



Las tecnologías multimedia y su relación con el aprendizaje de la matemática en alumnos de sexto grado de educación primaria

Multimedia technologies and their relationship with the learning of mathematics in elementary school

Luis Fernando Hernández Jacquez y Domitilo Gutiérrez Rodríguez
Universidad Pedagógica de Durango

Información adicional sobre este manuscrito escribir a:
lfhj1@hotmail.com; domit@live.com.mx

Cómo citar este artículo:

Hernández, Jacquez, L. y Gutiérrez Rodríguez, D. (2016). Las tecnologías multimedia y su relación con el aprendizaje de la matemática en alumnos de sexto grado de educación primaria. *Educación y ciencia*, 5(45), 50–65.

Fecha de recepción: 7 de marzo de 2016
Fecha de aceptación: 13 de mayo de 2016

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar la influencia que tiene el uso de las tecnologías multimedia tales como el video, las animaciones, la imagen, el texto, entre otros, en el aprendizaje de la matemática en educación primaria en México. El estudio se desarrolló desde un enfoque cuantitativo con un alcance correlacional, tipo cuasi experimental, utilizando para la recolección de información una prueba pedagógica diseñada para tal efecto. Los resultados muestran que tanto para el grupo experimental como el grupo de control sí existió una diferencia estadísticamente significativa en la fase de pre-test y post-test de la evaluación, sin embargo, los promedios son significativamente más altos en el grupo experimental.

Palabras clave: Tecnologías de la Información y Comunicación, multimedia, matemática, educación primaria

Abstract

The objective of this research was to determine the influence of the use of multimedia technologies such as video, animation, image, text, etc., learning of mathematics for the elementary education in Mexico. The study was carried out from a quantitative approach with a correlational scope, quasi-experimental type, using information gathering a pedagogical test designed for this purpose. The results showed that both the experimental group as the control group existed if a statistically significant difference in the pre-test and post-tests of the evaluation phase, however, averages are significantly higher in the experimental group.

Keywords: Information Technology and Communication, multimedia, math, elementary

Antecedentes

En el idioma español, son múltiples las temáticas en las que se pueden encontrar investigaciones alrededor del uso de la tecnología multimedia en el ámbito escolar, sin embargo, para ejemplificar cómo se ha investigado a estas en relación con las matemáticas, se pueden citar los estudios “herramientas on-line como apoyo al aprendizaje de matemáticas” (Arratia, Martín y Pérez, 2005), “el ordenador portátil como herramienta de apoyo en el aprendizaje activo de matemática aplicada a la edificación” (Falcón, 2012), “material educativo digital como recurso didáctico para el aprendizaje del cálculo integral y vectorial” (Costa, Di Domenicantonio y Vacchino, 2010); “un wiki-libro creado por los estudiantes para aprender Matemáticas” (Falcó, 2014), y “usos matemáticos de Internet para la enseñanza secundaria: una investigación sobre webquests de Geometría” (León, Williams y Gómez, 2007), entre muchos otros.

De acuerdo con Arratia, Martín y Pérez (2005), actualmente el profesor cuenta con la ayuda de las nuevas tecnologías a través de recursos multimedia, los cuales le permiten organizar y mostrar contenidos de forma mucho más atractivos, así como elaborar materiales dirigidos al aprendizaje y diseñar herramientas que le sean útiles en su labor educativa apoyándose en videos, animaciones, imágenes y por supuesto texto escrito, mismos que le permitirán al educando construir sus propios conocimientos matemáticos.

Falcón (2012), muestra en sus resultados que la utilización diaria de herramientas informáticas en el aula de Matemáticas logró captar el interés y motivación del alumnado de una forma tal que no llegó a producirse ningún abandono a lo largo del curso académico de esta asignatura ya que los recursos multimedia involucrados favorecieron la participación activa de los estudiantes, la reflexión crítica, el trabajo grupal y la interacción con su maestro de grupo.

La utilización de una wiki permitió, según lo revelado por Falcó (2014), la elaboración de un wiki-libro el cual fue una actividad atractiva para potenciar el aprendizaje activo de las matemáticas mediante el trabajo colaborativo en el que los alumnos fueron los responsables de su contenido el cual les facilitó la construcción de conceptos matemáticos y aprendizajes significativos. También lograron descubrir que esta ciencia está muy presente en su vida cotidiana por lo que es importante entenderla en su justa dimensión para ponerla en práctica con conocimiento de causa.

Se pueden señalar en el mismo sentido que las anteriores, las investigaciones “una experiencia tecnopedagógica en la construcción de objetos de aprendizaje web para la enseñanza de la matemática básica” (Hernández y Silva, 2011), “el software matemático como herramienta para el desarrollo de habilidades del pensamiento y mejoramiento del aprendizaje de la matemática” (Cuicas, Debel, Casadei y Alvarez, 2007), “video-clips y análisis de la enseñanza: construcción del conocimiento necesario para enseñar matemáticas” (Valls, Llinares y Callejo, 2006), y “nuevos ambientes de aprendizaje de las matemáticas apoyados en las TIC: El uso de Moodle y Multimedia” (García y Benítez, 2011).

Cuicas, Debel, Casadei y Alvarez (2007), señalan que los conocimientos de los estudiantes mejoraron con la aplicación de las estrategias basadas en el software matemático, pues su rendimiento académico en líneas generales fue bueno ya que pusieron en práctica sus procedimientos, es decir, sus habilidades cognoscitivas y meta cognitivas para construir sus propios conocimientos por lo que el estudio aportó evidencias para utilizar el software matemático bajo una metodología instruccional constructivista con la finalidad de generar aprendizajes significativos en los educandos. Por su parte, Valls, Llinares y Callejo (2006) manifiestan que los entornos de aprendizaje multimedia basados en vídeo-clips de clases de matemáticas diseñados para desarrollar competencias profesionales de los futuros maestros, permitieron crear trayectorias de enseñanza-aprendizaje.

Específicamente para el ámbito nacional en México, diversos investigadores han analizado la aplicación de macro programas para el aprovechamiento de las TIC en la educación primaria. En este tenor se encuentra lo investigado por Elizondo, Paredes y Prieto (2006) en torno al programa “Enciclomedia”, y por Treviño y Morales (2006), quienes demostraron que el video (en relación con “Enciclomedia”) es una herramienta sumamente atractiva para construir conocimientos en los educandos.

Leal y Arias (2009), señalaron que la relevancia de “Enciclomedia” estriba en su potencial para la generación de escenarios que desde la racionalidad práctica, permita el desarrollo profesional y personal de los actores educativos.

Siguiendo con este análisis, Rodríguez (2009) indicó que los obstáculos económicos y culturales de nuestro país privan el manejo de proyectos de este tipo, mientras que para Miranda (2009), las creencias de los profesores han determinado en muchas ocasiones su práctica docente y han afectado los buenos resultados que se puedan obtener con herramientas de este tipo. Para Vidales (2007), el uso de esta plataforma permitió que todos los discentes sin excepción se mostraran interesados y participativos en las clases.

Además, Sagástegui (2007) señaló que el uso de “Enciclomedia” resulta, en lo fundamental, una adaptación del uso de TIC a las prácticas tradicionales de enseñanza.

Como se puede observar en esta revisión de literatura, los investigadores coinciden en lo general en los beneficios que lleva consigo la aplicación de herramientas tecnológicas virtuales en la enseñanza de la matemática, y tal como concluyen González, Lozano y Ramírez (2011), al indicar que un adecuado uso de la tecnología motiva a los alumnos a una mayor participación y favorece los procesos de aprendizaje.

Exposición del problema

La importancia oficial en México que en años recientes ha adquirido el uso y dominio de las denominadas Habilidades Digitales proviene, además de las tendencias mundiales, de las recomendaciones que en este tenor han hecho para este país, organizaciones e instituciones internacionales y nacionales.

En el plano internacional se tienen las sugerencias que han emitido la Organización para la Educación, la Ciencia y la Cultura de las Naciones Unidas (UNESCO), la Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación (ISTE), Certiport, Cisco Systems, Hewlett Packard (HP), Integrated Electronics Incorporation (Intel), y Microsoft, entre otras, respecto al empleo que en materia educativa deben representar las Tecnologías de la Información y Comunicación para el desarrollo de los agentes educativos.

En el contexto nacional han dado especial relevancia a la temática, la Secretaría de Educación Pública (SEP) a partir del Programa Sectorial de Educación 2007-2012 y subsecuentes, la Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación (DGESPE), el Consejo Nacional de Autoridades Educativas (CONAEDU); la Dirección General de Materiales Educativos (DGME), el Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación (SNTE), y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), así como la Unión de Empresarios para la Tecnología en la Educación (UNETE, A.C.), entre otras.

En este plano, el Programa Sectorial de Educación 2007-2012 estableció como uno de sus objetivos estratégicos “impulsar el desarrollo y la utilización de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el sistema educativo para apoyar el aprendizaje de los estudiantes, ampliar sus competencias para la vida y favorecer su inserción en la sociedad del conocimiento” (Secretaría de Educación Pública, 2011, pág. 13).

Siguiendo en el contexto oficial, los planes de estudio de educación primaria a partir de los Estándares Curriculares de Habilidades Digitales, presentan la visión de una población que utiliza medios y entornos digitales para comunicar ideas e información, implicando la

comprensión de conceptos, sistemas y funcionamiento de las TIC; es decir, la utilización de herramientas digitales para resolver distintos tipos de problemas (Secretaría de Educación Pública, 2011).

En otro sentido, los resultados de evaluación oficiales nacionales de la prueba ENLACE (prueba oficial estandarizada en México que evalúa los conocimientos y las habilidades de los estudiantes) para la asignatura de Matemáticas del sexto grado de primaria, revelan que más de la mitad de los estudiantes se encuentran en los niveles insuficiente y elemental, desde el año 2006 hasta el año 2013, último año de aplicación de la prueba (tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de estudiantes por nivel alcanzado en la prueba ENLACE, de los años 2006 a 2013 en la asignatura Matemáticas de sexto grado.

Año	Porcentaje de estudiantes por nivel alcanzado			
	Excelente	Bueno	Elemental	Insuficiente
2006	1.0	13.1	65.9	20.0
2007	2.8	15.8	61.8	19.7
2008	4.4	19.2	54.3	22.2
2009	4.9	20.4	56.0	18.6
2010	5.6	25.5	57.0	12.0
2011	8.2	24.4	53.5	13.9
2012	12.4	27.8	45.8	14.1
2013	14.7	31.6	41.9	11.8

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de <http://www.enlace.sep.gob.mx/>

En el año 2006, tan solo el 1.0% alcanzó el nivel de excelencia, mientras que el 13.1% logró el nivel de “bueno”, el 65.9% se ubicó en el nivel elemental y el 20.0% se localizó en el nivel insuficiente. En el año 2007 las cifras tuvieron un comportamiento similar, ya que solamente el 2.8% logró el nivel de excelente, mientras que la gran mayoría, el 61.8% de los estudiantes se ubicó en el nivel elemental.

Para el año 2008 el porcentaje de estudiantes del nivel elemental se redujo al 54.3%, pero se incrementó a 22.2% quienes se clasificaron en el nivel insuficiente. Cifras similares se obtuvieron el siguiente año, ya que en estos niveles se ubicaron el 56.0% y 18.6%, respectivamente.

En los años 2010, 2011 y 2012 los estudiantes en el nivel excelente fueron el 5.6%, 8.2% y 12.4%, respectivamente. En el nivel bueno se ubicaron el 25.5%, 24.4% y 27.8%, respectivamente, mientras que en el nivel elemental estuvo el 57.0%, 53.5% y 45.8%; y en el nivel insuficiente se localizó el 12.0%, 13.9% y 14.1%. Para el último año en que se aplicó la prueba, el año 2013, un total de 2, 180, 349 estudiantes fueron evaluados, resultando 11.8% en el nivel insuficiente, 41.9% en elemental, 31.6% en bueno, y 14.7% en excelente.

Como se observa, los resultados en todo el periodo de vida de la prueba no fueron halagadores para la asignatura de matemáticas, por lo que se hace imperiosa necesidad de establecer estrategias que colaboren en el abatimiento de esta situación.

En lo particular, para el estado de Durango los resultados para el año 2013 indican que para el sexto grado de educación primaria el porcentaje de estudiantes en los niveles insuficiente, elemental, bueno y excelente, fue de 13.0, 33.6, 32.5 y 20.9%, respectivamente.

Con este marco como referencia, esta investigación versa alrededor del uso de las tecnologías multimedia como recurso didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje áulico, de manera que intervenga de forma positiva en la construcción de conocimientos en los discentes en la asignatura de matemáticas en el nivel de sexto grado de educación primaria en México.

Pregunta de investigación

¿De qué manera influye el uso de las tecnologías multimedia tales como: el video, las animaciones, la imagen, el texto y los interactivos, en el aprendizaje de la matemática en los alumnos de sexto grado?

Objetivo de investigación

Determinar la influencia que tiene el uso de las tecnologías multimedia tales como: el video, las animaciones, la imagen, el texto y los interactivos, en el aprendizaje de la matemática.

Justificación

A partir del 18 de mayo de 1994, México se convirtió en el miembro número 25 de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), y al ser integrante de este organismo internacional es sometido a reglas y normas internacionales en diferentes ámbitos de la vida social entre los que figura el sistema educativo, como un eje rector para mejorar la educación de las nuevas generaciones.

Justamente, estando en el terreno de las Tecnologías de la Información y Comunicación, a quienes conforman estas nuevas generaciones se les ha denominado nativos digitales, “puesto que todos han nacido y se han formado utilizando la particular ‘lengua digital’ de juegos por ordenador, video e Internet” (Prensky, 2010, p. 5), además del amplio uso que hacen de estas tecnologías, usos como llamar por teléfono, ver la televisión, escuchar la radio, estar en contacto a través de las redes sociales, realizar video llamadas y elaborar trabajos escolares, entre otros. Sin embargo, éste uso no siempre es el más adecuado, por lo que es importante que las instituciones educativas de los diferentes niveles asuman con responsabilidad la parte que les corresponde, para que los estudiantes utilicen adecuadamente estos recursos tecnológicos en su proceso de construcción de conocimientos.

Por todo esto, es fundamental que el Sistema Educativo Nacional ejecute lo que en sus planes y programas de estudio está determinado respecto a dichas tecnologías, para asegurar que las nuevas generaciones desarrollen al máximo el dominio de este recurso que sin duda es un elemento que les puede permitir desempeñarse eficaz y eficientemente en el ámbito laboral de diferentes contextos.

Centrándose en la institución en donde se llevó a cabo esta investigación, se sabe por conocimiento propio de los investigadores, que durante muchos años y tal vez por desconocimiento o poco interés, el docente frente a grupo ha utilizado mínimamente las tecnologías multimedia para propiciar aprendizajes en sus estudiantes, centrándose en elementos tradicionales para la enseñanza, dejando de lado el potencial que conlleva el aprendizaje mediado, asistido o complementado por las TIC a través de la multimedia.

En este tenor, y en donde reside la población sujeto de estudio, la actitud que la gran mayoría de los maestros toma frente a las tecnologías multimedia no les permite hacer de este campo una área fructífera, en la que se pueda apoyar para generar procesos cognitivos y modificar estructuras mentales de los discentes a su cargo, a partir de la implementación de actividades interactivas que les motiven en la adquisición de conocimientos independientemente de la asignatura que se trate ya que es un recurso adaptable a cualquier espacio y circunstancia.

Específicamente para la asignatura de matemáticas, los resultados de esta investigación serán importantes para determinar si el empleo de las tecnologías multimedia puede representar una herramienta para el abatimiento del rezago en materia, de forma tal,

que si así resulta, se puedan establecer estrategias particulares a contextos educativos específicos.

Con todo lo descrito, los resultados del estudio podrán ser utilizados de manera directa por docentes, directivos y administradores del sistema educativo, y de manera indirecta por los padres de familia y los propios estudiantes.

Referentes teóricos

Diversas posturas abonan a la perspectiva teórica del uso de las TIC en la educación, tal como lo plantea Giordan (2004), cuando explica que debido a su dimensión comunicativa, internet está siendo ampliamente usado para potenciar el aprendizaje cooperativo, abonando así a la Teoría de Entornos para el Aprendizaje Cooperativo.

Jiménez y Llitjós (2006, p. 151) afirman que: “las TIC juegan un papel esencial en la reestructuración del proceso docente por diversos motivos, entre los cuales destacamos el hecho de que facilitan la comunicación entre personas, minimizando las dificultades de tiempo, espacio e idioma”.

Para Stahl, Koschmann y Suthers (2006, citados por Jiménez, Llitjós y Muigcerver, 2007, p. 1):

El aprendizaje cooperativo asistido por ordenador (CSCL) es un campo educativo dentro de la instrucción centrada en el estudiante que estudia cómo las personas pueden aprender juntas con la ayuda de la informática y que, utilizado adecuadamente, ofrece determinadas ventajas pedagógicas, que les permiten implementar diferentes actividades didácticas las cuales facilitan la comprensión de un tema determinado independientemente de la asignatura a la que corresponda.

Otro referente teórico lo constituye la Teoría de la Conectividad, que de acuerdo a Driscoll (2000), define el aprendizaje como un cambio persistente en el desempeño o desempeño potencial el cual debe ocurrir como uno de los resultados de la experiencia del aprendiz y de la interacción con el mundo, significado que señala que se asocia a que la construcción de un conocimiento parte de los referentes que el educando tiene de una determinada situación misma que se fortalece con los elementos que proporciona el contexto en el que se interactúa, y en este sentido algunos de sus principios fundamentales residen en que el aprendizaje es un proceso de conexión entre nodos o fuentes de información especializados, y que puede residir en dispositivos no humanos (Siemens, 2004, citado por García, 2009, p. 18).

Sin embargo, el referente teórico base para este estudio se sustenta en la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia de Mayer.

Mayer (2005, P. 2, citado por Latapie, 2007, p. 9), define el término multimedia como:

La presentación de material verbal y pictórico, en donde el material verbal se refiere a las palabras, como texto impreso o texto hablado, y el material pictórico abarca tanto imágenes estáticas (ilustraciones, gráficas, diagramas, mapas, fotografías) como imágenes dinámicas (animaciones, simulaciones o video).

En alusión a lo anterior, Schnotz (2002) indica que cuando se habla de multimedia, normalmente se hace referencia a la combinación de múltiples aparatos técnicos como ordenadores, memorias electrónicas, redes de transferencia de información, o aparatos de exposición, que permiten presentar la información en múltiples formatos tales como textos, imágenes realistas o gráficos a través de múltiples modalidades sensoriales.

En la actualidad, y de acuerdo con Mayer (1997, p. 4), “se ha desarrollado un modelo de aprendizaje apoyado por los multimedia, en donde combina los supuestos de la teoría del código dual con la noción de comprensión en la construcción de representaciones mentales”,

en los cuales ambos permiten que se desarrolle un proceso mental con una representación más significativa que le facilite al educando construir sus propios conocimientos a partir de situaciones más reales.

En su teoría, Mayer (2005, citado por Latapie, 2007, p. 8), propone la idea de que existen tres tipos de almacenaje en la memoria (memoria sensorial, de trabajo y de largo plazo) y que los individuos poseen canales separados para procesar el material multimedia, sea verbal y visual. En cada uno de estos canales se procesa una cierta cantidad de información que le permite al sujeto iniciar un proceso mental de acomodación de estructuras para generar la construcción de conocimientos.

En la memoria de trabajo se realiza la mayor parte del proceso de aprendizaje multimedia. A esta memoria sólo llega la información que el usuario logra retener al concentrarse activamente en ella. Sonidos e imágenes se conectan cuando hay una conversión mental de sonidos a imágenes mentales, o la conversión mental de una imagen visual en un sonido.

En este sentido, Mayer (2005) propone cinco tipos de representaciones para las palabras y las imágenes que reflejan su estado de procesamiento:

1. Palabras e imágenes de la presentación multimedia, que es el estímulo que se le presenta al estudiante,
2. Sonidos e imágenes en la memoria sensorial (representaciones acústicas e icónicas de la memoria sensorial),
3. Sonidos e imágenes seleccionados en la memoria de trabajo,
4. Modelos verbal y pictórico en la memoria de trabajo, y
5. Conocimiento previo de la memoria de largo plazo.

Una característica importante de los multimedia es la posibilidad de animación, que puede servir para varios propósitos: como soporte de la percepción dimensional de un objeto, para dirigir la atención de los aprendices hacia los aspectos importantes del contenido (pero también hacia la decoración animada sin importancia), y para la adquisición de conocimiento procedimental (Schnotz, 2002, p. 6-7).

Retomando a Mayer (2005, citado por Latapie 2007, p. 8), “el aprendizaje multimedia es aquél en el que un sujeto logra la construcción de representaciones mentales ante una presentación multimedia, es decir, logra construir conocimiento”, lo que hace importante que todos los docentes conozcan las fortalezas que poseen las tecnologías multimedia como herramientas de ayuda en la generación de nuevos saberes.

Spiro, Feltovich, Jacobson y Coulson (1991) señalan que los entornos de aprendizaje apoyados por los multimedia están normalmente organizados como hipermedia y, de esta manera, proporcionan un acceso flexible a un espacio de información no lineal. Este tipo de recursos le permite al educando estar en constante manipulación con el hardware del equipo de cómputo e interactuar con software interactivos que le facilitan la comprensión de un tema determinado ya que pone a su disposición un sin número de información referente a lo que se desea aprender.

Con frecuencia se ha esperado que estos aportes de información diesen lugar a un pensamiento más dinámico y a unas estructuras de conocimiento más coherentes, lo que debiese partir del docente ya que es quien diseña las estrategias de enseñanza y coordina u orienta a sus alumnos para que desarrollen una serie de actividades apoyándose en estas tecnologías.

Metodología

La investigación se desarrolló desde un enfoque cuantitativo con un alcance correlacional del tipo no atribución causal, casi experimental al nivel de presencia–ausencia

de la variable independiente, siendo ésta el uso de la tecnología multimedia. La variable dependiente está constituida por el aprendizaje de las matemáticas en el bloque III del sexto año de educación primaria.

La naturaleza de un cuasi experimento, señala que debe respetarse la conformación de los grupos sujeto de estudio, tal como lo señalan Hernández, Fernández y Baptista (2010): “los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento” (p. 148).

Hipótesis

La hipótesis principal de investigación está definida de la siguiente manera:

Hi: *El aprendizaje de la matemática en los estudiantes de sexto grado de primaria a través del uso de las tecnologías multimedia tales como el video, las animaciones, la imagen, el texto, y los interactivos, será mayor que el aprendizaje en los estudiantes que no las utilizan.*

En contra parte la hipótesis nula queda definida como sigue:

Ho: *El aprendizaje de la matemática en los estudiantes de sexto grado de primaria a través del uso de las tecnologías multimedia tales como el video, las animaciones, la imagen, el texto, y los interactivos, no será mayor que el aprendizaje en los estudiantes que no las utilizan.*

Las variables señaladas en la hipótesis, se definen en la tabla 2.

Tabla 2. Definición de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operativa
Tecnologías multimedia	Tecnologías que presentan material verbal y pictórico; en donde el material verbal se refiere a las palabras, como texto impreso o texto hablado y el material pictórico abarca imágenes estáticas tales como ilustraciones, gráficas, diagramas, mapas y fotografías; y también imágenes dinámicas como animaciones, simulaciones o video (Mayer, 2005, p. 2).	Variable independiente tratada mediante presencia a través de diseño instruccional en el grupo experimental, y ausencia en el grupo de control.
Aprendizaje de la matemática	Utiliza el sistema de coordenadas cartesianas para ubicar puntos o trazar figuras en el primer cuadrante. Resuelve problemas que implican conversiones del Sistema Internacional (SI) y el Sistema Inglés de Medidas. Resuelve problemas que involucran el uso de medidas de tendencia central (media, mediana y moda), (Secretaría de Educación Pública, 2011, p.77).	Prueba pedagógica “APM6” diseñada para esta investigación.

En cuanto a la segunda variable, el aprendizaje de la matemática, el indicador para la dimensión “utiliza el sistema de coordenadas cartesianas para ubicar puntos o trazar figuras en el primer cuadrante” es la “representación gráfica de pares ordenados en el primer cuadrante de un sistema de coordenadas cartesianas” (Secretaría de Educación Pública, 2011, p.77). Para la dimensión “resuelve problemas que implican conversiones del Sistema Internacional (SI) y el Sistema Inglés de Medidas”, el indicador es la “relación entre unidades del Sistema Internacional de Medidas y las unidades más comunes del Sistema Inglés” (Secretaría de

Educación Pública, 2011, p.77); mientras que para la tercera dimensión “resuelve problemas que involucran el uso de medidas de tendencia central (media, mediana y moda), su indicador lo constituye el “uso de la media (promedio), la mediana y la moda en la resolución de problemas” (Secretaría de Educación Pública, 2011, p.77).

Tipo de investigación

Dado que en el presente estudio la aleatoriedad de los sujetos es imposible al estar en grupos ya formados, se optó por un diseño de investigación cuasi experimental de grupo control no equivalente. En este tipo de diseño, se realiza una prueba previa (pre-test) y una prueba posterior (pos-test) tanto en el grupo experimental (aquel que recibe el tratamiento de la variable independiente) como en el grupo de control (en el que la variable independiente no se ve manipulada intencionalmente por el investigador).

Como una medida para reducir las amenazas internas propias del diseño, la inclusión del pre-test en ambos grupos, “es posible comparar los puntajes obtenidos en dicha prueba y ver si los grupos son equivalentes. Si lo son (esto es, no hay diferencias significativas entre ellos), no habrá que preocuparse tanto por su equivalencia” (Salkind, 1999, p. 252).

La aplicación del tratamiento (variable “tecnologías multimedia”) se hizo a través de diseño instruccional y aplicación de estrategias de enseñanza y aprendizaje en el grupo experimental.

Instrumento

El instrumento utilizado para la recolección de la información en la variable dependiente fue la prueba pedagógica denominada “APM6” (Aprendizaje de la Matemática 6° Grado), diseñada para efectos de esta investigación (Gutiérrez, 2015, p. 115), y cuyo procedimiento de construcción fue el siguiente:

1. Diseño de 18 reactivos basados en los aprendizajes esperados para el bloque III, de la asignatura de Matemáticas.
2. Validación por tres expertos tanto del diseño propio de cada reactivo como de su contenido. Los expertos ofrecieron una serie de sugerencias, recomendaciones y lineamientos para algunos de los reactivos, las cuales fueron tomadas en cuenta para la elaboración preliminar de la prueba, que consistió en 13 reactivos.
3. Aplicación de prueba piloto en un grupo de sexto grado de condiciones similares a los involucrados en el cuasi experimento.
4. Pruebas paramétricas a los reactivos, mediante los índices de dificultad y de discriminación, teniendo como referencia a Salkind (1999, p.141-142).

Respecto a la dificultad y de acuerdo con las recomendaciones de Wood (1960), dos reactivos se ubicaron en el rango 0.00 a 0.05 (nivel difícil), dos reactivos en el rango de 0.06 a 0.25 (nivel medianamente difícil), siete en el rango de 0.26 a 0.75 (nivel medio); ningún reactivo en el rango de 0.76 a 0.95 (un nivel medianamente fácil), y solo dos reactivos dentro del rango 0.96 a 1.00 (nivel fácil). Estos dos últimos reactivos se replantearon, se pilotearon nuevamente y se lograron ubicar en el nivel medio de dificultad.

En cuanto al índice de discriminación de los reactivos, Salkind (1999, pp.141-142) manifiesta que “el valor puede variar entre -1 y +1. Un índice de discriminación de 1 indica que el reactivo discrimina a la perfección”; es decir, todos los integrantes del grupo alto contestaron en forma correcta y todos los integrantes del grupo bajo contestaron de modo incorrecto. Si el índice es -1, significa que todos los integrantes

del grupo bajo lo contestaron correctamente, y nadie del grupo alto contestó de manera correcta.

Para analizar ésta característica, se tomó como referencia a Ebel y Frisbie (1986), encontrándose tres reactivos por arriba de 0.39, mostrando una excelente calidad, cinco reactivos dentro del rango de 0.3 a 0.39 mismos que se clasifican en una buena calidad y cinco en el rango de 0 a 0.20, que señala descartar o revisara a profundidad. Estos cinco ítems fueron rediseñados, se volvieron a pilotear y se logró ubicarlos en el rango de buena calidad.

5. Con lo anterior, la versión final del instrumento quedó conformada por 13 reactivos, divididos en las tres dimensiones que componen la variable: resuelve problemas que implican conversiones de unidades (reactivos 1, 2, 3, 4 y 5), utiliza el sistema de coordenadas cartesianas para ubicar puntos (reactivos 6, 7, 8 y 9) y resolución de problemas que involucran el uso de medidas de tendencia central (reactivos 10, 11, 12 y 13).

Sujetos de investigación

Se trabajó con los dos grupos de sexto grado de una escuela primaria elegida para la investigación, respetando la conformación de los mismos. El grupo de sexto grado sección “A” está conformado por 13 alumnas y 17 alumnos (total de 30 discentes) y representó el grupo experimental. El sexto grado sección “B” fungió como el grupo control, integrado por 16 niños y 13 niñas, totalizando 29 estudiantes.

Algunas características sociales, demográficas y económicas del universo son:

- a. El 2% (del total de 59) tiene 10 años de edad, el 95% tiene 11 años de edad y el 3% tiene 12 años de edad.
- b. El 51% del total de los educandos corresponden al grupo experimental y el 49% al grupo control.
- c. 86% de los estudiantes afirma tener computadora en casa. 31% del universo manifiesta tener computadora personal (laptop).
- d. 71% tiene acceso a internet desde su celular.
- e. 90% manifiestan tener internet en casa.
- f. En cuanto al uso que el estudiante le da a la computadora: 46% para hacer tarea, el 15% para escuchar música, 12% para jugar, 10% para leer, 10% para chatear y 7% para ver novelas.

Resultados

A continuación se presenta el análisis descriptivo de los resultados obtenidos del examen aplicado a los discentes tanto del grupo experimental como del grupo control en los diferentes momentos, pero antes de ello, la tabla 3 muestra el número de ítem asignado a cada reactivo de la prueba APM6 y una breve descripción de él, de manera tal que en lo sucesivo solo se hará referencia a dicho número.

Tabla 3. Breve descripción de los ítems de la prueba APM6.

No de ítem	Descripción
1	El papá de Roberto va a Mazatlán de vacaciones con su familia...
2	La mamá de Oriana compró en la tienda de importaciones una manguera y en la etiqueta se lee 15 ft...
3	Un plomero está reparando el baño de mi casa para lo cual le solicita...
4	La mamá de Daniela fue a una tienda de autoservicio a comprar alimentos de importación...
5	Un padre le prepara la mamila a su bebe; si le dijeron que agregara tres onzas de leche en polvo al biberón con 400 mililitros...
6	¿En qué coordenadas se ubica...?
7	Si el joven camina tres coordenadas al este y cuatro al norte...
8	Si la señorita camina dos coordenadas al oeste, seis al norte, una al este y cuatro al sur...
9	¿Cuál de las siguientes opciones indica la ubicación...?
10	En un grupo de 15 niños, en matemáticas tercer bimestre obtuvieron las siguientes calificaciones...
11	El coro de la escuela de música está integrado por 12 alumnos y alumnas que tienen las siguientes edades...
12	Con base en la gráfica mostrada; ¿Cuál es la mediana de...?
13	Con base en la gráfica mostrada; ¿Cuál es la mediana de las...?

Los resultados que se muestran en la tabla 4, corresponden a la fase de pre-test de la investigación.

Tabla 4. Resultados de la aplicación del pre-test (en cantidad de reactivos).

Ítem	Grupo Experimental (A)		Grupo Control (B)	
	Reactivos Correctos	Reactivos Incorrectos	Reactivos Correctos	Reactivos Incorrectos
1	6	24	7	22
2	11	19	14	15
3	10	20	11	18
4	4	26	6	23
5	0	30	4	25
6	10	20	11	18
7	14	16	9	20
8	12	18	13	16
9	14	16	17	12
10	10	20	12	17
11	28	2	21	8
12	15	15	20	9
13	11	19	11	18
Total	145	245	156	221

Como se puede observar, los ítems 1, 4 y 5 son los que resultaron con el menor número de aciertos tanto en el grupo experimental como en el de control. Estos ítems corresponden a la dimensión que evalúa la conversión de unidades.

Por el contrario, los ítems 9, 11 y 12 (y 7 solo para el grupo experimental) fueron en los que se obtuvieron un mayor número de aciertos en ambos grupos, correspondiendo los dos últimos a la dimensión “resolución de problemas que involucran medidas de tendencia central”, y los restantes para la dimensión referente al uso del sistema de coordenadas cartesianas.

Los resultados en cuanto a aciertos y no aciertos para la fase de pos-test se detallan en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados del pos-test (en cantidad de reactivos).

Ítem	Grupo Experimental (A)		Grupo Control (B)	
	Reactivos Correctos	Reactivos Incorrectos	Reactivos Correctos	Reactivos Incorrectos
1	26	4	17	12
2	17	13	18	11
3	20	10	16	13
4	15	15	14	15
5	6	24	5	24
6	27	3	28	1
7	20	9	12	16
8	17	12	16	11
9	27	2	27	2
10	19	11	10	19
11	26	4	27	2
12	22	6	20	6
13	20	8	19	8
Total	262	121	229	140

Los reactivos con mayor número de aciertos en ambos grupos fueron el 6, 9 y 11, además del reactivo número 1 para el grupo experimental, mientras que los reactivos con el mayor número de respuestas incorrectas fueron el 5, 4 y 2 para el grupo experimental, y el 5, 10 y 7 para el grupo de control.

Como una medida para evaluar la homogeneidad de los grupos, respetando la propia naturaleza de la metodología cuasi experimental, se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes, de forma tal que se descartase una diferencia significativa al iniciar el estudio, es decir, en la fase de pre-test (tabla 6).

Tabla 6. Prueba t de Student intergrupala en la fase de pre-test.

Dimensiones	Sig. (bilateral)
Conversiones de unidades	.977
Sistema de coordenadas cartesiano	.108
Medidas de tendencia central	.773
Resultado general	.435

Los resultados muestran que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos (comparando la significancia con el valor de referencia de 0.050), por lo que se puede afirmar que el nivel en cuanto a los conocimientos evaluados en la fase de pre-test en ambos grupos, estadísticamente es el mismo.

Una vez transcurrido el bloque (unidad temática), cuidando que en el grupo de control existiese ausencia de la variable independiente (tecnologías multimedia) y que en el grupo experimental existiese presencia de esta misma variable, los resultados de las fases de pre-test y pos-test (bajo la prueba t para muestras secuenciadas) para el grupo experimental, son los que se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados del pre-test y pos-test del grupo experimental.

Dimensiones	Sig. (bilateral)
Conversiones de unidades	.000
Sistema de coordenadas cartesiano	.000
Medidas de tendencia central	.004
Resultado general	.000

Todos los resultados son menores al estadístico de prueba de 0.050, por lo que se asegura que existe una diferencia estadísticamente significativa entre el pre-test y el pos-test para el grupo experimental en todas sus dimensiones y en el resultado general.

Para la dimensión referente al sistema de coordenadas cartesiano, las medias aritméticas fueron 2.06 y 5.53 (en escala de 0 a 10 puntos) para el pre-test y pos-test respectivamente.

En cuanto a la dimensión que hace alusión a la conversión de unidades, las medias aritméticas para las pruebas fueron 4.33 puntos en el pre-test y 7.58 en el pos-test. En la dimensión referente a las medidas de tendencia central, se obtuvo un puntaje de 5.33 en el pre-test y de 7.25 puntos en el pos-test.

Por último, en cuanto al promedio general, se tiene que las medias aritméticas fueron 3.91 y 6.78 puntos, respectivamente.

Respecto al grupo de control, que no recibió el tratamiento de la variable independiente, los resultados de la prueba t para muestras secuenciadas (fase pre-test y pos-test) son los mostrados en la tabla 8.

Tabla 8. Resultados del pre-test y pos-test del grupo control.

Dimensiones	Sig. (bilateral)
Conversiones de unidades	.000
Sistema de coordenadas cartesiano	.000
Medidas de tendencia central	.037
Resultado general	.000

Como se ve, todas las dimensiones y el resultado general presentaron diferencia estadísticamente significativa, siendo los promedios para la dimensión referente al sistema cartesiano 2.89 y 4.82 puntos respectivamente para la fase pre-test y fase pos-test. En este mismo orden de fases, para la dimensión de conversión de unidades las medias aritméticas fueron 4.31 y 7.15; mientras que para la dimensión de medidas de tendencia central, el promedio fue 5.51 y 6.55 puntos, respectivamente.

La media general para la fase de pre-test fue de 4.24 puntos, y 6.17 puntos para la fase de pos-test.

Discusión y conclusiones

Derivado de los resultados estadísticos, es posible concluir que tanto para el grupo de control como para el experimental, sí existió una diferencia estadísticamente significativa en la fase de pre-test y post-test de la evaluación, sin embargo, los promedios son significativamente más altos en el grupo experimental, que recibió el tratamiento de la variable independiente (uso de tecnologías multimedia); por lo que puede aceptarse la hipótesis de investigación planteada: “el aprendizaje de la matemática en los estudiantes de sexto grado de primaria a través del uso de las tecnologías multimedia tales como el video, las animaciones, la imagen, el texto, y los interactivos, será mayor que el aprendizaje en los estudiantes que no las utilizan”.

Esta afirmación se hace extensiva tanto para el resultado general de la prueba, como para cada una de sus dimensiones (aprendizajes esperados), tanto la que se refiere a la conversión de unidades, utilización del sistema de coordenadas cartesiano y la resolución de problemas que involucran las medidas de tendencia central.

Estos resultados son similares a los presentados por diversos investigadores, tal como Falcón (2012) quien mostró en sus resultados que la utilización diaria de herramientas informáticas en el aula de matemáticas logró captar el interés y motivación del alumnado. Falcó (2014) señaló que a través de la elaboración de un wiki-libro, permitió fue una actividad

atractiva para potenciar el aprendizaje activo de las matemáticas. Además, Cuicas, Debel, Casadei y Alvarez (2007), señalaron que los conocimientos de los educandos mejoraron con la aplicación de las estrategias basadas en el software matemático.

En comparación con el referente teórico, es posible concluir la congruencia de los resultados con lo expuesto por Mayer (2005) quien sostiene que la presentación de material verbal y pictórico; en donde el material verbal se refiere a las palabras, como texto impreso o texto hablado y el material pictórico que abarca imágenes estáticas (ilustraciones, gráficas, diagramas, mapas, fotografías) y también imágenes dinámicas (animaciones, simulaciones o video) permiten la construcción de conocimientos en los educandos de un grupo focalizado.

Por último, se considera que es importante que los hallazgos de la presente investigación sean del conocimiento de los maestros frente a grupo, ya que es en el aula donde fue desarrollada y proporciona información que puede ser de gran utilidad para tomarse en cuenta al momento de realizar la planeación de sus actividades académicas, así como para diseñar estrategias de enseñanza y secuencias didácticas en las que se puedan utilizar recursos multimedia como medios para construir conocimientos.

Referencias

- Arratia, O., Martín, M. y Pérez, M. (2005). Herramientas on-line como apoyo al aprendizaje de matemáticas. *Ponencia presentada en el XIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*. Recuperado de: <http://www.uv.es/eees/archivo/PON-C-09.pdf>
- Costa, V. A., Di Domenicantonio, R. M. y Vacchino, M. C. (2010). Material educativo digital como recurso didáctico para el aprendizaje del Cálculo Integral y Vectorial. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 21, 173-185. Recuperado de: http://www.fisem.org/www/union/revistas/2010/21/Union_021_018.pdf
- Cuicas, M., Debel, E., Casadei, L. y Alvarez, Z. (2007). El software matemático como herramienta para el desarrollo de habilidades del pensamiento y mejoramiento del aprendizaje de las matemáticas. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 7 (2), 1-37.
- Driscoll, M. (2000). *Psychology of Learning for Instruction*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Ebel, R.L. y Frisbie, D.A. (1986). *Essentials of Education Measurement*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Elizondo, A., Paredes, F. y Prieto, A. (2006). Enciclomedia: Un programa a debate, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(28), 208-224. México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/140/14002811.pdf>
- Falcó, J. M. (2014). Un wiki-libro creado por los estudiantes para aprender Matemáticas. *Revista Científica de Opinión y Divulgación*, 10(30), 1-13. Recuperado de: <http://dim.pangea.org/revistaDIM30/docs/AR30wikilibro.pdf>
- Falcón, R. M. (2012). El ordenador portátil como herramienta de apoyo en el aprendizaje activo de matemática aplicada a la edificación. *Revista de Medios y Educación*, 40, 47-60. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36823229004>
- García, I. (2009). Teoría de la conectividad como solución emergente a las estrategias de aprendizaje innovadoras. *REDHECS*, 6(4). Recuperado de: <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/REDHECS/article/viewArticle/602/1524>
- García, M. y Benítez, A. A. (2011). Nuevos ambientes de aprendizaje de las matemáticas apoyados en las TIC: El uso de MOODLE y Multimedia. *Repositorio digital institucional del Instituto Politécnico Nacional*. Recuperado de: <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/3884>
- Giordan, M. (2004). Tutoring through the Internet: how students and teachers interact to construct meaning. *International Journal of Science Education*, 26 (15), 1875-1894.
- González, J., Lozano, F. y Ramírez, M. (2011) Uso de la tecnología en ambientes de aprendizaje de educación básica: ¿Por qué no basta con infraestructura tecnológica y capacitación? *Memorias del XI Congreso Nacional de Investigación Educativa*. México.
- Gutiérrez, D. (2015). *El uso de las tecnologías multimedia y su relación con el aprendizaje de las matemáticas*. (Tesis de maestría inédita). Universidad Pedagógica de Durango.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista M. P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.

- Hernández, Y. y Silva, A. (2011). Una experiencia tecnopedagógica en la construcción de objetos de aprendizaje web para la enseñanza de la matemática básica. *Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación*, 5(1), 57-72. Recuperado de: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/eduweb/vol5n1/art4.pdf>
- Jiménez, G. y Llitjós, A. (2006). Procesos comunicativos en entornos telemáticos cooperativos. *Comunicar*, 27, 149-154. Recuperado de: Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15802723>
- Jiménez, G., Llitjós A. y Muigcerver M. (2007). Evaluación de entornos para el aprendizaje cooperativo telemático: Synergiea. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(1), 1-16. Organización de Estados Iberoamericanos. Recuperado de: <http://rieoei.org/1762.htm>
- Latapie, I. (2007). Acercamiento al aprendizaje multimedia. *Investigación Universitaria Multidisciplinaria*, 6(6), 7-14. Recuperada de: <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiPIZqfhqzJAhUOx2MKHctVBQgQFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fdiagonalnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F2695335.pdf&usq=AFQjCNFsrwFiRMOgZrdNjLI4TNfIKkjgzw&cad=rja>
- Leal, M. y Arias, J. (2009) Enciclomedia: diagnóstico y propuesta de mejora desde las necesidades de los actores. *Ponencia presentada en el X Congreso Nacional de Investigación Educativa*. México.
- León C. W. y Gómez, I. M. (2007). Usos matemáticos de Internet para la enseñanza secundaria. Una investigación sobre WebQuests de Geometría. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, (9), 17-34. Recuperado de: http://www.fisem.org/web/union/revistas/9/Union_009_007.pdf
- Mayer, R. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32, pp. 1-19. Recuperado de: http://www.uky.edu/~gmswan3/609/mayer_1997.pdf
- Mayer, R. (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Inglaterra: Cambridge University Press. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511816819>
- Miranda, J. (2009) Creencias y prácticas docentes sobre Enciclomedia y comprensión lectora, *Ponencia presentada en el X Congreso Nacional de Investigación Educativa*. México.
- Prensky, M. (2010). *Nativos e inmigrantes digitales*. Cuadernos SEK 2.0. Institución Educativa SEK. Distribuidora SEK, S.A. Recuperado de: <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky-NATIVOS%20E%20INMIGRANTES%20DIGITALES%20%28SEK%29.pdf>
- Rodríguez, J. (2009). Los significados docentes del programa Enciclomedia. *Ponencia presentada en el X Congreso Nacional de Investigación Educativa*. México.
- Sagástegui, D. (2007). Usos y apropiaciones del programa Enciclomedia en las escuelas primarias de Jalisco. *Memorias del Congreso del Consejo Mexicano de Investigación Educativa*. México.
- Salkind N. J. (1999). *Métodos de investigación*. México: Prentice Hall.
- Secretaría de Educación Pública (2007). *Programa Sectorial de Educación 2007-2012*. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública (2011). *Plan de Estudios 2011. Educación Básica Primaria. Sexto Grado*. México: SEP.
- Schnotz, W. (2002). Aprendizaje multimedia desde una perspectiva cognitiva. *Boletín Red Estatal de Docencia Universitaria*, 2 (2). Recuperado de: http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Especialidad/TecnologiaEducativaG15/modIV_las_nt_y_la_innov_curric/unidad_32/Lectura%2010_Aprendizaje%20multimedia.pdf
- Spiro, R., Feltovich, P., Jacobson, M. y Coulson, R. (1991). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Educational Technology*, 31, 24-33.
- Treviño, E. y Morales, R. (2006). Enciclomedia en el estado de Veracruz: formas de uso y retos. Memoria electrónica del IX Congreso Nacional de Investigación Educativa del COMIE. México.
- Valls, J., Llinares, S. y Callejo, M. L. (2006). Víde-oclips y análisis de la enseñanza: construcción del conocimiento necesario para enseñar matemáticas. Recuperado de: <http://edumat.uab.cat/ipdmc/uauusab/Rplica%20de%20vdeo.pdf>
- Vidales, I. (2007). El programa Enciclomedia en escuelas primarias de Nuevo León. *Memoria electrónica del IX Congreso Nacional de Investigación Educativa del COMIE*. México.
- Wood, D.A. (1960). *Test Construction: Development and Interpretation of Achievement Tests*. Columbus, OH: Charles E. Merrill Books, Inc.

