo que podría suponerse, aunque este hecho muestra cierta concordancia con las estadísticas desarrolladas por Fleming (2012c), en las cuales el estilo visual es el menos frecuente de todos.

Por otro lado, el estilo que tuvo mayor frecuencia de aparición fue el kinestésico, el cual se presentó en un 56.25 %, es decir, en más de la mitad de los alumnos. El estilo auditivo, el lecto-escritor y el bimodal tuvieron frecuencias muy cercanas entre sí. El estilo auditivo y el bimodal alcanzaron un porcentaje de 12.5 puntos. En tanto que el lecto-escritor abarcó el 18.75 %.

Es resaltable que no se presentara ningún caso de estilo tri-modal ni de estilo VARK (multimodal con preferencia por los cuatro estilos simples), ya que ello difiere enormemente con las estadísticas manejadas por Fleming (2012c), en las cuales el estilo con mayor frecuencia de aparición es el VARK.

Es posible señalar como una probable causa de esta diferencia que las poblaciones manejadas en ambos casos fueran dispares. Existe una gran disimilitud entre los sujetos de estudio de la página web de Fleming y los alumnos de una zona rural, como son los que conforman el presente estudio. Los primeros acceden a la mencionada página en su mayoría por cuenta propia, con interés por conocer su estilo de aprendizaje, tienen acceso y poseen conocimientos básicos de navegación por Internet y edades un poco más elevadas, todo lo cual en conjunto sugiere contextos más tecnificados y con mayor valoración de la preparación académica (Fleming, 2012c). Los segundos, la población que corresponde a esta investigación, tienen menor edad y provienen de medios sociales limitados tecnológica, económica y culturalmente para acceder a internet o cualquier otro avance tecnológico y se encuentran inmersos en ambientes culturalmente poco estimulantes.

Esto podría ser indicio de las causas de esta diferencia y sentar bases para futuros estudios al respecto, lo cual contribuiría a mejorar el conocimiento de los estilos de

aprendizaje en zonas rurales, que a su vez contribuiría a fundamentar mejor los proyectos educativos estructurados para este tipo de alumnos.

Al considerar el género de los participantes se infiere nueva información, entre la que destaca que no existe una distribución similar de los estilos de aprendizaje entre géneros (Ver la figura4).

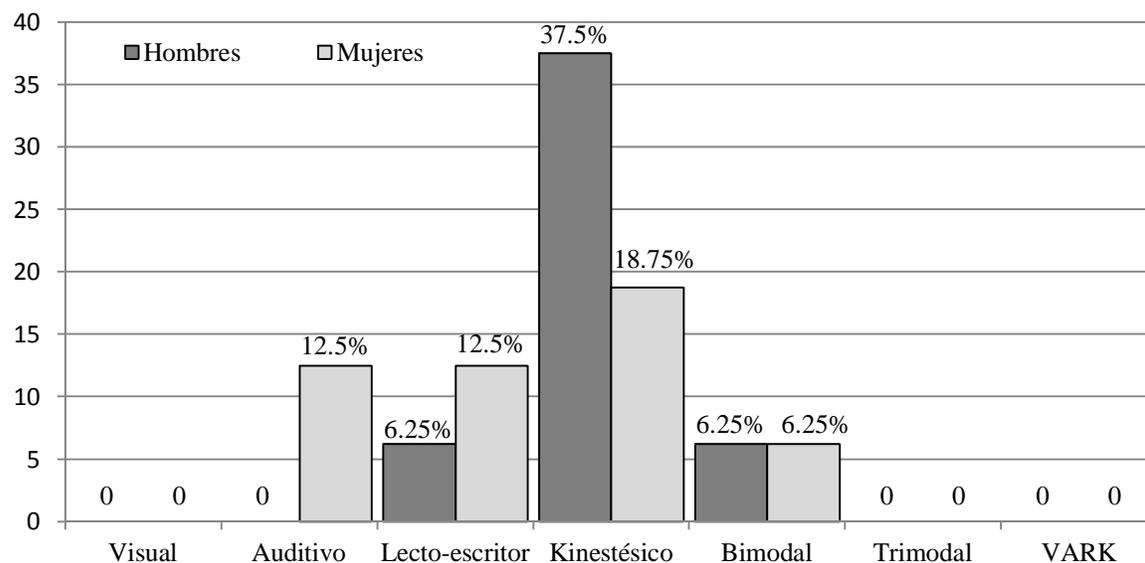


Figura 4. Distribución de frecuencias por estilo de aprendizaje y género en la población de estudio (febrero de 2013). (Datos recabados por el autor).

Las mujeres presentaron una distribución más uniforme que los varones en los estilos de aprendizaje que presentaron, aunque tuvieron diferencias observables. Cuatro alumnas presentaron un estilo auditivo y la misma cantidad presentaron el estilo lecto-escriptor, lo cual representa el 12.5 % del total del grupo para cada uno de estos estilos de aprendizaje. El estilo que menos representantes femeninas tuvo fue el bimodal, con sólo dos de las alumnas, lo que conforma el 6.25 % de la población total. Mientras que el

kinestésico fue el que mayor representación tuvo con 4 alumnas, lo cual equivale al 18.75 % de todo el grupo estudiado.

Para el caso de los varones, la distribución de frecuencias de aparición de los diversos estilos de aprendizaje fue muy diferente a la de las mujeres y con marcados contrastes entre los diversos estilos. Sólo presentaron tres de los estilos de aprendizaje. Los estilos menos frecuentes fueron el lecto-escritor y el bimodal, con un porcentaje de aparición de dos sujetos para cada uno, lo que corresponde a un 6.25 % de la población total considerada, en cambio el kinestésico se presentó por 12 de los alumnos lo cual conforma el 37.5 % del total del grupo de estudio.

En resumen, en el grupo estudiado, sólo se presentan tres de los estilos de aprendizaje simples y uno de los multimodales, pero fue el estilo kinestésico el que predominó, tanto en el análisis general del grupo, como en el análisis particular para cada género. Para revisar el listado de los estilos de aprendizaje por alumno, puede consultarse el apéndice F. No se presentan los nombres de los alumnos para cuidar su identidad.

4. 2. Análisis y discusión acerca de los resultados del diseño experimental

La meta general de la presente investigación pretendía determinar la relación entre el uso de multimedia y el aprendizaje matemático obtenido por cada alumno según su estilo de aprendizaje. Para comprender esta relación fue necesario llevar a cabo un experimento en el que se implementaron clases de la asignatura de Matemáticas que emplearon multimedia como recurso educativo para el grupo experimental y clases de Matemáticas que no emplearon multimedia para el grupo de control; los resultados de este proceso experimental se contrastaron estadísticamente para dar fundamentación

formal a la valoración realizada, además de hacerse una diferenciación de resultados por estilo de aprendizaje. Para dar mayor certeza a los resultados que se obtuvieron, se empleó una preprueba y una posprueba, con las que se pudo determinar los avances de los alumnos de un momento a otro del estudio.

El estudio estadístico se realizó en diversos niveles y aspectos. Primeramente se realizó un análisis estadístico superficial de los datos por medio de medidas descriptivas y posteriormente, un estudio a profundidad por medio de medidas inferenciales.

Se valoraron los siguientes aspectos: la equivalencia inicial de los grupos de estudio, la significancia del incremento de puntajes de un momento del estudio a otro en cada uno de dichos grupos y la significancia de los logros obtenidos entre el grupo de control y el experimental una vez realizada la implementación del experimento. Además de valorar la correlación existente entre las variables que el experimento considera. Estos aspectos serán los abordados en las secciones subsecuentes.

Aunque el grupo escolar estuvo conformado por 32 alumnos, sólo se analizaron los resultados de treinta. Dos alumnos debieron excluirse del estudio a causa de su ausentismo, originado por enfermedades en gran parte de los días de la implementación, por lo que en realidad no fueron parte del experimento investigativo realizado.

En la tabla 6 se presentan los resultados obtenidos de la administración de la prueba diseñada para valorar el aprendizaje de los alumnos y concentra los resultados obtenidos de la preprueba, la posprueba y el incremento de los puntajes. Esta prueba consideró un valor máximo de 50 puntos. (En el apéndice E se puede observar una muestra de esta prueba).

Esta tabla, además, indica el grupo de estudio al que perteneció cada uno de los alumnos, fuese de control o experimental. También se muestran los estilos de aprendizaje predominantes para cada alumno.

Tabla 6
Resultados de las pruebas realizadas por grupo de estudio y estilo de aprendizaje.

Alumnos	Grupo	Estilo de aprendizaje	Puntajes		
			Preprueba	Posprueba	Incremento
Alumno 1	Control	Auditivo	13	17	4
Alumno 2	Control	Auditivo	6	22	16
Alumno 3	Control	Lecto-escritor	8	41	33
Alumno 4	Control	Lecto-escritor	7	36	29
Alumno 5	Control	Lecto-escritor	10	40	30
Alumno 6	Control	Kinestésico	13	15	2
Alumno 7	Control	Kinestésico	9	35	26
Alumno 8	Control	Kinestésico	3	39	36
Alumno 9	Control	Kinestésico	17	25	8
Alumno 10	Control	Kinestésico	22	39	17
Alumno 11	Control	Kinestésico	10	33	23
Alumno 12	Control	Kinestésico	16	39	23
Alumno 13	Control	Kinestésico	13	35	22
Alumno 14	Control	Bimodal	12	25	13
Alumno 15	Control	Bimodal	17	35	18
Alumno 16	Experimental	Auditivo	11	35	24
Alumno 17	Experimental	Auditivo	13	46	33
Alumno 18	Experimental	Lecto-escritor	10	30	20
Alumno 19	Experimental	Lecto-escritor	12	35	23
Alumno 20	Experimental	Kinestésico	19	50	31
Alumno 21	Experimental	Kinestésico	15	50	35
Alumno 22	Experimental	Kinestésico	3	38	35
Alumno 23	Experimental	Kinestésico	14	43	29
Alumno 24	Experimental	Kinestésico	7	36	29
Alumno 25	Experimental	Kinestésico	15	45	30
Alumno 26	Experimental	Kinestésico	10	30	20
Alumno 27	Experimental	Kinestésico	12	46	34
Alumno 28	Experimental	Kinestésico	4	30	26
Alumno 29	Experimental	Bimodal	21	46	25
Alumno 30	Experimental	Bimodal	6	39	33

4.2.1. Análisis estadístico descriptivo. En este apartado se realizará un análisis inicial y somero acerca de las características de los datos obtenidos en cuanto a sus medidas de tendencia central y de dispersión, con respecto a los momentos y aspectos relevantes a este estudio.

En el apéndice G se puede observar una tabla que concentra las principales medidas estadísticas descriptivas para los resultados obtenidos por cada grupo y en cada momento del estudio.

En la fase de la preprueba, los dos grupos de estudio obtuvieron resultados muy similares en los puntajes obtenidos. La media aritmética de ambos grupos alcanzó aproximadamente un valor de 11 puntos, difiriendo en algunas décimas de punto de un grupo a otro. Y la desviación estándar se situó en aproximadamente los 5 puntos para ambos grupos. Este último dato explica que los puntajes se alejaron en promedio tan sólo 5 unidades de la media, por lo que se puede entender que los datos estuvieron relativamente concentrados alrededor de la misma.

La semejanza que presentaron ambos grupos de estudio para los valores de la media aritmética y la desviación estándar en la preprueba, puede apreciarse mejor en la figura 5.

La similitud entre los resultados de ambos grupos de estudio en el momento de la preprueba refuerza la validez de los resultados del proceso experimental seguido, al asegurar un punto de inicio equiparable a causa de una equivalencia entre las muestras de sujetos conformadas. Esta condición será corroborada en apartados subsiguientes con métodos estadísticos inferenciales.

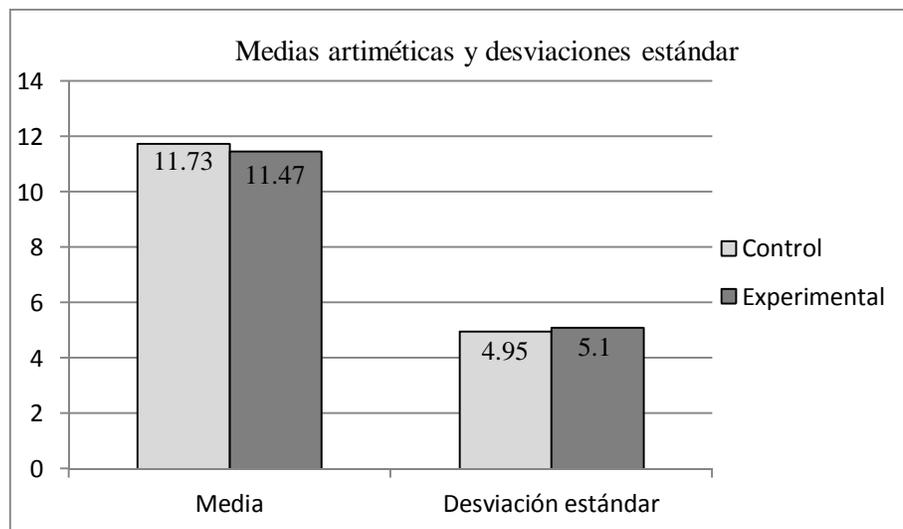


Figura 5. Media y desviación estándar de los puntajes de la preprueba para cada uno de los grupos de estudio (febrero de 2013). (Datos recabados por el autor).

En promedio, los alumnos tan sólo alcanzaron un 23 % aproximado del puntaje total de la prueba, al considerar los 50 puntos totales como el 100%, sin embargo, el bajo nivel alcanzado por ambos grupos era una condición que podría esperarse en esta fase, ya que los alumnos no poseían mayores conocimientos acerca de los temas evaluados, a lo sumo poseían aprendizajes previos o antecedentes adquiridos en los grados preliminares, en cursos escolares anteriores.

Ahora bien, para analizar el logro obtenido por los alumnos desde la aplicación de la preprueba a causa de la implementación del experimento, se consideraron los valores de incremento obtenido por cada grupo, medida que da cuenta del progreso obtenido en cada caso.

El grupo control tuvo un promedio de incremento de 20 puntos, y tanto su moda como su mediana se localizaron en puntajes cercanos a esta media, pero la dispersión de sus puntajes fue amplia, puesto que su desviación estándar tuvo un puntaje de 10.23

unidades. Esto quiere decir que aunque tuvo un incremento considerable de puntos en promedio, muchos de los sujetos tuvieron incrementos demasiado diferentes a este puntaje, algunos muy bajos y otros mucho más altos.

Para el grupo experimental la media fue de 28.47 puntos de incremento, aunque ésta sólo se aproximó a la mediana que se situó en 29 puntos y no a la moda, que en este caso tuvo 4 valores diferentes (véase el Apéndice G). Sin embargo, en este grupo la variabilidad de incrementos fue menor, con una desviación estándar de 5.19 la dispersión de valores fue considerable pero mucho menor que la ocurrida en el grupo de control. Esto implica mayor homogeneidad en este grupo.

En la figura siguiente se aprecia de forma más clara la diferencia entre la media y la desviación estándar de los incrementos de los dos grupos en esta fase del estudio experimental.

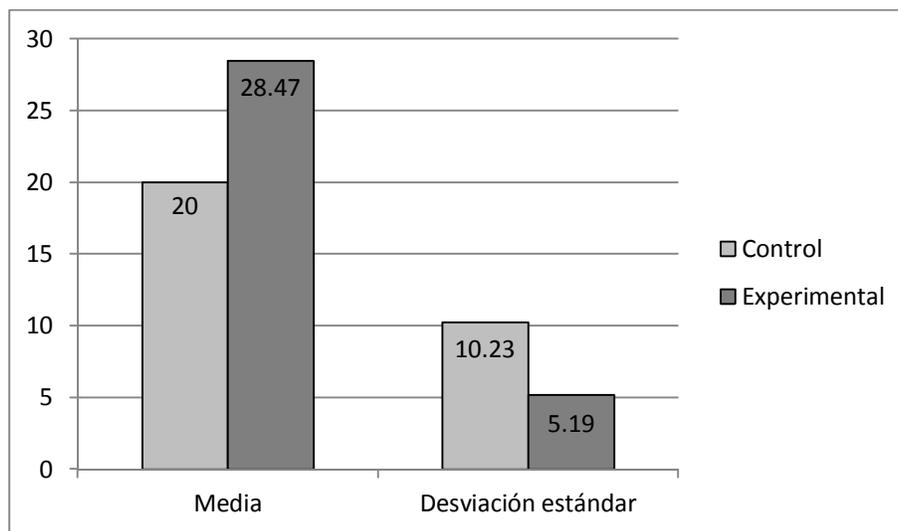


Figura 6. Media y desviación estándar de los puntajes de la posprueba para cada uno de los grupos de estudio (febrero de 2013). (Datos recabados por el autor).

Se observa en esta figura que, al compararlos, el grupo experimental obtuvo mayores resultados y una variación menor en los mismos, es decir, que dichos resultados fueron muy similares para la generalidad de los sujetos, en tanto que en el grupo de control los logros fueron menores con una variación mayor.

La evolución de puntajes en cada grupo de estudio de un momento a otro del proceso experimental, sugiere una mejora en el aprendizaje debida a la implementación de las clases y una diferenciación ocasionada por la variable diferenciante de cada grupo.

Tabla 7
Comparación de medias aritméticas de puntajes e incrementos por grupo y momento de estudio.

	Grupo	Preprueba	Posprueba	Incremento
Media aritmética	Control	11.73	31.73	20
	Experimental	11.47	39.93	28.47

En la tabla 7 se puede analizar la evolución de los puntajes entre grupos y momentos del proceso experimental. Las medias de los incrementos provienen de la consideración estadística de dicho dato para cada sujeto de cada grupo, no de la diferencia entre las medias de un momento y otro.

Se observa un estadio inicial equivalente para los dos grupos en el momento de la preprueba y el incremento de los puntajes de ambos en la fase de la posprueba. Se hace manifiesto que fue el grupo experimental quien en promedio tuvo un mayor incremento en sus puntajes de aprovechamiento en la posprueba.

Este incremento, que parece ser categórico, no se puede calificar como significativo tan sólo con estos datos; en otras palabras, aunque la revisión de las medidas estadísticas descriptivas realizadas dan indicios de un incremento, éste no puede ser valorado como un incremento considerable hasta ser evaluado por medio de pruebas inferenciales que indiquen que la diferencia marcada entre grupos fue debida a la variable introducida y no una consecuencia del azar. Esta valoración se realizó por medio de los tratamientos inferenciales estadísticos correspondientes y se planteará en los siguientes apartados.

Como complemento a los datos indicados, en la tabla 8 pueden observarse los promedios de los incrementos de calificación obtenidos por estilo de aprendizaje y en cada grupo de estudio.

Tabla 8
Promedios de incrementos por estilo de aprendizaje y grupo de estudio.

	Grupo	Control (C)	Experimental (E)	Diferencia E- C
Incrementos	Auditivo	10.00	28.50	18.5
	Lecto-escritor	30.67	21.50	- 9.17
	Kinestésico	19.63	29.89	10.26
	Bimodal	15.50	29.00	13.5

Al considerar el experimento como punto referencial, se observa que el estilo que mayor diferencia en sus incrementos tuvo fue el auditivo, seguido por el bimodal y el kinestésico. Es destacable que el estilo lecto-escritor tuvo un decremento, por lo que a diferencia de los otros estilos de aprendizaje, éste parece tener mayores beneficios de las clases que no usaron recursos multimedia como apoyo, sino recursos tradicionales.

Estos resultados, al igual que los de análisis globales, serán formalmente corroborados por medio de pruebas estadísticas inferenciales en los subsiguientes apartados.

4.2.2. Análisis inferencial para grupos y momentos del estudio experimental.

A continuación se presentan los resultados obtenidos del empleo de la prueba *t* de Student o T-test para valorar la significancia de los resultados de aprendizaje obtenidos por los alumnos, contrastados entre grupos y momentos del diseño experimental seguido en esta investigación.

4.2.2.1 T-test para grupos control y experimental en la preprueba. En este caso, la prueba *t* de Student se empleó para determinar si existía equivalencia real entre los grupos de estudio con los cuales se iba a manejar el proceso experimental, es decir, si la distribución al azar realizada se demostraba en los puntajes obtenidos, y por lo tanto mientras mayor fuera la significancia obtenida, mayor probabilidad de que los sujetos provinieran del mismo grupo o, en este caso, de grupos equivalentes.

Ya que en este caso no se necesita establecer la influencia de un conjunto de datos sobre otro, se maneja una significancia para dos colas en grupos independientes del T-test. La tabla 9 indican los valores correspondientes a esta prueba.

Tabla 9.

Prueba t de Student entre grupo control y experimental en la preprueba.

<i>Valor t</i>	<i>Grados de libertad (gl)</i>	<i>Significancia (p) para dos colas</i>
+0.15	28	0.882

Por tanto, se tiene aproximadamente una probabilidad de 0.882 puntos o, lo que es lo mismo, de un 88.2 % de que la diferencia entre los datos fuera debida al azar, por lo tanto la prueba t de Student establece la evidencia estadística necesaria para considerar que ambos grupos fueron aleatoriamente distribuidos, lo que asegura la equivalencia entre sí al momento de realizar la investigación experimental en cuanto al nivel de conocimiento inicial indicado en la descripción estadística de la sección anterior.

4.2.2.2 T-test para el grupo control en pre y posprueba. Este análisis fue efectuado para determinar la significancia entre los resultados obtenidos por los alumnos del grupo de control pero en dos momentos diferentes, tomando como etapa inicial la preprueba y contrastándola con la posprueba. En este caso, al presumirse que los resultados de la posprueba deberían ser mayores que los obtenidos en la preprueba a causa de la implementación de las clases sin empleo de recursos multimedia, se preestablece un sentido positivo a la diferencia entre puntajes, por lo que se emplea la significancia para el caso de una cola del T-test para muestras relacionadas.

En la tabla 10 se observa que en la comparación de calificaciones, el valor obtenido para 14 grados de libertad corresponde a una t igual a 7.57 lo que refiere una significancia menor a 0.0001 o al 0.01% de probabilidades de que los resultados correspondieran a causas aleatorias.

Tabla 10.
Prueba t de Student para los resultados del grupo control en pre y posprueba.

<i>Valor t</i>	<i>Grados de libertad (gl)</i>	<i>Significancia (p) para una cola</i>
+7.57	14	<0.0001

Este resultado puede considerarse en sentido inverso como un porcentaje mayor al 99.99% de confianza de que el incremento alcanzado por el grupo control fue debido a la implementación de clases, en este caso sin recursos multimedia.

4.2.2.3 T-test para el grupo experimental en pre y posprueba. Este análisis respondió a la misma finalidad que el realizado en el anterior apartado. Se buscaba determinar si el incremento de los puntajes obtenidos por los alumnos en la posprueba en comparación con los obtenidos en la preprueba era o no significativa. Como en el caso anterior, al presuponer que los puntajes se incrementarían se otorgó un solo sentido a la prueba, por lo que se empleó el valor de significancia para una cola en muestras relacionadas entre sí de la prueba t de Student.

Tabla 11.
Prueba t de Student para los resultados del grupo experimental en pre y posprueba.

<i>Valor t</i>	<i>Grados de libertad (gl)</i>	<i>Significancia (p) para una cola</i>
+21.23	14	<0.0001

Al realizar dicha prueba para los datos correspondientes, se obtuvo un valor t de 21.23 puntos para 14 grados de libertad, lo cual se relaciona con una probabilidad menor a 0.0001 de causas aleatorias, o a 0.01% en términos de porcentaje (ver tabla 11). Con ello se estipula con una probabilidad de confianza mayor al 99.99 % que el incremento de calificaciones fue debido a la implementación de las clases, que en este grupo fueron desarrolladas con apoyo de recursos educativos multimedia.

4.2.2.4 T-test para el incremento de puntajes. La comparación entre los puntajes de incremento entre uno y otro grupo de estudio por medio de la t de Student permitió determinar si el empleo de recursos multimedia como elemento diferenciante tuvo alguna relevancia o significancia sobre los resultados de aprendizaje de los alumnos, ya que considera el avance real alcanzado por cada alumno al considerar su situación final en función de la inicial. Esta conceptualización del aprovechamiento obtenido concuerda tanto con el enfoque de evaluación formativa de la asignatura (SEP, 2012) como con la filosofía del diseño experimental manejado (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Se omite la prueba T para las calificaciones obtenidas en la posprueba por cada grupo de estudio, ya que consideradas de forma aislada no contemplan el avance real de cada alumno.

Como en los dos casos anteriores se presupone que debería haber mayor incremento en las calificaciones del grupo experimental que en las del grupo de control, por lo que se emplea el valor de significancia relacionado con una cola para el valor del T- test pero para valores independientes, ya que corresponden a grupos diferentes de alumnos.

Se advierte en la tabla 12 que la prueba arroja un valor de 2.86 puntos para t cuando se tienen 28 grados de libertad y estas medidas se relacionan con un valor de significancia aproximada de 0.4 % de riesgo de que la diferencia se originara aleatoriamente, o lo que equivaldría a aproximadamente una confianza de 99.6% de que el empleo de recursos multimedia en las clases de matemática fuera relevante para incrementar los puntajes relacionados con el aprendizaje de los alumnos involucrados,

en comparación con el aprovechamiento alcanzado por alumnos que tuvieron clases sin este tipo de recurso educativo pero en igualdad en las demás condiciones.

Tabla 12.

Prueba t de Student para comparar incrementos entre grupo experimental y de control.

<i>Valor t</i>	<i>Grados de libertad (gl)</i>	<i>Significancia (p) para una cola</i>
+ 2.86	28	0.0039

Estos resultados aportan información relevante acerca de la importancia de emplear recursos educativos multimedia en las clases de Matemáticas, ya que su relación significativa con mejores resultados de aprendizaje es muy segura y le otorgan prioridad sobre las clases que no los emplean, lo que les otorga además trascendencia y prioridad cuando se quiere potenciar el aprendizaje matemático de alumnos en las condiciones que este estudio contempla.

4.2.3. Análisis inferencial por estilo de aprendizaje. Para comprender mejor los resultados del proceso experimental efectuado y la interrelación entre las variables estudiadas, se presenta en este apartado un análisis inferencial más específico de las relaciones encontradas entre el aprendizaje matemático y el uso de recursos multimedia, para lo que se emplean dos referentes estadísticos principales: la significancia de los resultados y la correlación entre las variables, pero se toma por separado el incremento de puntajes de cada uno de los estilos de aprendizaje encontrados en la población de estudio.

La prueba t de Student permitió develar si la diferencia entre los resultados obtenidos al emplear multimedia y los obtenidos al no emplear estos recursos era significativa, pero ya no de manera global como en los apartados anteriores, sino considerando un solo estilo de aprendizaje por ocasión. Además de indicar la posibilidad de generalizar o no los resultados a otras poblaciones de estudio.

Paralelamente se empleó el coeficiente de correlación biserial puntual (rbp) para revisar, en específico para cada estilo de aprendizaje, la correlación entre el aprovechamiento logrado y el empleo de multimedia como recurso de aprendizaje matemático. De esta medida se deriva el coeficiente de determinación que permite cuantificar la dependencia o vinculación entre dos variables, por lo que se empleó para develar la dependencia entre el uso de multimedia y el aprendizaje matemático para cada estilo de aprendizaje.

Por no se presentarse casos de alumnos que tuvieran preferencia por estilos de aprendizaje visual, tri-modal o VARK, sólo se hace referencia a los resultados obtenidos para los demás estilo de aprendizaje presente en la población estudiada.

4.2.3.1 *Análisis para el estilo de aprendizaje auditivo.* Para el estilo de aprendizaje auditivo se obtuvo un valor t de 2.47 para 2 grados de libertad (gl), lo que corresponde a una significancia (p) de 0.07 de riesgo o lo que es lo mismo que un 7% de probabilidad de cambio por causas aleatorias y, por consiguiente, un nivel de confianza de 93 % de que el incremento obtenido en el aprovechamiento de este estilo de aprendizaje correspondiera de forma significativa al tratamiento realizado, es decir, al empleo de recursos multimedia. (Ver tabla 13).

Tabla 13

Resultados de pruebas estadísticas inferenciales para el estilo de aprendizaje auditivo.

Estilo auditivo	t	gl	p	rbp	r^2_{xy}
	2.47	2	0.07	0.87	0.7569

El porcentaje de riesgo de significancia se encuentra por debajo de los estándares establecidos por las ciencias sociales para poder generalizar los resultados, pero es suficiente para aceptar los resultados en relación a la población de estudio manejada. Un porcentaje de confianza del 93 % de que los resultados estuvieran libres de influencia de factores aleatorios manifiesta un índice que puede ser aceptado en relación a la validez interna de este estudio, pero no permite otorgar a los resultados poder de generalización, es decir, es probable que al repetir este estudio en otras poblaciones aún con condiciones muy similares a las de la presente, los resultados pudieran variar considerablemente.

Por otro lado, el índice de correlación (rbp), proporcionado por la prueba biserial puntual, alcanzó los 0.87 puntos positivos. Esta medida indica una correlación significativa entre los dos fenómenos manejados, esto es, entre el uso educativo de recursos multimedia y el aprovechamiento matemático, en la población con estilo auditivo de aprendizaje; esto es, la presencia de dicho tipo de recurso estará relacionado con mejores índices de aprovechamiento, en comparación con clases que no emplean multimedia, y éstas últimas se relacionarían con calificaciones relativamente menores, pero esta afirmación quedaría restringida únicamente para la población de estudio a causa del nivel de significancia antes descrito.

El coeficiente de determinación (r^2_{xy}) arrojó un valor de 0.7569 que es interpretado como un 75.69 % de variabilidad compartida, es decir, en el grupo estudiado el uso de multimedia pone en juego aproximadamente un 76.7 % de las habilidades que son necesarias para aprender matemáticas, y por lo tanto un 23.3 % de los factores que incidieron en este caso en el aprendizaje matemático de alumnos auditivos queda sin ser determinado.

Aunque una correlación significativa como la observada en este grupo podría sugerir que el uso de multimedia se erige una causa del aprendizaje matemático, no se puede afirmar tal vinculación hasta haberse realizado estudios más profundos. Tan sólo es posible afirmar que existe una fuerte interrelación entre ambas variables de estudio, por lo que es razón suficiente para que el docente interesado en valorar esta posibilidad en sus alumnos con estilos auditivos de aprendizaje realice los estudios correspondientes.

Se puede explicar esta correlación de acuerdo a los planteamientos de Lozano (2008) Úbeda y Escribano (2002) y la asociación SKILLS (2007) que remarcan como esencial el empleo de información sonora para el aprendizaje de alumnos auditivos, condición cumplida en el recurso multimedia empleado, que unía música, voz e indicaciones sonoras de logro o error, tanto para conducir al razonamiento, retroalimentar y recapitular. Este apoyo sonoro contenido en el recurso multimedia en unión a las demás actividades de aprendizaje apegadas al estilo constructivista que sugiere la SEP (2011c) lograron favorecer en mayor medida el aprendizaje de los alumnos auditivos que aquellos procesos que no emplearon multimedia.

4.2.3.2 Análisis para el estilo de aprendizaje lecto-escritor. Para los alumnos con este estilo de aprendizaje se obtuvieron los puntajes que se pueden observar en la tabla siguiente.

Tabla 14
Resultados de pruebas estadísticas inferenciales para el estilo de aprendizaje lecto-escritor.

	t	gl	p	rbp	r^2_{xy}
Estilo lecto-escritor	-4.79	3	0.01	-0.94	0.8836

Los resultados obtenidos para este estilo de aprendizaje difieren mucho de los obtenidos para los demás estilos de aprendizaje estudiados en esta investigación. Se obtuvo un valor de $t = -4.79$ con 3 grados de libertad, lo cual correspondería a un porcentaje de riesgo de 1 % aproximadamente, es decir, cumple con el porcentaje de confianza requerido al presentar aproximadamente un 99 % de confianza para la variación de calificaciones, por lo cual los resultados indican a la vez una diferencia considerable relacionada con el uso de multimedia y la posibilidad de extender las conclusiones a otras poblaciones con características similares.

Sin embargo, el puntaje negativo del valor t indica una diferencia significativa a favor del grupo de control, en vez del grupo experimental. Es decir, hubo mayor incremento en los puntajes de aprovechamiento de los alumnos del grupo de control que en los del grupo experimental para alumnos de estilo de lecto-escritor.

El índice de correlación rbp obtenido de la prueba biserial puntual alcanzó los 0.94 puntos negativos, manifestación de una significativa correlación negativa, lo que indica

que el aumento de una variable coincide en la mayoría de los casos con el decremento de la otra. Para este caso en particular, los resultados de significancia y correlación juntos se pueden interpretar como que existe gran seguridad de que el empleo de recursos multimedia se relacionaría con menores puntajes de aprovechamiento matemático para alumnos con estilos de aprendizaje lecto-escritor que los que obtendrían con clases que no emplearan multimedia.

Como derivación de este resultado, se hace necesario reconsiderar el uso de recursos multimedia con alumnos lecto-escritores en condiciones similares a los de este estudio, ya que su empleo no estará relacionado con los mejores resultados posibles, en tanto que parece ser que el desarrollo de la clase de Matemáticas con recursos tradicionales está vinculado con mejores resultados para este estilo de aprendizaje. Se debe recordar que el coeficiente de correlación biserial puntual valora la relación entre los resultados de un evento con respecto a los resultados de otro, por lo que sus resultados indican que, con respecto a clases con recursos tradicionales, los recursos multimedia se relacionan con menores niveles de aprendizaje matemático en alumnos lecto-escritores, aun llevando en ambos casos el enfoque constructivista vigente.

El coeficiente de determinación en este caso fue de 0. 8836, o lo que es equivalente a aproximadamente 88.36% de variabilidad compartida, pero en relación indirecta por los resultados del coeficiente biserial puntual, es decir, en comparación con el uso de recursos tradicionales, la disminución de los puntajes en el aprendizaje matemático serán dependientes en aproximadamente un 88% del uso de multimedia y de aproximadamente un 12% de factores externos. Al igual que en el caso anterior, estos resultados se indican en términos de interrelación y no de causalidad.

Olague et al (2010), Lozano (2008) y SKILLS (2007) proporcionan un indicio para comprender este fenómeno. Estos autores aconsejan, como estrategias de estudio para este estilo de aprendizaje, el análisis en silencio de los textos para poder interactuar cognitivamente y de forma útil con ellos. En las clases para ambos grupos de estudio se realizaron algunas actividades de lectoescritura, sin embargo, en el grupo experimental éstas actividades estuvieron apoyadas en recursos multimedia que ofrecían textos entremezclados con estímulos auditivos, visuales y motores que pudieron volverse obstáculo e interferencia para el trabajo cognitivo individual e introvertido que los alumnos lecto-escritores requerían. Pero este argumento se deja en calidad de conjetura y de posible tema para futuros estudios.

4.2.3.3 Análisis para el estilo de aprendizaje kinestésico. En el caso del estilo kinestésico de aprendizaje de los alumnos estudiados, los resultados del T-test, del coeficiente biserial puntual y del coeficiente de determinación se indican en la tabla 15.

Tabla 15
Resultados de pruebas estadísticas inferenciales para el estilo de aprendizaje kinestésico.

	t	gl	p	rbp	r^2_{xy}
Estilo kinestésico	2.62	15	0.01	0.56	0.3136

Se observa que para este grupo de alumnos se presentó un valor $t = 2.62$ con 15 grados de libertad lo que corresponde a 0.01 puntos de riesgo aproximadamente, equivalentes al 1%. Con esto se cumple un nivel de confianza de 99 % de que la

diferencia estadística de los resultados fuera significativa, mayor al 95% requerido para estudios sociales.

Los niveles de significancia alcanzados permiten considerar, por un lado, que el empleo de multimedia constituye el factor que con gran seguridad se relacionó con el incremento de las calificaciones, en comparación con los obtenidos con recursos tradicionales, y que al mismo tiempo estos resultados pueden extenderse a otras poblaciones con características similares a las de este estudio, puesto que los resultados serán repetibles en un porcentaje alto de los casos, toda vez que se elimina casi por completo la influencia del azar en los resultados.

El coeficiente biserial puntual arrojó para este caso un valor de 0.56 puntos. Si se considera que la completa seguridad de la relación lineal tiene un valor de 1, se observa que el puntaje obtenido se sitúa cerca de la mitad, es decir, demuestra una correlación parcial positiva entre el uso de multimedia y el aprendizaje matemático para alumnos kinestésicos, por lo tanto, el uso de multimedia corresponderá a niveles intermedios de aprendizaje matemático para estos alumnos, y se diferenciarán medianamente de los obtenidos en clases sin multimedia.

Con un coeficiente de determinación igual a 0.3136 puntos, equivalentes aproximados a 31% de vinculación, puede afirmarse que el incremento en el aprendizaje matemático y el estudio por medio de multimedia ponen en juego cerca de un tercio de procesos cognitivos comunes, y se mantienen desconocidos cerca del 69% de factores.

Para alumnos kinestésicos el apoyo en recursos multimedia se relacionó con una mejora en el aprendizaje matemático en comparación con los que no tuvieron este tipo de recurso didáctico, sin embargo dicha mejora fue pequeña. Como en los casos

anteriores, no se considera haber determinado causas del nivel de aprendizaje alcanzado, sino factores relacionados al mismo.

Ya que según Fleming (2012c) las personas kinestésicas requieren de involucrar todos los sentidos en una actividad para poder aprender, se esperaba que un recurso multimedia, que comprometiera mayor número de sentidos en una experiencia simulada, otorgaría mayor apoyo al aprendizaje de este tipo de alumnos. Sin embargo, el moderado incremento de aprendizaje podría ser el resultado de la falta de movilización corporal, factor que explotan poco los recursos multimedia y que es un requerimiento importante para el aprendizaje de alumnos kinestésicos, según sugiere Lozano (2008).

4.2.3.4 Análisis para el estilo de aprendizaje bimodal. Los resultados obtenidos para alumnos bimodales se concentran en la tabla 16.

Tabla 16
Resultados de pruebas estadísticas inferenciales para el estilo de aprendizaje bimodal.

Estilo bimodal	t	gl	p	rbp	r^2_{xy}
	2.86	2	0.05	0.9	0.81

Los alumnos bimodales obtuvieron un puntaje en $t = 2.86$ con dos grados de libertad, este resultado indica un 5% aproximado de riesgo de significancia, o lo que es lo mismo, existe un 95 % de certeza de que el cambio fuere significativo. Al mismo tiempo indica la posibilidad de una relación lineal directa por el sentido positivo. Estos índices sugieren la existencia de un aprovechamiento matemático al usar multimedia educativa, en comparación con el aprovechamiento alcanzado en clases con recursos

tradicionales, y que esta afirmación puede extenderse a poblaciones equivalentes a las características que presenta la correspondiente a esta investigación.

El coeficiente biserial puntual alcanzó los 0.9 puntos, valor relacionado con un nivel de correlación significativa. Ambos índices, el de significancia y de correlación conjugados, apuntan a que existe un gran índice de confianza de que, para alumnos bimodales, el uso de multimedia en clases Matemáticas estuviera vinculado al logros de aprendizaje más elevados con respecto a los que obtendrían en una clase en la que no se manejara multimedia como recurso educativo.

El coeficiente de determinación ayuda a completar la comprensión de los resultados del estudio experimental y corrobora la afirmación antes realizada. Alcanzó un valor de 0.81 puntos, equivalentes a un 81% aproximado de dependencia entre variables. Esto es indicio de que el aprendizaje matemático obtenido por los alumnos bimodales depende fuertemente de los mismos procesos que se ponen en juego con los recursos educativos multimedia, y al mismo tiempo deja entrever la existencia de un porcentaje bajo de factores implicados en tal aprendizaje que se mantienen desconocidos, aproximadamente del 19 %.

El empleo de multimedia, para estudiantes con este estilo de aprendizaje, fue un factor que con un poder predictivo fuerte en relación al aprendizaje matemático. Es posible explicar la relación entre el uso de multimedia educativa y el aprendizaje matemático de los alumnos bimodales por las aseveraciones de Fleming (2012a) y Olague et al (2010), quienes consideran que este tipo de alumnos puede manejar la información desde diversos puntos de vista, lo que les permite una aproximación más eficiente al aprendizaje y un aprovechamiento mayor de la información codificada en

diversos formatos, de este modo un recurso multimedia que ofreciera varios tipos de información beneficiaría el uso de diversos canales receptivos, un mayor uso de procesos cognitivos, un mayor compromiso con el proceso de aprendizaje y un aprendizaje más significativo.

Al mismo tiempo, hay mayor probabilidad de que un alumno bimodal pueda involucrarse con una estrategia de trabajo aúlico y sacarle provecho, ya que su naturaleza también se vincula con mayor cantidad de estrategias de estudio que les son eficaces (Lozano, 2008; Olague et al 2010; SKILLS, 2007).

Se aclara en este punto que los resultados mencionados se vinculan directamente a las condiciones y temáticas curriculares específicas manejadas en esta investigación.

Con estos resultados se culmina la tarea de presentar, analizar y fundamentar los resultados obtenidos del proceso experimental seguido en esta investigación y se permite sentar las bases necesarias para dar respuesta a los planteamientos iniciales que dieron origen a este estudio. La resolución del problema de investigación, tanto en su pregunta general como en las específicas se realizará en el siguiente capítulo.

Capítulo 5

Conclusiones

En este capítulo se indican las principales conclusiones derivadas del análisis de la información recabada y de la evaluación de la misma y de todo el proceso investigativo. Además se harán las recomendaciones pertinentes para generar nuevas temáticas de investigación.

5. 1. Conclusiones

En la pregunta de investigación se indaga: ¿Qué relación existe entre el empleo de multimedia como recurso educativo y el aprendizaje de las matemáticas según el estilo de aprendizaje del alumno? En función de los resultados planteados en el capítulo anterior, se puede concluir que: el uso de recursos multimedia en clases de Matemáticas se relaciona con diversas manifestaciones del aprendizaje de los alumnos; la naturaleza de estas manifestaciones dependerá del estilo de aprendizaje que los alumnos ostenten.

Existe una correlación fuerte y un grado de determinación elevado entre el uso de multimedia y el aprovechamiento matemático alto para el estilo auditivo y el bimodal, aunque sólo se puedan generalizar los resultados para este último estilo por causa del nivel de significancia alcanzado por el auditivo.

De este resultado se puede concluir a modo de deducción que los recursos multimedia realizan eficientemente la tarea de ofrecer música, sonidos y lecturas comentadas y guiadas en forma conjunta, ya que se relacionaron con resultados elevados para los alumnos auditivos y ésta es una tarea esencial para el aprendizaje de

estos aprendices según Lozano (2008), Olague et al (2010), SKILLS (2007), Úbeda y Escribano (2002). Y por su parte, el beneficio que los recursos multimedia proporcionaron a los alumnos bimodales pudo deberse al manejo de diversos canales receptivos y a la flexibilidad de este tipo de alumnos para adaptarse a diversas estrategias de trabajo (Fleming, 2012a; Olague et al, 2010).

También se concluye que se da una correlación parcial entre usar multimedia y altos puntajes matemáticos para el estilo kinestésico. Es probable que el aspecto multimedia que otorgó apoyo a los estudiantes kinestésicos estuviera constituido por las oportunidades de manipulación virtual de diversos elementos en el transcurso de la clase, ya que este tipo de actividad ha demostrado su eficacia en el proceso educativo de este tipo de alumnos en otros escenarios didácticos (Lozano, 2008; Olague et al 2010; SKILLS, 2007), aunque al no haberse presentado tan frecuente en los recursos multimedia su apoyo a aprendices kinestésicos fue limitada

Los resultados de la investigación también indican que el uso de recursos multimedia se relaciona significativa pero indirectamente con puntajes altos en el aprendizaje matemático de alumnos lecto-escritores, en comparación con clases que no usan recursos multimedia. Dicho de otra manera, este tipo de alumnos obtienen mayores beneficios en relación a sus aprendizajes matemáticos cuando no emplean multimedia. Es probable que los recursos multimedia, al involucrar diversos canales y tipos de información, entorpeciera el trabajo independiente y retrospectivo con textos que este tipo de alumnos requiere, tal como sugieren autores como Lozano (2008) y Olague et al (2010).

Debido a que en la población de estudio de esta investigación no se presentaron sujetos que tuvieran preferencia por un estilo de aprendizaje visual, tri-modal o VARK, no se pudo analizar la relación que tendría en su aprendizaje matemático el empleo de multimedia educativa.

Por otro lado, la primera pregunta específica indagaba: ¿El uso de recursos educativos multimedia influye significativamente en el aprendizaje de las matemáticas según el estilo de aprendizaje de los alumnos? A este planteamiento se puede responder considerando los análisis de significancia global y específica realizados.

El análisis global permite concluir que en forma general el empleo de recursos multimedia sí otorga una diferencia estadística significativa sobre los niveles de aprovechamiento matemático en comparación con los obtenidos sin el empleo de recursos educativos de este tipo.

En forma particular a cada estilo de aprendizaje, el análisis de resultados indica que el empleo de multimedia se relaciona con puntajes significativamente mayores para los alumnos con estilos kinestésicos y bimodales y significativamente menores para los lecto-escritores, en comparación con alumnos con los respectivos estilos de aprendizaje que no emplearon multimedia para aprender los temas de matemáticas considerados. Y estas afirmaciones tienen un poder de generalización amplio, a excepción del caso correspondiente a los alumnos auditivos.

Es decir, sólo se puede generalizar que en condiciones contextuales similares, los aprendices kinestésicos y bimodales tendrían mejores resultados si se emplea multimedia en las clases de Matemáticas que en el caso de no emplearlos, y que los alumnos lecto-escritores obtendrían mejores resultados al no emplear multimedia. Se

excluye de esta afirmación a los alumnos auditivos, por las razones ya explicadas. Este resultado se traduce en la recomendación de emplear multimedia como recurso educativo fundamental para el aprendizaje de las matemáticas para el estilo bimodal, como un recurso suplementario para alumnos kinestésicos y como última opción para los lecto-escritores frente a recursos tradicionales. Para alumnos auditivos, sería necesario realizar nuevas investigaciones para asegurar los resultados.

Ante la segunda y última pregunta específica que cuestionaba: ¿A qué estilo de aprendizaje otorga mayores ventajas el uso de recursos multimedia en el aprendizaje de la asignatura de Matemáticas? La respuesta es un poco más complicada de lo que parece, ya que sólo atendiendo al promedio de incremento obtenido, es el estilo auditivo quien obtuvo mayor acrecentamiento de sus aprendizajes a causa del uso de multimedia educativa en clases de Matemáticas.

Sin embargo, al conjugar los índices de significancia y de correlación, puede concluirse que para los alumnos bimodales se tendrá de manera más segura una relación más fuerte entre el uso de multimedia educativa y el logro de mayores niveles de aprovechamiento, en comparación con situaciones de clase en las que no se emplee.

Esto, con las debidas reservas de generalización, complementa la afirmación de Matos (2008) que explica que un estilo de aprendizaje debe relacionarse mejor con un campo de conocimiento específico por brindarle facilidades de asimilación. En este caso, los datos recabados indican que en el contexto señalado, en relación al empleo de multimedia y en contrastación al uso de recursos tradicionales, el estilo bimodal resultaría ser el que mejores resultados ofrece al aprendizaje matemático de alumnos de quinto grado de primaria.

Como se estipuló en la justificación, esta conclusión conllevaría a considerar la enseñanza de las estrategias cognitivas que este estilo de aprendizaje contempla como estrategias de estudio para los alumnos con otros estilos de aprendizaje, para tratar de potenciar sus aprendizajes, en el entendido de que los estilos de aprendizaje son dinámicos y pueden ser aprendidos, como estipula Lozano (2008).

En contraparte, a los alumnos lecto-escritores parece serles más útiles los recursos tradicionales en las clases de Matemáticas que los recursos multimedia.

En relación a los resultados de contrastar la literatura relativa al modelo VARK con las características de la población estudiada, se obtuvieron otras conclusiones que se indican a continuación.

La teoría VARK de estilos de aprendizaje desarrollada por Neil Fleming es un instrumento conveniente y eficaz para conocer las preferencias perceptuales y de manejo de información de los alumnos, con miras a apoyarlos en su proceso de aprendizaje. Como el mismo autor (Fleming, 2012c) y otros, como Lozano (2008), afirman, su practicidad y sencillez de manejo e interpretación contribuyen a fortalecer su elección para ser empleado en el contexto escolar.

También puede concluirse que las estadísticas desarrolladas por Fleming (2012c) acerca de la distribución de frecuencias de aparición de los estilos de aprendizaje no pueden aplicarse a todos los contextos, ya que la naturaleza de cada contexto determina diferencias que deben ser estudiadas para cada caso particular.

En el caso del quinto grado de la escuela primaria urbana federal “Benito Juárez García” de la comunidad de Maní, Yucatán en el ciclo escolar 2012-2013, el estilo de aprendizaje más frecuente fue el kinestésico, aunque también estuvieron presentes

estilos auditivo, lecto-escritor y bimodal, mientras que los estilos visual, tri-modal y VARK no tuvieron representantes.

Con estas conclusiones, además de dar respuesta a la pregunta general de investigación y las preguntas específicas, se cumplen los objetivos de estudio definidos en el capítulo uno, los cuales se relacionan directamente con las preguntas mencionadas.

5. 2. Recomendaciones

Ya que la temática de estudio de esta investigación se relaciona estrechamente con un beneficio para el aprendizaje de los alumnos, se recomiendan las siguientes líneas de estudio para futuros proyectos de investigación, todas ellas surgidas del proceso de investigativo seguido y del análisis de los resultados.

Una primera necesidad es la de conocer a profundidad los elementos de un recurso multimedia que resultan benéficos para el aprendizaje de cada estilo de aprendizaje, ya que ello permitirá explotarlos de manera didáctica para potenciar el aprendizaje de los alumnos, sobre todo en el área matemática, en la cual los alumnos tienen tantas carencias.

Consecuentemente es necesario comprender la razón por la que en este caso los recursos multimedia no fueron tan benéficos para alumnos con estilo lecto-escritor. Además de investigar recursos alternativos a los multimedia que pudieran servir de apoyo a este tipo de estudiantes.

Es manifiesta la necesidad de ampliar y profundizar el estudio de la influencia de recursos multimedia en el aprendizaje matemático en alumnos con estilos de aprendizaje visual, auditivo, tri-modal y VARK. Ya que en esta investigación los resultados para el estilo auditivo no pudieron ser generalizados y los otros tres estilos no

se presentaron, es necesario emprender estudios que solventen esas lagunas de conocimiento. Esta misma necesidad obliga a realizar estudios que abarquen mayores poblaciones para poder fundamentar de forma más convincente futuros proyectos educativos en beneficio del aprendizaje matemático de los alumnos de educación primaria y de otros niveles educativos.

Un área de oportunidad para realizar investigaciones de mayor profundidad se establecería en relación a los subtipos de estilos de aprendizaje como bimodales y trimodales, para comprender cómo la combinación específica de diferentes estilos sencillos repercute en el aprendizaje matemático del alumno con y sin multimedia.

Para comprender mejor el escenario relativo a la influencia de los recursos multimedia en los estilos de aprendizaje, se podría extender las investigaciones a los casos de empleo de multimedia para el estudio autónomo o autodidacta y para otras asignaturas del currículo de estudio de educación básica.

Referencias

- Addine, F. y Calzado, D. (2008). *La didáctica, una visión histórica desde su desarrollo en el Varona*. Varona, Revista Científico-Methodológica, (47), 33-42. Recuperado de http://www.varona.rimed.cu/revista_varona/index.php?option=com_content&task=view&id=166&Itemid=33
- Aedo, I., Díaz, P., Sicilia, M. A., Vara, A., Colmenar, A., Losada, et al. (2004). *Sistemas multimedia: análisis, diseño y evaluación*. España: Universidad Nacional de Educación a Distancia. De la base de datos de E-libro. (ISBN No. 84-362-4996-8)
- Arteaga, J. C. y Guzmán, J. (2005). Estrategias utilizadas por alumnos de quinto grado para resolver problemas verbales de matemáticas. *Educación matemática*, 17(01), 33-53. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/405/40517102.pdf>
- Alanís, M. (2010). Gestión de la introducción de la innovación tecnológica en educación. En Burgos Aguilar, V. y A. Lozano Rodríguez (Comp.). *Tecnología educativa y redes de aprendizaje de colaboración*. Distrito Federal, México: Trillas.
- Babbie, E. (2000). *Fundamentos de la investigación social*. México: International Thomson Editores, S. A. de C. V.
- Báez, A. (2009). *El autoconcepto matemático y las creencias del alumnado: un estudio exploratorio, descriptivo e interpretativo en la ESO*. (Disertación doctoral). De la base de datos e-libro (ISBN No. 9788483177686).
- Barreto, C. H., Gutiérrez, L. F., Pinilla B. L., y Parra, C. (2006). Límites del constructivismo pedagógico. *Educación y educadores*, 9(1), 11-31. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/834/83490103.pdf>
- Blomhøj, M. (2004). Mathematical modelling - A theory for practice. En Clarke, B., Clarke, D., Emanuelsson, G., Johnansson, B., Lambdin, D., Lester, F., Walby, A. y Walby, K. (Eds.) *International Perspectives on Learning and Teaching Mathematics*. National Center for Mathematics Education: Suecia. Recuperado de http://www.famaf.unc.edu.ar/rev_edu/documents/vol_23/23_2_Modelizacion1.pdf
- Cabrera. J. S. y Fariñas, L. (2005). El estudio de los estilos de aprendizaje desde una perspectiva vigostkiana: una aproximación conceptual. *Revista Iberoamericana de Educación*, 37(1) 1-10. Recuperado de: <http://www.rieoei.org/deloslectores/1090Cabrera.pdf>.

- Carrasco, A. (2012). Introducción a la inferencia estadística. Consultado el 12 de octubre de 2012 de <http://aathosc.tripod.com/introinfest.htm>
- Champ. L. (1999). *Public images of mathematics*. (Disertación doctoral). Recuperado de http://people.exeter.ac.uk/PErnest/pome15/lim_chap_sam.pdf
- Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares. (2012 a). *ENLACE 2006-2011. Medias y Niveles de logro por entidad federativa. Educación Básica*. Recuperado el 15 de septiembre de 2012 de <http://www.enlace.sep.gob.mx/content/ba/pages/estadisticas/>
- Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares. (2012b). *Resultados por escuela*. Recuperado el 15 de septiembre de 2012 de <http://www.enlace.sep.gob.mx/content/ba/pages/estadisticas/>
- Feldman, D. (2010). *Didáctica general*. Argentina: Ministerio de Educación de la Nación. Versión digital, recuperada de <http://repositorio.educacion.gov.ar/dspace/bitstream/handle/123456789/89818/Didactica%20general.pdf?sequence=1>
- Fernández, J. M. (2009). *Aprendiendo a escribir juntos: multimodalidad, conocimiento y discurso*. Monterrey: Comité Regional Norte de Cooperación con la UNESCO / Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Fernández, J. M. (2009). *Las tecnologías de la información y la comunicación desde la perspectiva de la psicología de la educación*. (J. Arévalo Zamudio, & G. Rodríguez Blanco, Edits.) México, Distrito Federal: Secretaría de Educación Pública/Dirección General de Materiales Educativos.
- Ferreira, L. M. (2008). *Dificuldades de aprendizagem: repercussões afetivas, comportamentais e na progressão escolar*. (Disertación doctoral). Recuperado de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/8079/1/tese%20final.pdf>
- Fleming, N. (2012a). *I'm different; not dumb. Modes of presentation (VARK) in the tertiary classroom*. Recuperado el 11 de octubre de 2012 de http://www.vark-learn.com/documents/different_not_dumb.pdf
- Fleming, N. (2012b). *Printable Spanish VARK questionnaire*. Recuperado el 12 de octubre de 2012 de <http://www.vark-learn.com/documents/The%20VARK%20Questionnaire%20-%20Spanish.pdf>
- Fleming, N. (2012c). *The nature of preference*. Recuperado el 11 de octubre de 2012 de <http://www.vark-learn.com/documents/THE%20NATURE%20OF%20PREFERENCE.pdf>

- Fleming, N. (2012d). *Using VARK. Instructions*. Recuperado el 11 de octubre de 2012 de <http://www.vark-learn.com/english/page.asp?p=advice>
- Fleming, N. (2012e). *VARK, a guide to learning styles*. Consultado el 10 de octubre de 2012 de <http://www.vark-learn.com/english/index.asp>
- García, E. (2010). *Desarrollo de la mente: filogénesis, sociogénesis y ontogénesis*. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de <http://www.ucm.es/centros/cont/descargas/documento25317.pdf>
- García, J. L., Santizo A. A., y Alonso, C., (2009). Instrumentos de medición de estilos de aprendizaje. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 4(4) 1-23. Recuperado de http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_4/Artigos/lsr_4_articulo_1.pdf
- Gértrudix, M., Álvarez, S., Galisteo, A., Gálvez, M. C. y Gértrudix, F. (2007). Acciones de diseño y desarrollo de objetos educativos digitales: programas institucionales. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 4(1), 14-25. Recuperado de <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v4n1-gertrudix-alvarez-galisteo-galvez-gertrudix>
- Gil, J. y Padilla, M. T. (2008). *Análisis de datos en la investigación educativa. Coeficiente de correlación biserial puntual. Propiedades*. Consultado el 12 de octubre de 2012 en http://ocwus.us.es/metodos-de-investigacion-y-diagnostico-en-educacion/analisis-de-datos-en-la-investigacion-educativa/Bloque_I/page_108.htm
- Giroux, S. y Tremblay, G. 2009. *Metodología de las ciencias humanas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Godino, J. (2009). *Perspectiva de la didáctica de las matemáticas como disciplina tecnocientífica*. España: Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Recuperado de http://www.ugr.es/~jgodino/fundamentos_teoricos/perspectiva_ddm.pdf
- Godino, J., Batanero, C. y Font, V. (2004). *Didáctica de las matemáticas para maestros*. España: Universidad de Granada. Versión digital, recuperada de <http://redes-cepalcala.org/inspector/DOCUMENTOS%20Y%20LIBROS/MATEMATICAS/DIDACTICA%20DE%20LAS%20MATEMATICAS%20PARA%20MAESTROS.pdf>

- Gómez, M. A. (2005). La transposición didáctica: la historia de un concepto. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1(2), 83-115. Recuperado de http://200.21.104.25/latinoamericana/downloads/Latinoamericana1_5.pdf
- González, M. (2009). *Multimedia*. Argentina: El Cid Editor. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/uvirtualeducacionsp/docDetail.action?docID=10316464>
- Guzmán, J. F. (2009). Percepciones de los alumnos sobre la ciencia matemática al inicio del nivel medio superior. *Estudios Sociales*, 3(5), 115- 142. Recuperado de http://www.publicaciones.cucsh.udg.mx/ppperiod/estsoc/pdf/estsoc_5/115.pdf
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Perú: Mc Graw Hill.
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2008). *Pisa en el aula: Matemáticas*. México: autor. Versión digital, recuperada de http://www.inee.edu.mx/mape/themes/TemaInee/Documentos/mapes/pisa_aula_matea.pdf
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2012). *Porcentaje de estudiantes de 15 años con bajo rendimiento en el desempeño de las competencias de lectura, matemáticas y ciencias evaluadas por PISA (2000, 2003 y 2006)*. Recuperado el 15 de septiembre de 2012 de http://www.inee.edu.mx/bie_wr/mapa_indica/2008/PanoramaEducativoDeMexico/RE/RE03/2008_RE03_.pdf
- Juárez, F., Villatoro, J. A. y López, E. K. (2002). *Apuntes de Estadística Inferencial*. México, D. F.: Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente.
- Lago, B., Colvin, L. y Cacheiro, M. (2008). Estilos de aprendizaje y actividades polifásicas: Modelo EAAP. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 2(2), 170- 181. Recuperado de http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_2/artigos/lsr_2_octubre_2008.pdf
- Lopes, G. O. y Muglia, S. (2010). Estilos de aprendizagem: análise de produção científica brasileira. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 5(5), 146- 159. Recuperado de http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_5/articulos/lsr_5_abril_2010.pdf
- Lozano, A. (2008). *Estilos de aprendizaje y de enseñanza: un panorama de la estilística educativa*. México: Trillas.
- Lozano, A. (2011). *El éxito en la enseñanza. Aspectos didácticos de las facetas del profesor*. México: Trillas.

- Matos, J. (2008). *Estudo Comparativo dos Estilos de Aprendizagem no Ensino Básico*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. UNED. Recuperado el 15 de septiembre de 2012 de http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_5/investigacion/Master_Joao_Matos.pdf
- Méndez, V., Ruiz, L. A. y Figueroa, H. A. (2007). *Recursos digitales y multimedia*. México: UNAM, Facultad de Filosofía y Letras. P. Recuperado de <http://ru.ffyl.unam.mx:8080/jspui/bitstream/10391/955/1/Ver%C3%B3nica%20Méndez%20Lizet%20Ruiz%20Hugo%20Figueroa%20Recursos%20digitales%20y%20multimedia.pdf>
- Morales, P. (2007). *Correlación y covarianza*. En Estadística aplicada en Ciencias Sociales. Universidad Pontificia Comillas. Madrid. Consultado el 11 de octubre de 2012 en <http://www.upcomillas.es/personal/peter/estadisticabasica/correlacion.pdf>
- Morrón, A. y Aguilar, D. (2006). *Multimedia en Educación*. España: Red Comunicar. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/uvirtualeducacionsp/docDetail.action?docID=10149324>
- Olague, J. R., Torres, S., Morales, F., Valdez A. G. y Silva, A. E. (2010). Sistemas de gestión de contenidos de aprendizaje y técnicas de minería de datos para la enseñanza de ciencias computacionales. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 15 (45), 391-421. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/140/14012507004.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la Cultura. (2000). *Los seis objetivos EPT*. Recuperado el 15 de septiembre de 2012 de <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/leading-the-international-agenda/education-for-all/efa-goals/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2010a). *El programa PISA de la OCDE. Qué es y para qué sirve*. Recuperado el 15 de septiembre de 2012 de <http://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2010b). *PISA 2009 Results: what students know and can do. Student performance in reading, mathematics and science*. Recuperado el 15 de septiembre de 2012 de <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/48852548.pdf>
- Orozco, C. y Labrador, M. (2009). La tecnología digital en educación: implicaciones en el desarrollo del pensamiento matemático del estudiante. *Red Theoría*, 2(15). Versión digital. De la base de datos e-libro (ISSN No. 0717-196X).

- Ortega, P. (2006). *La enseñanza del álgebra lineal mediante sistemas informáticos de cálculo algebraico*. (Disertación doctoral). De la base de datos E-libro (ISBN No. 9781449238940).
- Ramos, E. R. (2012). *Coefficiente de correlación simple de Pearson (modelo rectilíneo)*. Consultado el 11 de octubre de 2012 de http://www.ray-design.com.mx/psicoparaest/index.php?option=com_content&view=article&id=256:coeficiente-pearson&catid=54:coeficiente-correla&Itemid=75
- Ramírez, M. S. (2007). Administración de objetos de aprendizaje en educación a distancia: experiencia de colaboración interinstitucional. En Lozano, A. y V. Burgos, (comp.). *Tecnología educativa en un modelo de educación a distancia centrado en la persona*. México: Limusa. Pp. 351-373.
- Real Academia Española. (2012). *Multimedia*. Recuperado el 11 de octubre de 2012 de <http://lema.rae.es/drae/?val=multimedia>
- Reinicke, K., Chiang, M. T., Montecinos, H., Solar, M. I., Madrid, V. y Acevedo, C. G. (2008). Estilos de aprendizaje de alumnos que cursan asignaturas de ciencias biológicas en la Universidad de Concepción. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 2(2), 170- 181. Recuperado de http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_2/artigos/lsr_2_octubre_2008.pdf
- Rivière, A. (1990). *Problemas y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: una perspectiva cognitiva*. Centro Universitario de las Ciencias de la Salud. Recuperado el 15 de septiembre de 2012 de http://www.cucs.udg.mx/avisos/Martha_Pacheco/Software%20e%20hipertexto/Anatomia_Electronica_pa121/Palacios-cap9.
- Salett, M. y Hein, N. (2004). *Modelización matemática y los desafíos para enseñar Matemáticas*. Educación Matemática. Santillana 16(2), 105-125. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/405/40516206.pdf>
- Sánchez, M. (2002). La investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamiento. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 4, (1). Recuperado de <http://redie.uabc.mx//contenido//vol4no1/contenido-amestoy.pdf>
- Sarmiento, M. (2007). *La enseñanza de las matemáticas y las NTIC. Una estrategia de formación permanente*. (Disertación doctoral). De la base de datos de Tesis Doctorales en Red. (ISBN No. 9788469082942). Recuperado de <http://www.tdx.cat/handle/10803/8927>

- Schmelkes, S. (2012). *La educación rural en México. En Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (Comp.). La educación para el siglo XXI. Un puente en la Cuenca del Pacífico. Education for the XXI Century. A bridge for the Pacific Rim.* Recuperado el 15 de septiembre de 2012 de http://www.anuies.mx/servicios/d_estrategicos/libros/lib60/2.html
- Secretaría de Educación Pública y Universidad Nacional Autónoma de México. (2010). *Reforma integral de la Educación Básica 2009. Diplomado para docentes de primaria. Módulo 3: evaluación para el aprendizaje en el aula, perspectivas de la Reforma 2009.* México: autores
- Secretaría de Educación Pública. (2011a). *Acuerdo número 592.* Recuperado de http://basica.sep.gob.mx/reformasecundaria/doc/sustento/Acuerdo_592_completo.pdf
- Secretaría de Educación Pública. (2011b). *La enseñanza de las Matemáticas en la escuela secundaria. Lecturas. Primer nivel.* México: autor, (original publicado en 1996).
- Secretaría de Educación Pública. (2011c). *Plan de estudios 2011.* Educación Básica. México: autor.
- Secretaría de Educación Pública. (2012). *Programa de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación Básica. Primaria. Quinto grado.* Educación Básica. México: autor.
- Several Keys In Learning to Learn Skills. (2007). *Análisis de estilos y estrategias de aprendizaje. Federation of Adult Education Associations.* Recuperado el 12 de octubre de 2012 de http://www.faea.es/G1_SKILLS/products/es/Learning_Styles_and_Strategies_ES.pdf
- Solís, P. (2010). *Efecto del trabajo con la Pizarra Digital Interactiva respecto a los estilos de aprendizaje en la clase de inglés en primaria.* (Disertación doctoral). Recuperado de http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/16002/1/trabajo_fin_master_victor_solis.pdf
- Soto, N. (2009). *¿Cuál es el papel de la Matemática en su propia didáctica?* Argentina: El Cid Editor. De la base de datos E-libro.
- Spengler, Craveri y Anido, (2012). El conocimiento de los estilos de aprendizaje como orientadores en la selección, análisis y producción del material didáctico. La estandarización de los instrumentos para su evaluación. *Revista Estilos de*

- Aprendizaje*, 9(9), 1- 29. Recuperado de http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_9/articulos/articulo10.pdf
- Tirado, M. M. J., Mancilla, L. E. y Cruz, I. (2009). *Metodología para realizar un Tutor Inteligente usando razonamiento basado en casos (RBC)*. Recuperado el 13 de octubre de 2012 de <http://www.micai.org/2009/proceedings/complementary/cd/ws-wile/WILE09-02.pdf>
- Úbeda, P. y Escribano, M. L. (2002). Estudio contrastivo de los estilos de aprendizaje en los estudiantes de Arquitectura. *Didáctica (Lengua y Literatura)*, 1(14), 251-271. Recuperado de <http://revistas.ucm.es/index.php/DIDA/article/view/DIDA0202110251A/19515>
- Ventura, A. C., Gagliardi, R. y Moscolini, N. (2012). Estudio descriptivo de los estilos de aprendizaje de estudiantes universitarios argentinos. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 9(9), 1-16. Recuperado de http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_9/articulos/articulo4.pdf
- Vidal, J. y González, D. (2010). *Dificultades de aprendizaje del cálculo*. Recuperado de <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~cepc03/competencias/mates/primaria/Tratamiento%20dificultades%20calcul0.pdf>
- Vidal, M. y Rodríguez, A. (2010). Multimedia educativas. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 24(3), 430-44. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v24n3/ems13310.pdf>
- Vilchez, N.M. (2007). *Enseñanza de la Geometría con utilización de recursos multimedia. Aplicación a la primera etapa de educación básica*. (Disertación doctoral). De la base de datos de Tesis Doctorales en Red. (ISBN No. 9788469082966). Recuperado de <http://www.tdx.cat/handle/10803/8928>

Apéndice A

Carta de consentimiento (copia escaneada)



ESC. PRIM. URB. FED.
"BENITO JUÁREZ GARCÍA"
CCT. 31DPR0262A
ZONA ESC. 062; SECTOR EDUCATIVO 07
MANÍ, YUCATÁN

Maní, Yucatán, México, A 14 de febrero de 2013

Asunto: Autorización de investigación

A quien corresponda:

En respuesta al oficio con fecha 13 de febrero de 2013 en el que el profesor Roberto Alejandro Cardeña Ojeda solicita autorización para realizar su trabajo de investigación con su propio grupo de alumnos, grupo correspondiente al quinto grado de la escuela arriba referida, se le comunica que se le otorga tal concesión, con las requisiciones éticas y profesionales correspondientes.

GOBIERNO DEL ESTADO
DE YUCATÁN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN



DIRECCIÓN DE EDUC. PRIMARIA
ESC. PRIM. URB. OFICIAL
CLAVE: 31DPR0262A
"BENITO JUÁREZ GARCÍA"
MANÍ, YUC.

Atentamente

Profra. Enélita Burgos Vázquez

Apéndice B

Planificaciones didácticas

Datos generales	
Nivel	Primaria
Grado y grupo	Quinto "A"
Asignatura	Matemáticas
Duración total	Seis sesiones
Referencias y recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none">• Libro de texto.• Reglas, tijeras, colores• Hojas de papel• Ejercicios fotocopiados• Recursos multimedia (según el grupo de estudio)
Evaluación	De acuerdo a los aprendizajes esperados y ejercicios realizados, a través de una prueba (indicada como posprueba en el proceso experimental)
Adecuaciones curriculares y observaciones	<ul style="list-style-type: none">• Se divide el grupo en dos subgrupos, el primero es el de control y el segundo el experimental.• Se realiza la diferenciación de actividades como parte de la investigación ya señalada a la dirección escolar. Dependiendo de los resultados se podrá implementar nuevas sesiones de nivelación.• La unidad de USAER apoyará para dar las clases diferenciadas, atendiendo al grupo sobrante en cada ocasión.
Temas/ subtemas	<ul style="list-style-type: none">• Características de triángulos/Alturas de un triángulo• Fórmula de área de paralelogramos/ Fórmula de área de romboides• Sistemas de numeración/ Sistema de numeración egipcio.
Duración por subtema	Dos sesiones

Tema 1	
Ejes	• Forma, espacio y medida,
Temas/ subtemas	• Características de triángulos/Alturas de un triángulo
Competencias a desarrollar	• Localizar y trazar las alturas de un triángulo cualquiera.
Duración	• Dos sesiones

Actividades para el grupo de control

Inicio

Sesión 1

- Los alumnos trazan la altura de los triángulos que se muestran en la sección “Lo que conozco” (página 98 del libro de texto) e identifican cuál tiene una altura distinta.

Desarrollo

- Analizan el texto acerca de una plática entre niños en la página 98 y analizar quién dice la verdad.
- Revisan el recuadro de la pág. 99 que explica cómo se mide la altura de un triángulo.
- Resuelven por equipos la actividad 1 (Pág. 99) en la que deben trazar la altura de los triángulos y contestar las preguntas sobre cuál tiene más altura. Se socializan las respuestas y se revisan en forma grupal para determinar si son o no correctas y la causa.
- Resuelven la actividad 2 (Pág. 100) en la que deben calcular el área de los triángulos que se forman dentro del rectángulo mostrado e identificar cuál tiene más área. Algunos alumnos pasan al pizarrón a mostrar sus procedimientos para revisar cuáles son correctas y cuáles no. Se pide a algunos alumnos resumir en forma oral los procedimientos aprendidos para trazar alturas de diferentes triángulos.
- Resuelven, como tarea de la casa, el reto de la página 100 en el que deben calcular el área de tres triángulo.

Sesión 2

- Explicar cómo lo resolvieron la tarea de la casa y revisar en forma grupal si los resultados fueron correctos o no y la causa.
- Resolver diferentes ejercicios para identificar las alturas de diferentes triángulos y emplearlas para solucionar problemas.
- Socializar las respuestas.

Cierre

- Realizar un esquema que represente la altura de un mismo triángulo en diferentes posiciones.

Actividades para el grupo experimental

Inicio

Sesión 1

- Trazar la altura de los triángulos que se muestran en la sección “Lo que conozco” (página 98) e identifican cuál tiene una altura distinta.

Desarrollo

- Analizar la plática de los niños de la pág. 98 y verificar quién dice la verdad.
- Revisan el recurso multimedia “trazado de altura de triángulos” y lo manejan para avanzar o retroceder según sus necesidades. Se hacen preguntas a los alumnos acerca de su contenido durante su exposición. En la sección de evaluación, diferentes alumnos pasarán a manejar el recurso para dar respuesta.
- Actividad 1. Pág. 99. Trazan la altura de los triángulos y contestan las preguntas sobre cuál tiene más altura. Se socializan las respuestas para verificarlas y concluir cuáles procedimientos fueron mejores.
- Actividad 2. Pág. 100. Calculan el área de los triángulos que se forman dentro del rectángulo que se

muestra e identifican cuál tiene más área.

- Resuelven el reto sobre el área de tres triángulo, como tarea de la casa.

Sesión 2

- Explican cómo lo resolvieron “el reto”, en la siguiente clase y se revisan de manera grupal las respuestas.
- Resuelven diferentes ejercicios presentados por medio de un recurso multimedia para identificar las alturas de diferentes triángulos y emplearlas como dato para solucionar problemas. Diferentes alumnos pasarán a emplear el recurso y dar respuesta a los ejercicios, para darles oportunidad de recibir retroalimentación mediante la interacción con el recurso. Se revisa el porqué del acierto o del error.
- Explican un método general para trazar las alturas de triángulos

Cierre

- Realizar un esquema que represente la altura de un mismo triángulo en diferentes posiciones.
-

Tema 2	
Ejes	<ul style="list-style-type: none"> • Sentido numérico y pensamiento algebraico
Temas/ subtemas	<ul style="list-style-type: none"> • Fórmula de área de paralelogramos/ Fórmula de área de romboides
Competencias a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Construir una fórmula para calcular el área de un paralelogramo.
Duración	<ul style="list-style-type: none"> • Dos sesiones

Actividades para el grupo de control.

Inicio

Sesión 1

- Pedir a los alumnos decir el nombre de las figuras geométricas que se les muestren. Centrar la atención en el romboide. Pedir a los alumnos buscar diferencias y semejanzas entre el romboide y el rectángulo.
- Los alumnos anotan en sus libretas tanto las figuras como las características de los romboides.

Desarrollo

- Trazan en una hoja cuadriculada el romboide verde mostrado en la página 101 de sus libros de texto, miden su altura y realizan las actividades para determinar las dimensiones necesarias para determinar el área del romboide, consistentes en cortar y pegar un triángulo para convertir la figura en un rectángulo.
- Comentan qué figura formaron y qué características comparte con el romboide.
- Determinan por escrito la fórmula que se emplearía para determinar el área de cualquier romboide.
- Dejar como tarea de la casa el repintado de las dimensiones de diferentes romboides que se encontrarán en diferentes posiciones (hojas fotocopiadas)

Sesión 2

- Se revisan los ejercicios de la tarea en forma grupal y se buscan las causas de los errores cometidos.
- Realizan ejercicios para identificar las dimensiones adecuadas de romboides y la obtención de su área. Resuelven problemas que impliquen el manejo de estas nociones.

Cierre

- Realizar un mapa mental para explicar los pasos a seguir para determinar el área de romboides.

Actividades para el grupo experimental

Inicio

Sesión 1

- Pedir a los alumnos decir el nombre de las figuras geométricas que se les muestren. Centrar la atención en el romboide. Pedir a los alumnos buscar diferencias y semejanzas entre el romboide y el rectángulo.
- Los alumnos anotan en sus libretas tanto las figuras como las características de los romboides.

Desarrollo

- Analizan el recurso multimedia “Los romboides, cómo encontrar su área” y toman nota del procedimiento descrito. Realizan los ejercicios que presenta el recurso multimedia, de forma individual en su libreta. Algunos alumnos pasan a escoger la respuesta considerada para cada ejercicio y obtener la retroalimentación correspondiente por parte del recurso. Se pide a los alumnos considerar las causas de los errores, si hubieran, para evitarlas en el futuro.

-
- Determinan por escrito la fórmula que se emplearía para determinar el área de cualquier romboide.
 - Dejar como tarea de la casa el repintado de las dimensiones de diferentes romboides que se encontrarán en diferentes posiciones (hojas fotocopiadas)

Sesión 2

- Realizan, con ayuda de un recurso multimedia, ejercicios para identificar las dimensiones adecuadas de romboides y la obtención de su área. Resuelven también problemas que impliquen el manejo de estas nociones. Se contestarán de manera individual y luego se revisará en el recurso si la respuesta es correcta, para socializar los aprendizajes y promoverlos en todos los alumnos.

Cierre

- Realizar un mapa mental para explicar los pasos a seguir para determinar el área de romboides.
-

Tema 3	
Ejes	<ul style="list-style-type: none"> • Sentido numérico y pensamiento algebraico
Temas/ subtemas	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de numeración/ Sistema de numeración egipcio.
Competencias a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica similitudes y diferencias entre el sistema decimal de numeración y algunos sistemas de numeración no posicionales, como el egipcio.
Duración	<ul style="list-style-type: none"> • Dos sesiones

Actividades para el grupo de control.

Inicio

Sesión 1

- Pedir que algunos alumnos pasen a escribir en el pizarrón algunas cantidades en números romanos que el profesor les indique. Socializar las respuestas y las causas de errores. Posteriormente se pide a los alumnos recordar algunas reglas para este sistema de numeración y analizan si aplican para el sistema decimal.

Actividades de desarrollo

- Los alumnos leen algunos datos acerca del sistema de numeración egipcio en la página 121 e su libro de texto.
- Analizan en parejas las cantidades expresadas en numeración egipcia y decimal, y determinan los valores faltantes.
- Responden las preguntas de la pág. 122, en equipo, para llegar a las conclusiones acerca de los números egipcios.
- Leer y analizar el recuadro de color café de la pág. 123, acerca del sistema de numeración egipcio.
- Resolver algunos ejercicios de conversión de un sistema de numeración a otro, como tarea de la casa.

Sesión 2

- Se califican de forma grupal los ejercicios de la casa y se socializan las reglas, errores y formas de evitarlos.
- Los alumnos resuelven algunos ejercicios de conversión de un sistema de numeración a otro, de manera individual, socializar las respuestas para comprobar.

Conclusión

- Deducen, con ayuda del profesor, las reglas para el sistema de numeración egipcio. Las transcriben en un pliego de papel por equipos, para tenerlas presentes.

Actividades para el grupo experimental

Inicio

Sesión 1

- Pedir que algunos alumnos pasen a escribir en el pizarrón algunas cantidades en números romanos que el profesor les indique. Socializar las respuestas y las causas de errores. Posteriormente se pide a los alumnos recordar algunas reglas para este sistema de numeración y analizan si aplican para el sistema decimal.

Desarrollo

- Los alumnos leen algunos datos acerca del sistema de numeración egipcio en la página 121 e su libro de texto.
- Con ayuda del equipo de cómputo, presentar el recurso multimedia “Sistema de numeración egipcio”.

-
- Los alumnos analizan las cantidades expresadas en numeración egipcia y deducen su valor en el sistema decimal para cada numeral egipcio. Cuando el recurso presente ejercicios, los alumnos los resolverán en sus libretas y posteriormente uno de los alumnos pasará a escoger la respuesta que considere, el recurso dará retroalimentación y los alumnos podrán comprobar sus respuestas.
 - Los alumnos responden las preguntas de la pág. 122, en equipo, reflexionan para llegar a conclusiones acerca de los números egipcios.
 - Leer y analizar el recuadro café de la pág. 123, acerca del sistema de numeración egipcio.
 - Resolver algunos ejercicios de conversión de un sistema de numeración a otro, como tarea de la casa.

Sesión 2

- Se califican de forma grupal los ejercicios de la casa y se socializan las reglas, errores y formas de evitarlos.
- Resuelven algunos ejercicios de conversión de un sistema de numeración a otro, con ayuda de un recurso multimedia que permita dar retroalimentación a las respuestas de los alumnos. Se procederá de la misma manera que en la clase anterior en el manejo de ejercicios. Se socializan las respuestas y aprendizajes.

Conclusión

- Deducen, con ayuda del profesor, las reglas para el sistema de numeración egipcio. Las transcriben en un pliego de papel por equipos, para tenerlas presentes.
-

Apéndice C

Evidencias del trabajo de campo



A) Evidencia fotográfica de la administración de la preprueba.



B) Evidencia fotográfica de la administración de la posprueba.



C) Evidencia fotográfica del trabajo con recursos tradicionales en clases de Matemáticas



D) Evidencia fotográfica del trabajo con recursos multimedia en clases de matemáticas.

Apéndice D

Ejemplo del instrumento VARK

El Cuestionario VARK - ¿Cómo aprendo mejor?

Con este cuestionario se tiene el propósito de saber acerca de sus preferencias para trabajar con información. Seguramente tiene un estilo de aprendizaje preferido y una parte de ese **Estilo de Aprendizaje** es su preferencia para capturar, procesar y entregar ideas e información.

Elija las respuestas que mejor expliquen su preferencia y encierre con un círculo la letra de su elección. Puede seleccionar más de una respuesta a una pregunta si una sola no encaja con su percepción. Deje en blanco toda pregunta que no se aplique a sus preferencias.

1. Está ayudando a una persona que desea ir al aeropuerto, al centro de la ciudad o a la estación del ferrocarril. Ud.:
 - a. iría con ella.
 - b. le diría cómo llegar.
 - c. le daría las indicaciones por escrito (sin un mapa).
 - d. le daría un mapa.
2. No está seguro si una palabra se escribe como "trascendente" o "tracendente", Ud.:
 - a. vería las palabras en su mente y elegiría la que mejor luce.
 - b. pensaría en cómo suena cada palabra y elegiría una.
 - c. las buscaría en un diccionario.
 - d. escribiría ambas palabras y elegiría una.
3. Está planeando unas vacaciones para un grupo de personas y desearía la retroalimentación de ellos sobre el plan. Ud.:
 - a. describiría algunos de los atractivos del viaje.
 - b. utilizaría un mapa o un sitio web para mostrar los lugares.
 - c. les daría una copia del itinerario impreso.
 - d. les llamaría por teléfono, les escribiría o les enviaría un e-mail.
4. Va a cocinar algún platillo especial para su familia. Ud.:
 - a. cocinaría algo que conoce sin la necesidad de instrucciones.
 - b. pediría sugerencias a sus amigos.
 - c. hojearía un libro de cocina para tomar ideas de las fotografías.
 - d. utilizaría un libro de cocina donde sabe que hay una buena receta.
5. Un grupo de turistas desea aprender sobre los parques o las reservas de vida salvaje en su área. Ud.:
 - a. les daría una plática acerca de parques o reservas de vida salvaje.
 - b. les mostraría figuras de Internet, fotografías o libros con imágenes.
 - c. los llevaría a un parque o reserva y daría una caminata con ellos.
 - d. les daría libros o folletos sobre parques o reservas de vida salvaje.
6. Está a punto de comprar una cámara digital o un teléfono móvil. ¿Además del precio, qué más influye en su decisión?
 - a. lo utiliza o lo prueba .
 - b. la lectura de los detalles acerca de las características del aparato.
 - c. el diseño del aparato es moderno y parece bueno.
 - d. los comentarios del vendedor acerca de las características del aparato.
7. Recuerde la vez cuando aprendió cómo hacer algo nuevo. Evite elegir una destreza física, como montar bicicleta. ¿Cómo aprendió mejor?:
 - a. viendo una demostración.
 - b. escuchando la explicación de alguien y haciendo preguntas.
 - c. siguiendo pistas visuales en diagramas y gráficas.
 - d. siguiendo instrucciones escritas en un manual o libro de texto.

8. Tiene un problema con su rodilla. Preferiría que el doctor:
 - a. le diera una dirección web o algo para leer sobre el asunto.
 - b. utilizara el modelo plástico de una rodilla para mostrarle qué está mal.
 - c. le describiera qué está mal.
 - d. le mostrara con un diagrama qué es lo que está mal.
9. Desea aprender un nuevo programa, habilidad o juego de computadora. Ud. debe:
 - a. leer las instrucciones escritas que vienen con el programa.
 - b. platicar con personas que conocen el programa.
 - c. utilizar los controles o el teclado.
 - d. seguir los diagramas del libro que vienen con el programa .
10. Le gustan los sitios web que tienen:
 - a. cosas que se pueden picar, mover o probar.
 - b. un diseño interesante y características visuales.
 - c. descripciones escritas interesantes, características y explicaciones.
 - d. canales de audio para oír música, programas o entrevistas.
11. Además del precio, ¿qué influiría más en su decisión de comprar un nuevo libro de no ficción?
 - a. la apariencia le resulta atractiva.
 - b. una lectura rápida de algunas partes del libro.
 - c. un amigo le habla del libro y se lo recomienda.
 - d. tiene historias, experiencias y ejemplos de la vida real.
12. Está utilizando un libro, CD o sitio web para aprender cómo tomar fotografías con su nueva cámara digital. Le gustaría tener:
 - a. la oportunidad de hacer preguntas y que le hablen sobre la cámara y sus características.
 - b. instrucciones escritas con claridad, con características y puntos sobre qué hacer.
 - c. diagramas que muestren la cámara y qué hace cada una de sus partes.
 - d. muchos ejemplos de fotografías buenas y malas y cómo mejorar éstas.
13. Prefiere a un profesor o un expositor que utiliza:
 - a. demostraciones, modelos o sesiones prácticas.
 - b. preguntas y respuestas, charlas, grupos de discusión u oradores invitados.
 - c. folletos, libros o lecturas.
 - d. diagramas, esquemas o gráficas.
14. Ha acabado una competencia o una prueba y quisiera una retroalimentación. Quisiera tener la retroalimentación:
 - a. utilizando ejemplos de lo que ha hecho.
 - b. utilizando una descripción escrita de sus resultados.
 - c. escuchando a alguien haciendo una revisión detallada de su desempeño.
 - d. utilizando gráficas que muestren lo que ha conseguido.
15. Va a elegir sus alimentos en un restaurante o café. Ud.:
 - a. elegiría algo que ya ha probado en ese lugar.
 - b. escucharía al mesero o pediría recomendaciones a sus amigos.
 - c. elegiría a partir de las descripciones del menú.
 - d. observaría lo que otros están comiendo o las fotografías de cada platillo.
16. Tiene que hacer un discurso importante para una conferencia o una ocasión especial. Ud.:
 - a. elaboraría diagramas o conseguiría gráficos que le ayuden a explicar las ideas.
 - b. escribiría algunas palabras clave y práctica su discurso repetidamente.
 - c. escribiría su discurso y se lo aprendería leyéndolo varias veces.
 - d. conseguiría muchos ejemplos e historias para hacer la charla real y práctica.

VARK

visual aural read/write kinesthetic

Tabla de puntuaciones del Cuestionario VARK

Use la siguiente tabla de puntuaciones para encontrar la categoría VARK a que corresponde cada una de sus respuestas. Encierre la letra que corresponde a su respuesta.

Por ejemplo, si respondió b y c en la pregunta 3, encierre V y R en la fila de la pregunta 3.

Pregunta	respuesta a	respuesta b	respuesta c	respuesta d
3	K	V	R	A

Tabla de puntuaciones

Pregunta	respuesta a	respuesta b	respuesta c	respuesta d
1	K	A	R	V
2	V	A	R	K
3	K	V	R	A
4	K	A	V	R
5	A	V	K	R
6	K	R	V	A
7	K	A	V	R
8	R	K	A	V
9	R	A	K	V
10	K	V	R	A
11	V	R	A	K
12	A	R	V	K
13	K	A	R	V
14	K	R	A	V
15	K	A	R	V
16	V	A	R	K

Calcule sus puntajes

Cuente cada una de las letras VARK que ha encerrado para obtener el puntaje por cada categoría VARK.

Número total de V s encerradas =	<input type="text"/>
Número total de A s encerradas =	<input type="text"/>
Número total de R s encerradas =	<input type="text"/>
Número total de K s encerradas =	<input type="text"/>

Apéndice E

Ejemplo de la preprueba y la posprueba

Preprueba

Nombre del alumno: _____

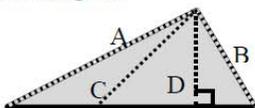
Maestro _____ Fecha: _____

Grado y grupo: _____ Puntaje obtenido _____

Instrucciones generales: esta prueba no afecta tus calificaciones, únicamente tiene la función de determinar lo que sabes acerca de los temas que contiene, sin embargo, esfuerzate por contestar correctamente todas las preguntas que puedas. Lee detenidamente y pregunta al maestro cualquier duda que tengas. Dispones de una hora para terminar.

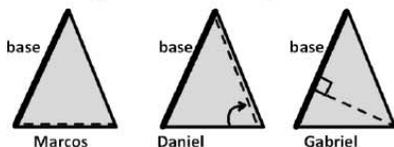
I. Instrucciones: Observa las ilustraciones y encierra la respuesta correcta para cada pregunta (2 puntos cada uno).

1. ¿Con qué letra está marcada la altura de este triángulo?



- A) con la letra A B) con la letra B
C) con la letra C D) con la letra D

2. ¿Quién marcó adecuadamente la altura del triángulo con la línea punteada?



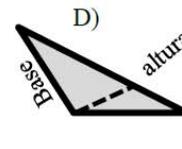
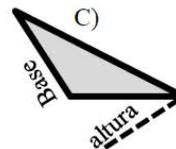
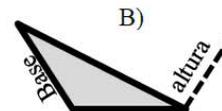
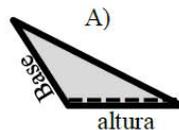
- A) Marcos B) Daniel
C) Gabriel D) Daniel y Gabriel

3. ¿Qué se puede afirmar de los siguientes triángulos?



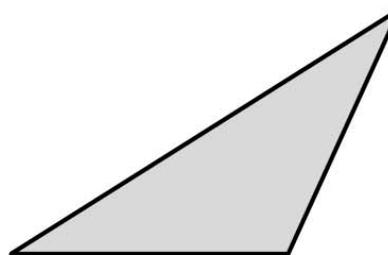
- A) Tienen la misma base
B) Tienen la misma área
C) Tienen el mismo perímetro
D) Tienen la misma altura

4. ¿En cuál de los siguientes triángulos se ha trazado adecuadamente con una recta punteada la altura para la base marcada?



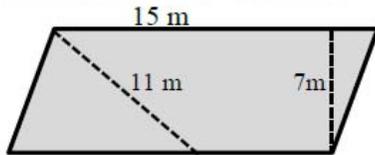
II. Instrucciones: Lee y realiza lo que se te pide en la siguiente actividad.

5. Traza las tres alturas del siguiente triángulo (3 puntos).



III. Instrucciones: lee detenidamente cada problema y responde correctamente lo que se te pregunta.

Un arquitecto quiere construir una alberca para su casa; el plano del diseño y las medidas le quedaron como sigue:

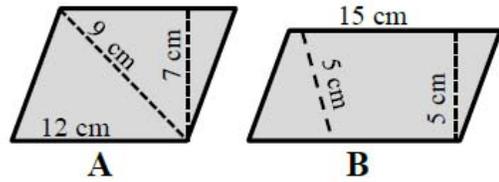


6. ¿Cuánto mide su altura? (1 punto)

7. ¿Qué fórmula se usaría para obtener su área? (1 punto)

8. ¿Cuál es el valor del área, en metros cuadrados, que tendría esta alberca? (3 puntos)

Las siguientes figuras representan a dos tipos de mosaicos que podría usar para decorar un piso.

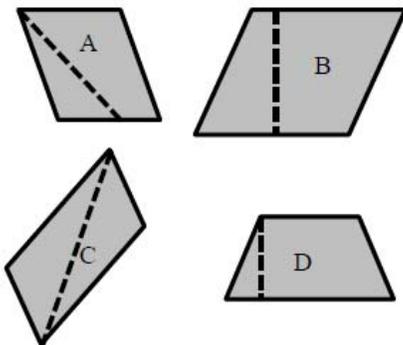


9. ¿Cuál es el valor del área, en centímetros cuadrados, que tiene el mosaico A? (3 puntos)

10. ¿Cuál es el valor del área, en centímetros cuadrados, que tiene el mosaico B? (3 puntos)

11. ¿Cuál de ellos tiene una mayor área? (1 punto)

IV. Instrucciones: Observa las imágenes y responde las preguntas siguientes.



12. ¿Cuál de las figuras anteriores no es un romboide? (1 punto)
 A) La figura A B) La figura B
 C) La figura C D) La figura D

13. ¿Cuál de los romboides tiene marcada correctamente la altura con la línea punteada? (1 punto)
 A) La figura A B) La figura B
 C) La figura C D) La figura D

VIII. Instrucciones: Indica si cada enunciado es FALSO O VERDADERO (1 punto cada uno)

24. Todos los triángulo poseen exactamente cuatro alturas _____
25. La altura es la menor distancia entre un vértice y su lado opuesto, que resulta ser perpendicular _____
26. En los números egipcios se pueden usar máximo diez figuras del mismo tipo para representar una cantidad _____
27. En la numeración egipcia, los símbolos del mismo tipo se deben sumar _____
28. Un romboide también es llamado paralelogramo _____
29. Para encontrar el área de un romboide se debe dividir la medida de la base entre la de la altura _____
30. La fórmula para hallar el área de los romboides es la misma que la de los rectángulos _____

¡Éxito!

Posprueba

Nombre del alumno: _____

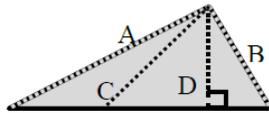
Maestro _____ Fecha: _____

Grado y grupo: _____ Puntaje obtenido _____

Instrucciones generales: Instrucciones generales: Con esta prueba se trata de valorar cuánto aprendiste de los temas vistos en días pasados. Lee detenidamente y pregunta al maestro cualquier duda que tengas. Dispones de una hora para terminar.

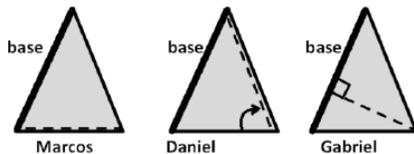
I. Instrucciones: Observa las ilustraciones y encierra la respuesta correcta para cada pregunta (2 puntos cada uno).

1. ¿Con qué letra está marcada la altura de este triángulo?



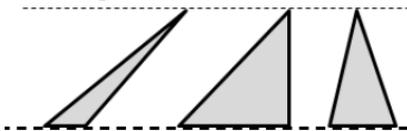
- A) con la letra A B) con la letra B
C) con la letra C D) con la letra D

2. ¿Quién marcó adecuadamente la altura del triángulo con la línea punteada?



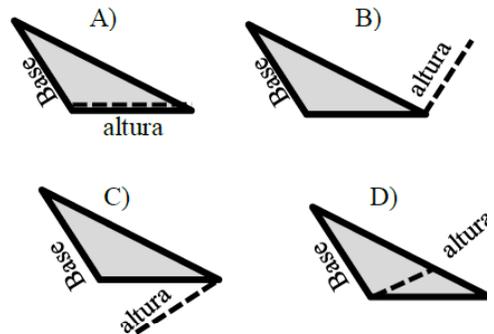
- A) Marcos B) Daniel
C) Gabriel D) Daniel y Gabriel

3. ¿Qué se puede afirmar de los siguientes triángulos?



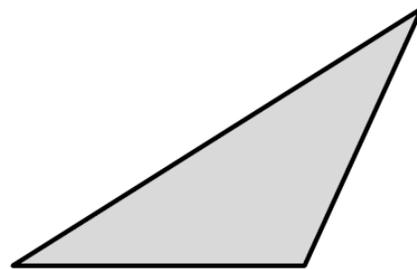
- A) Tienen la misma base
B) Tienen la misma área
C) Tienen el mismo perímetro
D) Tienen la misma altura

4. ¿En cuál de los siguientes triángulos se ha trazado adecuadamente con una recta punteada la altura para la base marcada?



II. Instrucciones: Lee y realiza lo que se te pide en la siguiente actividad.

5. Traza las tres alturas del siguiente triángulo (3 puntos).



Nota: como se ha mencionado antes y puede observarse, los reactivos son los mismos para la preprueba y la posprueba, únicamente se cambiaron los encabezados y las instrucciones generales para adecuarse a cada momento del estudio, es por eso que sólo se muestra la primera página de la posprueba, en el entendido que todo lo demás será idéntico a la preprueba.

Apéndice F

Listado de estilos de aprendizaje por alumno y grupo de estudio

Alumnos	Grupo	Estilo de aprendizaje
Alumno 1	Control	Auditivo
Alumno 2	Control	Auditivo
Alumno 3	Control	Lecto-escritor
Alumno 4	Control	Lecto-escritor
Alumno 5	Control	Lecto-escritor
Alumno 6	Control	Kinestésico
Alumno 7	Control	Kinestésico
Alumno 8	Control	Kinestésico
Alumno 9	Control	Kinestésico
Alumno 10	Control	Kinestésico
Alumno 11	Control	Kinestésico
Alumno 12	Control	Kinestésico
Alumno 13	Control	Kinestésico
Alumno 14	Control	Bimodal
Alumno 15	Control	Bimodal
Alumno 16	Experimental	Auditivo
Alumno 17	Experimental	Auditivo
Alumno 18	Experimental	Lecto-escritor
Alumno 19	Experimental	Lecto-escritor
Alumno 20	Experimental	Kinestésico
Alumno 21	Experimental	Kinestésico
Alumno 22	Experimental	Kinestésico
Alumno 23	Experimental	Kinestésico
Alumno 24	Experimental	Kinestésico
Alumno 25	Experimental	Kinestésico
Alumno 26	Experimental	Kinestésico
Alumno 27	Experimental	Kinestésico
Alumno 28	Experimental	Kinestésico
Alumno 29	Experimental	Bimodal
Alumno 30	Experimental	Bimodal

Apéndice G

Medidas estadísticas

Principales medidas estadísticas obtenidas de la preprueba para cada uno de los grupos de estudio.

	Grupo	N	Moda	Mediana	Media	Desviación estándar
Preprueba	Control	15	13	12	11.73	4.95
	Experimental	15	10, 12, 15	12	11.47	5.1
Posprueba	Control	15	35,39	35	31.73	8.65
	Experimental	15	30, 46	39	39.93	7.14
Incremento	Control	15	23	22	20	10.23
	Experimental	15	20, 29, 33, 35	29	28.47	5.19

Currículum Vitae

Roberto Alejandro Cardeña Ojeda

Correo electrónico personal: robcard7@hotmail.com

Originario de Ticul, Yucatán, México, Roberto Alejandro Cardeña Ojeda realizó estudios profesionales de Licenciatura en Educación Primaria en la escuela Normal de Ticul, Yucatán.

La investigación titulada “Relación entre multimedia educativa y aprendizaje matemático en función del estilo de aprendizaje, en alumnos de quinto grado de educación primaria” es la que presenta en este documento para aspirar al grado de Maestría en Tecnología Educativa con acentuación en Medios Innovadores para la Educación

Su experiencia de trabajo ha girado, principalmente, alrededor del campo de Educación, específicamente en el área de educación Primaria desde hace doce años. Área en la que se mantiene actualmente, y en la que funge como docente frente a grupo.