



LA INCIDENCIA DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE INTERACTIVOS EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS BÁSICAS, EN COLOMBIA

The incidence of interactive Learning
Objects in the Understanding of basic
mathematics in Colombia

Jorge Cardeño Espinosa*
Luis Guillermo Muñoz Marín**
Hernán Darío Ortiz Alzate***
Natalia Cristina Alzate Osorno****

*¡Si las puertas de la percepción se purificasen, cada objeto aparecía ante el
hombre tal como es... infinito!*
(William Blake)



* Magíster en Didáctica de las Matemáticas. Director del Grupo de investigación ELIME. Docente de Matemáticas de la Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas del Instituto Tecnológico Metropolitano y docente investigador I.U. Pascual Bravo, Medellín-Colombia. E-mail: jocare_17@une.net.co

** Ingeniero Mecánico y desarrollador de software. Docente de la Facultad de Producción y Diseño de la Institución Universitaria Pascual Bravo. Líder del proyecto de investigación Pascual Bravo con el Centro de Innovación Educativa Regional, CIER Occidente. Medellín-Colombia. E-mail: luis.munoz@pascualbravo.edu.co

*** Especialista en Enseñanza de las Matemáticas. Desarrollador de Objetos Virtuales de Aprendizaje y miembro del Grupo Descartes Colombia. Docente de Matemáticas y coinvestigador del Grupo ELIME. Medellín-Colombia. E-mail: herdaror@hotmail.com

**** Estadística de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín y Tecnóloga en Calidad, del Instituto Tecnológico Metropolitano. Asesora estadística del Proyecto de Investigación I.U. Pascual Bravo. Medellín-Colombia. E-mail: ncalzate@gmail.com

Fecha de recepción: 30 de noviembre de 2015

Fecha de aceptación: 30 de mayo de 2016

Cómo citar / How to cite

Cardeño Espinosa, J. et al., (2017). La incidencia de los Objetos de Aprendizaje interactivos en el aprendizaje de las matemáticas básicas, en Colombia. *trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 9(16), 63-84.

Resumen: este artículo analiza el impacto del uso de los Objetos Interactivos de Aprendizaje –OIA– creados mediante el programa *Descartes JS*, sobre la adquisición o desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes y en el proceso de enseñanza aprendizaje, orientado por los docentes de cuarto y quinto grado de la Educación Básica Primaria, de las *Instituciones Educativas Débora Arango Pérez* (Medellín) y la *Primitivo Leal La Doctora* (Sabaneta). Para lograrlo, se aplicaron diversos instrumentos de investigación, de los cuales se retoma la prueba estandarizada diagnóstica y la prueba estandarizada final, a una muestra de 231 estudiantes en la primera escuela y 237 en la segunda, con dos grupos de control y dos grupos de experimentación en cada contexto educativo, comparando los resultados por grupos y de manera general. Se presenta análisis descriptivo de los datos e inferencia estadística, y se establece que los estudiantes pueden hacer un uso racional de los recursos o estrategias virtuales para mejorar la comprensión de las matemáticas, acompañados por los inmigrantes digitales (docentes), para propiciar una alfabetización digital autónoma y de trabajo colaborativo en el aula de clase o fuera de ella. El estudio concluye que el uso de recursos digitales, como los OIA, puede mejorar los resultados académicos en el área de las matemáticas, pero se requiere cambios en la práctica pedagógica de los docentes, además de consolidar, a partir de la experiencia, un modelo de intervención pedagógica, adaptado a las características de cada contexto.

Palabras clave: Objetos Interactivos de Aprendizaje, matemáticas escolares, TIC, *Descartes JS*, enseñanza, aprendizaje autónomo y colaborativo.

Abstract: this article analyzes the impact of the use of Interactive Learning Objects, ILO, created by *Descartes JS* program, the acquisition or development of mathematical skills in students, and the teaching-learning process guided by teachers of fourth and fifth grade Primary Basic Education in *Débora Arango Pérez* (Medellin) and *Primitivo Leal La Doctora* (Sabaneta) schools. During the analysis, it was necessary to apply various research tools such as the standardized diagnostic test and the final standardized test. These tests were applied to a sample of 231 students in the first school and 237 in the second school using two control groups and

two experimental groups in each learning context, and comparing the results by groups and in general. Descriptive data analysis and statistical inference are presented, and the analysis concludes that students can make a rational use of resources and virtual strategies to improve the understanding of mathematics in the presence of the digital immigrants (i.e., the teachers) to promote an independent digital literacy and a collaborative work inside the classroom or outside it. The study concludes that the use of digital resources, such as ILO, can improve academic performance in the area of mathematics, but teachers need to include new strategies and develop a Pedagogical intervention Model tailored to the characteristics of each context.

Keywords: Objects Interactive Learning, Teaching Mathematics, ICT, *Descartes JS*, Education, autonomous and collaborative learning.

INTRODUCCIÓN

El enfoque propuesto para la enseñanza en las matemáticas y demás áreas del conocimiento, en el caso colombiano, es el de competencias. Los resultados en pruebas estandarizadas locales, nacionales e internacionales muestran la necesidad de plantear un cuestionamiento acerca de la pertinencia de este proceso y su incidencia en la calidad de la educación. Conviene señalar que desde el año 2003, el Ministerio de Educación Nacional –MEN– está proponiendo al país, a sus escuelas y a sus maestros, el «modelo» por competencias, pero se observa en sus resultados, en particular en el área de las matemáticas, que no ha logrado transformar los problemas de escaso rendimiento o desempeño de los estudiantes en dichas pruebas, en otras palabras, no se obtienen los resultados esperados, lo cual es un problema relacionado con el bajo rendimiento académico y evidencia que la inversión en el sector educativo y el cambio en la forma en que se está ofreciendo la educación en Colombia son temas urgentes (Barrera et al, 2012; Vargas, 2014 y García et al, 2014).

Asimismo, estos bajos resultados se aprecian en las pruebas nacionales SABER 3 y SABER 5, que se aplican en la Educación Básica Primaria por parte del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior ICFES (2015) en estos contextos de la investigación, y donde los resultados no han sido

favorables en las matemáticas, y el mismo fenómeno acontece en las pruebas internacionales, donde persisten los bajos resultados que son en esencia una constante a lo largo de estos años. Según el informe de PISA, del segundo semestre del año 2013 (Sánchez, 2014), se alertó sobre el resultado negativo en estas pruebas internacionales de conocimiento, las cuales se ocupan de medir las habilidades de los estudiantes en las áreas de lectura, ciencias y matemáticas. Allí se confirma que Colombia ocupó el puesto 62 entre 65 países, solo superando a Perú, a Indonesia y a Qatar. Estos resultados evidencian las diferencias profundas en la calidad educativa que se ofrece en las instituciones educativas y entre las ciudades y las zonas rurales del país.

En Colombia se han realizado estudios similares, que demuestran esta baja calidad académica, además de determinar los factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes. Se subraya el realizado por Gaviria y Barrientos (2001). En este, los autores analizaron los resultados de las pruebas de Estado y se encontró que las características asociadas al plantel educativo inciden de manera significativa en el rendimiento, y lo hacen en mayor medida que las variables socioeconómicas; igualmente, no desconocen que el nivel de educación de los padres juega un papel fundamental en el desempeño. Adicionalmente, encuentran y confirman que existe una brecha pronunciada entre los resultados para instituciones oficiales y privadas.

Posteriormente, estos autores también estudian estos determinantes para el caso de Medellín, en donde analizan las pruebas «ICFES» aplicadas durante el periodo 2004 y 2006. Por medio de una regresión por aproximación intercuartil, ellos encuentran que el efecto del establecimiento educativo parece cada vez ser menos fuerte que variables individuales, además, que las variables relacionadas con la institución educativa afecta más a los estudiantes en instituciones privadas que en las públicas (Gaviria y Barrientos, 2008).

Lo cierto es que los indicadores de evaluación, tanto nacional como internacional, muestran bajos niveles de desempeño de los estudiantes de Educación Básica Primaria, Básica Secundaria y Media, en áreas como matemática, ciencias, lenguaje, entre otras, debido a

múltiples causas, y se considera que las comunidades académicas y el Estado deben pensar en cómo mejorar y cómo se deben aplicar políticas unificadas que beneficien a toda la población en edad escolar (Murcia y Henao, 2015).

También puede inferirse que en otros países estos resultados son motivo de discusión y de preocupación, dado que el problema de los bajos resultados y de aprendizaje de las matemáticas es común, lo que muestra que no es inherente solo al contexto colombiano. Esta dificultad de su enseñanza y aprendizaje se puede constatar en referentes internacionales, como las pruebas realizadas por PISA (2014), SERCE (2008) y TIMSS (2007), los cuales indican bajos resultados (Orjuela, 2012).

Los países latinoamericanos que pertenecen a la OCDE son Chile y México, pero en la evaluación también participaron otros países de la región: Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Panamá, Perú y Uruguay. Los resultados del conjunto se concentraron en los últimos quince lugares, según el siguiente orden: Chile, México, Uruguay, Costa Rica, Brasil, Argentina, Colombia y Perú. Los lugares que ocuparon estos países expresan que los sistemas educativos de los países de la región son similares, y que presentan problemas parecidos a los nuestros. O bien, que los instrumentos de evaluación no son los adecuados para calificar los conocimientos lectores, matemáticos y científicos de la realidad que viven nuestros adolescentes. (Piña, 2014).

Bajo estos argumentos, se hace necesaria una aproximación a la comprensión de la realidad actual y cómo esta afecta el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas en las escuelas del país. Muchos saben que los docentes juegan un papel importante en esta tarea, ya que estos son los principales agentes de cambio en la metodología, la didáctica y la pedagogía, para reelaborar las relaciones entre el estudiante y las matemáticas.

En consecuencia, es necesario mostrar otras estrategias pedagógicas o modelos de intervención pedagógica, mediados por el uso y aplicación de las TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje, en el nivel de Básica Primaria, en el cual este hecho se facilita por el trabajo específico y concreto de las matemáticas escolares, pues es allí donde se originan los cimientos

de futuras comprensiones de las matemáticas del nivel Secundario, Medio y Superior, donde la abstracción tendrá un papel más preponderante.

En tal sentido, el objetivo principal es evaluar el impacto que tiene el uso de Objetos Interactivos de Aprendizaje desarrollados con el programa *Descartes JS*, en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas, en los grados cuarto y quinto de primaria en la I.E. *Débora Arango Pérez*, de Medellín, y la I.E. *Primitivo Leal La Doctora*, de Sabaneta, para lo cual se dispone de algunas técnicas de la investigación cualitativa cuantitativa como: la encuesta de caracterización, la observación participante, la observación estructurada, la entrevista, la prueba estandarizada diagnóstica, la prueba final, entre otros, a lo largo del período 2014-2015.

Además, desde los estudios de diversos autores (Santiago et al, 2014; Gómez, 2005; Sáez, 2012; López, 2012; Araya, 2014; Parra y Díaz, 2014) se argumenta que las TIC deben integrarse al contexto educativo para elevar el nivel cultural y facilitar la comprensión de las ciencias, pero sin llegar a considerar que esta estrategia puede resolver los problemas de aprendizaje y de alfabetización digital. Por lo tanto, se considera en este sentido que las TIC siguen siendo el recurso, el medio, la estrategia y siempre serán un complemento para la aprehensión del concepto y la teoría misma, que pueda ser abordada por un maestro que profundiza en su saber específico.

En la bibliografía científica y bases de datos, se puede verificar que en los últimos años se ha elevado el número de proyectos relacionados con el uso de los ordenadores, y por consiguiente los programas informáticos para el aprendizaje escolar. Sin embargo, una de las limitantes en la investigación acerca de este tipo de proyectos es la ausencia de evaluaciones, sus efectos y se enfocan en su carácter experimental (Aliaga, Orellana y Suárez, 2004; Tejedor, 2009). Igualmente, se centran las investigaciones en otro nivel educativo diferente al de Básica Primaria, donde la producción de artículos sobre los Objetos de Aprendizaje en el desempeño en matemáticas es reducida.

Por lo tanto, las investigaciones publicadas en este campo no han sido concluyentes, no se muestra un modelo de intervención pedagógica que facilite el

proceso de aprendizaje y una teoría amplia acerca de los Objetos Interactivos de Aprendizaje. Inclusive, existen estudios donde no se han obtenido evidencias de los beneficios en el promedio académico o rendimiento académico en matemáticas por la introducción de computadores y por ende objetos de aprendizaje en las aulas. Tal es el caso de los trabajos de Angrist y Lavy (2002), Carr y otros (2011), Dunleavy y Heinecke (2008) o Dynarski y otros (2007).

Esto puede estar alimentado por las resistencias que existen en el cuerpo docente, dado que conceden mayor importancia a enfoques tradicionales que son reforzados por la cultura escolar, que existen dificultades para intervenir en los cambios que demanda la sociedad actual; tales afirmaciones se pudieron constatar en una encuesta de caracterización docente, en la cual un número significativo no posee formación en el uso pedagógico de las TIC y en el conocimiento de programas informáticos para la enseñanza de las matemáticas.

Por otra parte, se puede concluir que la enseñanza de las matemáticas, mediante el uso de los Objetos Interactivos de Aprendizaje y la incorporación de la Tecnología en las escuelas, favorece el logro de aprendizajes matemáticos significativos y la motivación de los estudiantes y los docentes participantes, los cuales valoran de manera positiva su aplicación como estrategia de enseñanza aprendizaje de las matemáticas escolares.

MARCO TEÓRICO

Trabajo colaborativo y autónomo

Para fortalecer la estrategia de los Objetos Interactivos de Aprendizaje en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, se requiere de un trabajo colaborativo y autónomo en el aula de clase por parte de los estudiantes, de una nueva práctica pedagógica docente relacionada con la aplicación de las TIC y programas informáticos como Descartes JS, CABRI, GeoGebra, entre otros, y que son de uso frecuente en otros países, tecnológicamente más avanzados.

Al respecto, existen diversos estudios que señalan las ventajas que trae el uso de recursos digitales y de las TIC, en la enseñanza de las ciencias, y como parte de los procesos de cambio de la práctica pedagógica

de los maestros y su nuevo perfil, con respecto a la educación actual.

En el estudio, desarrollado por Melchor Gómez García (2003), se fijó como objetivo principal determinar hasta qué punto la introducción de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación colaborativas, en el ámbito de la didáctica de las matemáticas, comporta un cambio de paradigma en su conceptualización, y qué modificaciones en su desarrollo didáctico, llegando a concluir que la actitud de los estudiantes hacia esta área se vuelve más positiva, se favorece el aprendizaje en grupo, gracias a la interacción con otros.

Igualmente, aparecen artículos relacionados con los procesos de enseñanza y aprendizaje y el desarrollo de trabajo colaborativo mediados por las TIC, como el de Gabriela Cenich y Graciela Santos (2005), en el cual se demuestra cómo es posible crear procesos de aprendizaje, mediante el acceso al conocimiento en línea, basado en proyectos, como estrategia central de aprendizaje.

Tam, Maureen (como se citó en Cenich, 2005), piensa que el trabajo colaborativo se refiere a la interacción con otros, trabajar juntos como pares, aplicar sus conocimientos combinados a la solución del problema, para propiciar interacciones productivas entre los estudiantes, para lo cual se requiere del desarrollo de los procesos psicológicos superiores (atención, pensamiento, lenguaje, inteligencia, aprendizaje, entre otros), dado que se deben proponer soluciones a los problemas reales del contexto, incorporando nuevas estrategias de comunicación *online* (página Web, grupo de discusión y correo electrónico) en las aulas de clase, pero no como fuente de entretenimiento, sino para el desarrollo del pensamiento y de la inteligencia.

Estas formas de enseñanza, mediante proyectos colaborativos, requieren un cambio de metodología por parte de los docentes, y en el desarrollo de los trabajos que se proponga a los estudiantes de las instituciones educativas. Al respecto, Tel Amiel (2007) expresa que el diseño y la aplicación de proyectos colaborativos, entre los estudiantes, han puesto de relieve la educación multicultural y el uso de las tecnologías educativas en el aula de clase.

Por ello, los grandes avances tecnológicos que ha sufrido la educación en Colombia permiten que los docentes adopten nuevas posturas al momento de enseñar, para dar paso a escenarios de aprendizaje que originen las condiciones propicias para el desarrollo de las denominadas competencias del Siglo XXI: pensamiento crítico, análisis y selección de información, trabajo colaborativo, creatividad, entre otros.

Al respecto, experiencias relacionadas con el uso de las TIC, que como dispositivos disruptivos¹ se dice han contribuido a determinar el ecosistema escolar, modificando las prácticas escolares, las formas de actuación de los docentes y cambios en los entornos virtuales de aprendizaje, crean nuevas necesidades y capacidades para poder ofrecer una enseñanza más individualizada, que tenga presente las necesidades cognitivas, sociales y emocionales de los estudiantes, además de utilizarlas entre centros educativos alejados geográficamente (Del Mora y Neira, 2014).

Pero existe una necesidad latente en los espacios escolares, no solo de la ciudad de Medellín, y es la de crear «Cultura Digital» o también «Cultura TIC», pues la utilidad, es decir, el uso que los estudiantes dan a estas últimas es cuestionada en la actualidad. En el estudio comparativo ELIME-GNOMON (2015), aplicado en las Instituciones Educativas *La Salle de Campoamor* (Medellín) y *Santo Tomás de Aquino* (Duitama), se afirma que más del 90% de los estudiantes, de las dos ciudades, ejecutan diversas actividades en el computador: acceso a redes sociales, juegos, extraer videos, películas, ingresar videos y otros, solo para fines de diversión y adquirir nuevos amigos, pero no con fines didácticos y de aprendizaje. Precisamente, este es el espacio que los docentes han perdido, debido a que son inmigrantes digitales y se dificulta por falta de formación, por lo que encontrar la estrategia para vincular estos usos de la tecnología con el aula regular es la tarea pendiente.

La práctica pedagógica tiene numerosas definiciones que dependen del enfoque epistemológico, pedagógico

¹ Término *disruptive* procede del inglés y se utiliza para nombrar aquello que produce una ruptura brusca. Una tecnología disruptiva es una creación o innovación que produce la desaparición de productos que eran utilizados por una sociedad determinada.

y de la postura del maestro. Del Valle y Vega (como se citó en Rodríguez, 2002) piensa que la práctica escolar, desde un enfoque ecológico, es un campo transversal con múltiples dimensiones: ideológicas, sociopolíticas, personales, curriculares y técnicas.

Se plantea igualmente, con respecto a la práctica educativa de los docentes que es «una actividad dinámica, reflexiva, que comprende los acontecimientos ocurridos en la interacción entre maestro y alumnos. No se limita al concepto de docencia, es decir, a los procesos educativos que tienen lugar dentro del salón de clases, incluye la intervención pedagógica ocurrida antes y después de los procesos interactivos en el aula» (García, 2008, p.1).

Bennet y Bennet (como se citó en Betancourt, M.; Celaya, R. y Ramírez, M., 2014) afirman que la movilización de los conocimientos es un proceso que se extiende desde la creación y la construcción de conocimiento de los expertos en el uso y la aplicación de los conocimientos, en el contexto de las comunidades. A este respecto, es crucial para construir el conocimiento proporcionar información sobre la creación y formulación del conocimiento abierto y su impacto en la mejora de las prácticas educativas, pues se trata de extender redes de comunicación humana que interactúan y crecen intelectualmente a partir del uso de la tecnología.

Para esta investigación, el término ‘colaboración’ se asume desde la postura de Vygotsky (Carrera y Mazzarella, 2001), autor de la teoría del aprendizaje sociocultural, para quien su importancia radica en la estrecha conexión entre el desarrollo intelectual y cognitivo y la interacción social, lo cual significa que se aprende con otros. A partir de estos planteamientos, otros autores han propuesto diversas definiciones e implicaciones en el ámbito educativo, pero se considera pertinente para la presente investigación aquella que considera que es un «proceso de constante interacción en la resolución de problemas, elaboración de proyectos o en discusiones acerca de un tema en concreto; donde cada participante tiene definido su rol de colaborador en el logro de aprendizajes compartidos, y donde el profesor, igualmente participa como orientador y mediador, garantizando la efectividad de la actividad colaborativa» (Gros y Adrián, 2004, p. 3).

El programa Descartes JS

Para desarrollar el aprendizaje autónomo y colaborativo en el aula, se adopta el programa *Descartes JS* como estrategia que facilita la comprensión de los conceptos matemáticos de manera interactiva. En el año 2015, la asociación no gubernamental *Red Educativa Digital Descartes* (<http://ProyectoDescartes.org>) ha convertido más de 500 objetos de aprendizaje interactivos del *Proyecto Canals*: canales cartesianos hacia el conocimiento, a *Descartes JS*, pudiéndose desde este momento trabajar con ellos en dispositivos tipo tabletas y teléfonos inteligentes (*smartphones*), además de los ordenadores personales.

La educación, como todos los elementos que conforman la sociedad, condiciona sus procedimientos al entorno donde desarrolla su deber ser; sin embargo, la función de la escuela, como principal formadora, es doble, puesto que no solo necesita acondicionarse a la evolución de la sociedad, sino que, además, debe ayudar a sus estudiantes a desarrollar las competencias o habilidades para adecuarse a ella. Para esto, aquella utiliza diversas estrategias que se apoyan en los medios tecnológicos, de los cuales la sociedad se apropia y los emplea como medio para facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje que en ella se ejecuta.

En esta investigación, la *Red de Canales Cartesianos* para el Conocimiento de las matemáticas en Infantil y Primaria, se encuentra que: «una de las líneas de trabajo necesaria para la consecución de una mejora de la calidad educativa, de una calidad en equidad, es el desarrollo de recursos educativos que ayuden a la formación competencial del alumnado, que potencie su capacidad de aprender a aprender y contribuya al aprendizaje a lo largo de su vida» (*Proyecto Canals*, 2013).

El uso de objetos de aprendizaje ha sido tradicional en el devenir educativo a lo largo de su historia. Actualmente, el apoyo se ejerce desde las más modernas tecnologías de los sistemas y de las comunicaciones y no necesariamente desde la creación de nuevos procesos metodológicos. Mason (1998) indica que «no se inventan nuevas metodologías, sino que el empleo de las TIC en educación supone nuevas perspectivas respecto a una enseñanza mejor y apoyada en entornos *online*, cuyas

estrategias son habituales en la enseñanza presencial, pero que ahora son simplemente adaptadas y redescubiertas en su formato *online*». Desde este punto de vista, la enseñanza de las matemáticas se apoya en el uso de métodos tradicionales adaptados a los conceptos relacionados con la interactividad y con la repetición que permiten los medios digitales.

Al respecto, Celaya, Martínez y Ramírez (2010), retoman la evolución que ha tenido el uso de las diferentes tecnologías como apoyo al proceso educativo, de modo que se ha experimentado un incremento sin precedentes en el uso de esos recursos, desde el tablero a la consulta en línea, pasando por las pantallas electrónicas y el material digital en remplazo del impreso, lo que aumenta, igualmente, la capacidad de las aulas para recibir este tipo de recursos y de tecnología.

Objetos Interactivos de Aprendizaje

Mediante el programa *Descartes JS*, se producen los Objetos Interactivos de Aprendizaje –OIA–, los cuales concretan la enseñanza aprendizaje de las matemáticas de manera novedosa. Pero la creación de estos OIA es una de las actividades que más recursos demanda del trabajo educativo en red, lo cual requiere de diferentes tipos de profesionales que intervienen desde la mirada de procesos de colaboración y que además permiten una permanente transformación, evolución y reutilización por parte de los docentes, dado que diferentes profesionales pueden aportar a su evolución y uso más adecuado para los procesos de aprendizaje. De esta manera, el OIA es un medio didáctico, que se ha diseñado para servir de ayuda dentro de un proceso educativo y en ningún momento sustituye el proceso de enseñanza, sino que lo complementa. Pero este proceso requiere del desarrollo de habilidades cognitivas, no es inmediato, requiere tiempo y práctica, tanto de estudiantes como de docentes.

Será necesario, entonces, considerar el desarrollo de las habilidades cognitivas, ya que estas precisamente son las que permiten ampliar las concepciones del mundo desde sus operaciones mentales, y a esto se suma la experiencia y las vivencias que aporta el contexto social y educativo, apropiándose del conocimiento para resolver los problemas y transformar su propio entorno (Araya, 2014). Este proceso requiere de un

guía o experto, así que partiendo de su experiencia y conocimiento el maestro podrá conducir el otro hacia la adquisición de nuevas experiencias en el aula, buscando el vínculo entre los contenidos educativos del área de matemáticas con el ambiente escolar, con el fin de lograr contextualizar su proceso mediante estrategias didácticas que pueden conducir a la producción de un modelo de intervención pedagógica y al desarrollo de habilidades cognitivas, por parte de sus estudiantes.

Cuando se habla de habilidades de pensamiento se dice que están relacionadas con la cognición, con el conocer, reconocer, organizar y utilizar el conocimiento (Ortiz, 2010). De otro lado, la manipulación de los OIA, implica la capacidad de procesar información, por cuanto se busca la autonomía del sujeto y se dice al respecto que este hace énfasis en que los niños manipulen la información, verifiquen y formen estrategias con ella. Estos desarrollan, además, una capacidad que aumenta en forma gradual para procesar la información, lo cual permite la adquisición de conocimientos más complejos (Santrock, 2006).

El Objeto Interactivo de Aprendizaje, OIA se define en esta investigación como un medio que tiene una entidad instrumental (documento electrónico o archivo), una entidad simbólica que posee una estructura y un lenguaje propio, que permite la participación consciente de quien desea aprender, es decir, la interactividad con los contenidos fundamentales de aprendizaje y, en consecuencia, es una entidad pedagógica, que favorece la enseñanza de las ciencias mediante un método de enseñanza distinto al tradicional, y ofrece al cuerpo docente la posibilidad de integrar el uso de las TIC en el aula de clase y fuera de ella.

Los objetos de aprendizaje definen un modelo común de desarrollo de contenidos de aprendizaje. El objetivo fundamental que se persigue es proporcionar mecanismos para diseñar y desarrollar unidades de aprendizaje que se pueden reutilizar en múltiples contextos de instrucción, mejorando la calidad de los contenidos y reduciendo los costos de desarrollo (Corona y González, 2012).

Al respecto, se concibe también una definición por parte del Ministerio de Educación Nacional –MEN– (2006) sobre lo que puede pensarse, es un Objeto de Aprendizaje OA:

Un objeto de aprendizaje es un conjunto de recursos digitales, autocontenible y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. El objeto de aprendizaje debe tener una estructura de información externa (metadatos) que facilite su almacenamiento, identificación y recuperación.

Por otra parte, los recursos educativos digitales interactivos, provenientes del repositorio de la *Red Educativa Digital Descartes* (2015), se encuentran organizados en subproyectos cuyo origen se remonta a junio de 1998. En ese entonces, *Descartes* era un componente que requería que los usuarios instalaran la máquina virtual *Java*; hoy la versión *Descartes JS* permite elementos en *Java Script*, para producir los OIA, de forma tal que se integran fácilmente a la construcción de unidades temáticas más complejas, permitiendo cubrir un proceso completo de enseñanza aprendizaje por medio de secuencias fácilmente integrables a tecnologías CS3 y Html5.

También se utiliza cómo Objetos de Aprendizaje de apoyo al contenido temático videos de *Khan Academy*². Al seleccionar los recursos educativos digitales y los OA era necesario reorganizarlos en un nuevo repositorio, acorde con el objeto de la investigación, el cual se encuentra en la web <http://cier.catedrafacil.com> para facilitar el acceso, desde cualquier otro punto, donde los estudiantes puedan tener conexión (casas, bibliotecas, café internet, entre otros) y para todos aquellos sujetos interesados en esta investigación.

METODOLOGÍA

Como parte del paradigma de investigación cualitativa, la observación participante es un método de adquisición de información, en donde el papel principal del investigador es recoger datos como partícipe de la experiencia objeto de estudio, lo que le permite «ejecutar una mejor observación y, de aquí, generar un entendimiento más completo de las actividades grupales» (Kawulich, 2006).

² *Khan Academy* es una organización educativa sin ánimo de lucro y un sitio Web creado en 2006 por el educador estadounidense Salman Khan, egresado del Instituto Tecnológico de Massachusetts y de la Universidad de Harvard.

Para esta investigación se utilizaron las técnicas cualitativa, cuantitativa y comparativa, desde los métodos etnográficos, apoyados en la observación y la entrevista, para abordar el objeto de estudio: evaluar el impacto que el uso de Objetos Interactivos de Aprendizaje diseñados y producidos por el proyecto *Descartes JS*, en la enseñanza de las matemáticas, tienen en el proceso de enseñanza aprendizaje en el nivel de Básica Primaria. Por lo tanto, como medios de recolección de la información se utilizaron tanto la observación participante como la entrevista estructurada, de modo que permitieron recolectar las impresiones que, sobre el uso de los OIA, se desarrollan en la escuela.

El proyecto se aplicó en los niveles de cuarto y quinto de primaria. Los grupos de control seleccionados estuvieron en los grados cuarto y quinto, que se intervinieron desde los cinco tipos de pensamiento matemático definidos en los estándares de matemáticas del MEN y, finalmente, se estableció un comparativo entre las pruebas estandarizadas diagnóstica y final, para cotejar los rendimientos académicos en ambos momentos históricos. Es en este último aspecto donde se centra el presente artículo, para determinar la incidencia de los OIA en las competencias y en el proceso de enseñanza aprendizaje.

De este modo, la prueba diagnóstica permite determinar el nivel de conocimientos previos y de competencias en matemáticas que poseen los estudiantes de cuarto y quinto grado de Básica Primaria, como insumo para poder establecer un parámetro de comparación con los resultados al finalizar la investigación. Asimismo, la prueba final establece el nivel de conocimientos y de competencias en matemáticas que han adquirido los estudiantes y su capacidad para pensar y representar la realidad que los rodea.

Para validar lo anterior, se requiere de una estrategia de intervención, que en este caso son los Objetos Interactivos de Aprendizaje, conforme al desarrollo cognitivo de los estudiantes de este nivel. Para esto, el *Proyecto Canals* contiene estos recursos digitales acorde con los planes curriculares de cada escuela, incluyendo además otros objetos de aprendizaje diseñados en el *Proyecto Descartes*, tales como el proyecto EDAD, Canals y Pizarra Interactiva PI. En el Proyecto se abordaron

con mayor énfasis tres de los cinco pensamientos matemáticos definidos por el MEN (2006) que son: numérico, espacial y métrico. La decisión acerca de cuáles OIA se utiliza durante el proceso está bajo la responsabilidad de los investigadores, pero con base en la información aportada por los docentes y el plan de estudios de matemáticas de cada escuela.

En lo que concierne al proceso experimental, se utilizaron como medios didácticos de apoyo, en un grupo de estudiantes previamente definido (muestreo), los Objetos Interactivos de Aprendizaje en soporte a su proceso de aprendizaje (grupos de experimentación), mientras que en otros, se utilizaron los métodos tradicionales de enseñanza (grupos de control) y se determinó, mediante la recolección de la información ya planteada, la diferencia entre ambos procesos en cuanto al desarrollo de las competencias matemáticas y se procedió a su análisis. Para iniciar, por lo tanto, se diseñó un diagnóstico que indicó el punto a partir del cual comienza, en lo referente a competencias matemáticas, cada uno de los grupos.

Se dispuso de instrumentos de evaluación que permitieron determinar el cambio actitudinal y aptitudinal del estudiante frente a las matemáticas con el uso de contenidos digitales. Es importante resaltar que los Objetos Interactivos de Aprendizaje tienen como valor adicional su portabilidad, situación que se articula con la dotación existente en las dos escuelas visitadas, con el propósito de validar los objetos diseñados por medio de intervenciones directas en el aula de clase, tanto con docentes como con estudiantes que, en últimas, coinciden con los propósitos del Centro de Innovación Educativa Regional CIER Occidente, en particular, y del MEN (2015) en general.

Estos CIER son espacios físicos dotados de alta tecnología, concebidos como centros de producción de contenidos educativos digitales, formación de docentes en la producción y uso de contenidos digitales y puntos de investigación e innovación. Son operados logísticamente por Instituciones de Educación Superior, como parte de una alianza regional, conformada a su vez por entidades territoriales, Instituciones de Educación Superior de la región y empresas del sector productivo. Por consiguiente, para dar cumplimiento a los objetivos

de la investigación y los propósitos del CIER, se aplica la Observación Participante por parte de los investigadores, con respecto a la forma como los estudiantes intervienen y se apropian de las estrategias didácticas presentadas, para determinar el efecto sobre el aprendizaje y sobre las competencias.

Mediante el instrumento de observación participante se indaga por dos aspectos esenciales: la actitud, disposición e influencia de los OAI en los estudiantes, y el segundo, el desarrollo de habilidades de aprendizaje a partir de la aplicación de esta estrategia. En síntesis, la «Observación participante estructurada. Dirigida a estudiantes» establece la incidencia que el desarrollo de la presente investigación tiene en los procesos de enseñanza aprendizaje de las matemáticas de las Instituciones Educativas Débora Arango Pérez de Medellín y Primitivo Leal La Doctora de Sabaneta.

Como complemento al registro de la observación en mención, se aplicó el instrumento «Registro de entrevista estructurada. Dirigida a docentes», con el propósito de determinar la percepción que estos tienen en cuanto a la influencia de los OAI, en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas escolares. Asimismo, la entrevista estructurada permite conocer la opinión de los docentes, apoyada en lo ocurrido en el aula de clase y su propia experiencia sobre los aportes que los OIA hacen al proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas.

Los insumos obtenidos a partir de los estudios descritos permitieron conocer, en el caso de las pruebas estandarizadas diagnóstica y final, cómo se refleja en la práctica de aula e influye en el proceso de aprendizaje de Básica Primaria de estas escuelas, el uso de Objetos Interactivos de Aprendizaje en la adquisición de competencias básicas, en matemáticas.

El proyecto partió con la conformación del grupo de estudio integrado por los investigadores, tanto de la *Institución Universitaria Pascual Bravo* como de las dos escuelas, en las cuales se intervino la parte práctica de la investigación.

De este modo, la presente investigación se apoyó en el diseño de elementos pedagógicos, sustentados en medios didácticos interactivos para determinar qué tanto y cómo contribuyen al desarrollo de competencias básicas en matemáticas, y poder

establecer así un procedimiento o modelo de intervención pedagógica para la enseñanza de esta ciencia, por medio de los OIA en las escuelas, y que apoye el mejoramiento de la comprensión de los conceptos matemáticos.

A continuación, se señalan cada uno de los instrumentos aplicados durante el proyecto de investigación, en forma cronológica, dejando claro que el presente artículo no profundiza cada uno de

estos, sino que se presentan para producir una idea general del proceso investigativo. Igualmente, se centra la discusión en el impacto de los OIA como estrategia de aprendizaje y enseñanza, que afecta el promedio académico y el desarrollo de competencias en las matemáticas escolares, para lo cual es relevante la opinión de los docentes y los estudiantes, que se refleja en la entrevista estructurada y la observación participante.

Tabla 1. Instrumentos aplicados durante el transcurso de la investigación

Id	Fecha	Instrumento	Descripción
1	Agosto de 2014	<i>Metaplan</i>	<i>El metaplan</i> es una metodología alemana que posibilita la participación de todos los asistentes de manera equitativa y anónima, lo que permite tranquilidad para hacer parte de ella. Los pasos que se desarrollaron en el metaplan conforman, por un lado, un diagnóstico (estado actual en cuanto a TIC y a investigación), pero además unos resultados prospectivos (propuestas sobre posibles soluciones a los problemas encontrados). <i>El Taller de metaplan</i> es de cuatro horas, con docentes y estudiantes de las dos escuelas, para determinar logros y dificultades en el proceso de apropiación de las TIC en las escuelas innovadoras.
2	Octubre de 2014	Planes de estudio de matemáticas de ambas escuelas	Se verifica la existencia de un currículo explícito de Matemáticas, en ambas Instituciones Educativas, para su respectivo análisis y su comparación.
3	Febrero de 2015	Tabla de conceptos matemáticos de grados cuartos y quintos de Básica Primaria	Un paralelo en cuanto a contenidos, además de acordar con los docentes las temáticas a abordar en ambos contextos, durante la investigación y en tiempos aproximados. Este proceso es el que permite decidir acerca de cuáles son los OIA más adecuados conforme a las temáticas definidas.
4	Marzo de 2015	Objetos Interactivos de Aprendizaje –OIA-	Adaptación y selección de los OIA con base en las temáticas curriculares, definidas institucionalmente para trabajar por medio de este recurso digital, creados mediante <i>Descartes JS</i> .
5	Abril de 2015	Entrevista de caracterización docente	Obtener información con respecto a la práctica pedagógica por los docentes de las escuelas innovadoras objeto de estudio, en cada una de las fases de intervención del proyecto de investigación, y que puedan repercutir en el desempeño de los estudiantes. En síntesis, un diagnóstico preliminar de las actitudes y aptitudes de los docentes, antes de iniciar la investigación, como punto de partida.
6	Abril de 2015	Caracterización estudiantes	Se busca adquirir información personal, familiar, educativa y cultural de los estudiantes de cuarto y quinto grado de las escuelas seleccionadas, con la intención de identificar el uso de estrategias y recursos informáticos, para determinar el uso e impacto de las TIC en la vida de los estudiantes, y determinar factores o variables que afectan el promedio académico.

Id	Fecha	Instrumento	Descripción
7	Mayo de 2015	Prueba Diagnóstica Estandarizada	Se aplica a los estudiantes de cuarto y quinto de Básica Primaria, de ambos contextos educativos, para determinar el nivel de partida, el dominio, los conocimientos previos y las competencias matemáticas, que se tengan como punto de referencia, antes de iniciar la intervención con los OIA.
8	Julio de 2015	Observación participante. Estructurada grupos de experimentación	Se hacen siete observaciones en cada una de las escuelas durante los meses de julio, agosto y septiembre, y se toma una muestra representativa de seis estudiantes por grupo, en forma aleatoria, bajo la supervisión de los docentes, y después de finalizar cada sección se diligencia un formato en donde se indaga tres aspectos: la actitud, la disposición y el desarrollo de habilidades en los estudiantes, para determinar cualitativamente la incidencia de los OIA, en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas.
9	Julio de 2015	Entrevista estructurada para docentes de grupos experimentales	Se asumen siete entrevistas en cada escuela, durante los meses de julio, agosto y septiembre, una por clase con observación participante, con el propósito de determinar el impacto de los Objetos Interactivos de Aprendizaje OIA, en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas escolares, se constituyó en una fuente de información que permitió construir o formular teoría acerca de la pertinencia de esta estrategia como procedimiento o recurso digital en el aula.
10	Octubre de 2015	Observación participante estructurada. Grupos de Control	Encuesta para una muestra representativa de seis estudiantes, aproximadamente, con la observación de los docentes, a cargo de estos grupos, para determinar la incidencia de las formas, medios y recursos habituales en los procesos de enseñanza aprendizaje de las matemáticas, de los grados cuarto y quinto de Básica Primaria, indagando tres aspectos esenciales: la actitud asumida por los estudiantes, ante los medios o recursos didácticos de enseñanza y la influencia que estos ejercen en ellos, el desarrollo de habilidades de aprendizaje y la aplicación y utilidad de este modelo de enseñanza tradicional.
11	Octubre de 2015	Entrevista actitudinal	Encuesta de actitud del docente de matemáticas a cargo de los grupos de experimentación, para conseguir información con respecto al impacto que el desarrollo del proyecto de investigación ha tenido en relación con las actitudes de estos, frente a la enseñanza de las matemáticas por medio de los Objetos Interactivos de Aprendizaje en las escuelas.
12	Octubre de 2015	Experiencia significativa	Encuesta de experiencia significativa aplicada a los docentes de matemáticas de los grupos de experimentación, para analizar la percepción que en su papel de coinvestigadores tienen de la fase de experimentación del proyecto de investigación, como experiencia significativa, aplicada en las escuelas innovadoras objeto del estudio.
13	Octubre de 2015	Prueba final estandarizada	Evaluación final, aplicada tanto a grupos experimentales como grupos de control, para comprobar el nivel de conocimientos y de competencias en matemáticas, adquiridos o afianzados en los estudiantes de cuarto y quinto grado de Básica Primaria, después del proceso de intervención con los Objetos Interactivos de Aprendizaje OIA.

Fuente: autores.

RESULTADOS

Análisis comparativo pruebas estandarizadas diagnóstica y final

Prueba de hipótesis con el estadístico T-Student.

Pruebas de hipótesis para la media de los aciertos en la prueba diagnóstica

Muestra 1: *Institución Educativa Primitiva Leal La Doctora*, 127 estudiantes.

Muestra 2: *Institución Educativa Débora Arango Pérez*, 104 estudiantes

H: los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica para ambas instituciones son diferentes.

Se utiliza el estadístico T-Student para diferentes tamaños muestrales y diferentes varianzas.

Para el cálculo de este estadístico se calculan los grados de libertad, los cuales son necesarios para utilizar la distribución T-Student.

Aquí s^2 es el estimador sin sesgo de la varianza de las dos muestras, n = número de participantes, 1 = grupo uno, 2 = grupo dos.

Para el cálculo de hipótesis se utiliza μ porque la hipótesis es para toda la población, dado que los datos representan una muestra de estudiantes de la escuela, y la hipótesis lo que hace es concluir en general para toda la escuela o sea para toda la población (en estadística la población y la muestra se definen con variable diferente).

$H_0: \mu_1 = \mu_2$	$H_1: \mu_2 > \mu_1$
----------------------	----------------------

H0: los promedios de aciertos en la prueba diagnóstica para las dos escuelas son iguales.

H1: el promedio de aciertos en la prueba diagnóstica es mayor, en la *Institución Educativa Primitivo Leal La Doctora*.

Si t calculada $> t_{\alpha}$ se rechaza la hipótesis

La calculada es el resultado de los cálculos con la fórmula planteada, es el valor del estadístico t en la tabla de distribución con grados de libertad y un nivel de significancia

Aplicados los cálculos correspondientes se tiene que:

t calculada	3.566501245
---------------	-------------

$t_{219; 0.05} = 1.64$, se rechaza la hipótesis

Distribución T- Student con 219 grados de libertad y un nivel de significancia de 0.05. Se rechaza la hipótesis, porque la t calculada es mayor a t_{α} . Por lo tanto, el promedio de aciertos en la prueba diagnóstica es mayor en *Institución Educativa Primitivo Leal la Doctora*.

Prueba de hipótesis para la media de aciertos en la prueba final

Muestra 1: *Institución Educativa Primitiva Leal La Doctora*, 136 estudiantes

Muestra 2: *Institución Educativa Débora Arango Pérez*, 101 estudiantes

H: los resultados obtenidos en la prueba final para ambas instituciones son diferentes.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$	$H_1: \mu_2 > \mu_1$
----------------------	----------------------

H0: el promedio de aciertos obtenido en la prueba final es igual para la *Institución Educativa Débora Arango* y para la *Primitivo Leal La Doctora*.

H1: el promedio de aciertos en la prueba final es mayor en la *Institución Educativa Primitivo Leal La Doctora*.

t	4.950749951
-----	-------------

$t_{219; 0.05} = 1.64$, se rechaza la hipótesis

Prueba de hipótesis para la media de rendimiento en la prueba final y en la prueba diagnóstica

Muestra 1: Prueba diagnóstica, 231 estudiantes.

Muestra 2: Prueba final, 237 estudiantes.

H: los resultados obtenidos en el rendimiento general en la prueba diagnóstica y final para ambas instituciones, son diferentes.

H0: el rendimiento general en la prueba diagnóstica y en la prueba final presentan el mismo promedio de aciertos, para ambas instituciones.

H1: el rendimiento en la prueba final es superior al rendimiento en la prueba diagnóstica.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$	$H_1: \mu_2 > \mu_1$
----------------------	----------------------

t	-8.413976094
-----	--------------

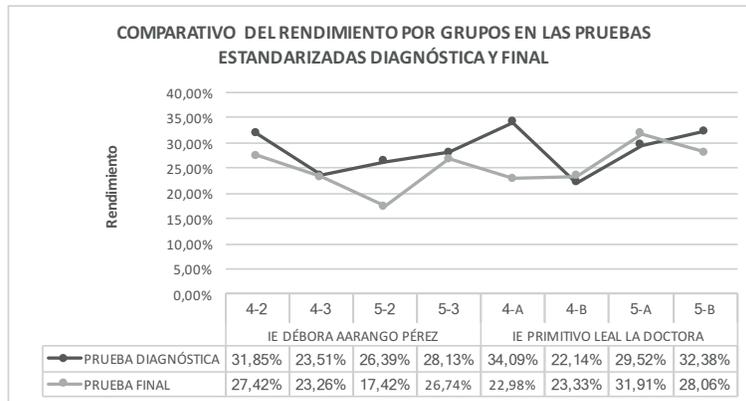
$t_{219; 0,05} = 1.64$, En este caso no se rechaza la hipótesis

Al establecer el análisis comparativo, entre los resultados del rendimiento en las pruebas estandarizadas diagnóstica y final para los conjuntos de grados de las instituciones objeto de estudio (control-experimentación), se establece que hay suficiente evidencia estadística, mediante

la prueba de hipótesis T-Student, de que en ambas instituciones los resultados son diferentes; se encontró que, tanto en la prueba diagnóstica, como en la prueba estandarizada final, la *Institución Educativa Primitivo Leal La Doctora* obtuvo mejores resultados, ya que su promedio de rendimiento fue superior.

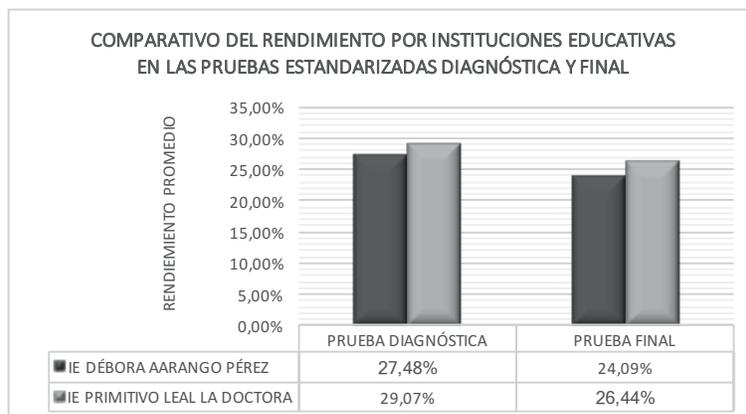
En cuanto a la prueba en que se obtuvo un mejor rendimiento académico, se encontró que no se evidencia cambios significativos en los resultados de la prueba diagnóstica y los resultados de la prueba final.

Figura 1. Promedio por grupos de experimentación y control en ambas pruebas



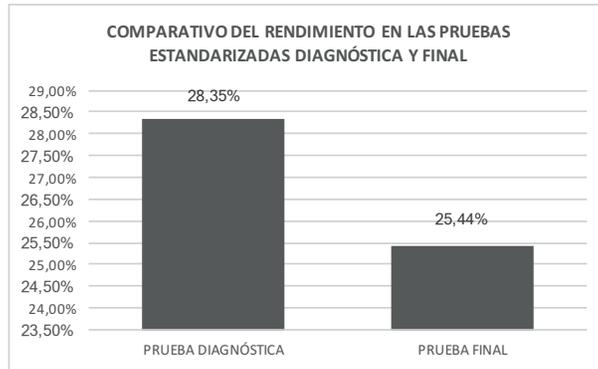
Fuente: autores.

Figura 2. Comparativo prueba diagnóstica y prueba final en ambas escuelas



Fuente: autores.

Figura 3. Comparativo del rendimiento prueba diagnóstica y final en total



Fuente: autores.

Análisis comparativo del rendimiento en la prueba estandarizada final entre grados experimental y de control

Prueba de hipótesis con el estadístico T-Student.

Muestra 1: Resultados generales prueba final Grupos de Control.

Muestra 2: Resultados generales prueba final Grupos Experimentales.

H: los resultados obtenidos en la prueba final entre los Grupos de Control y Experimentación para ambas instituciones tienen diferencias significativas.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$	$H_1: \mu_2 > \mu_1$
----------------------	----------------------

H0: los resultados obtenidos en la prueba final presentan igual promedio de aciertos en los grupos Experimentales que en los Grupos de Control.

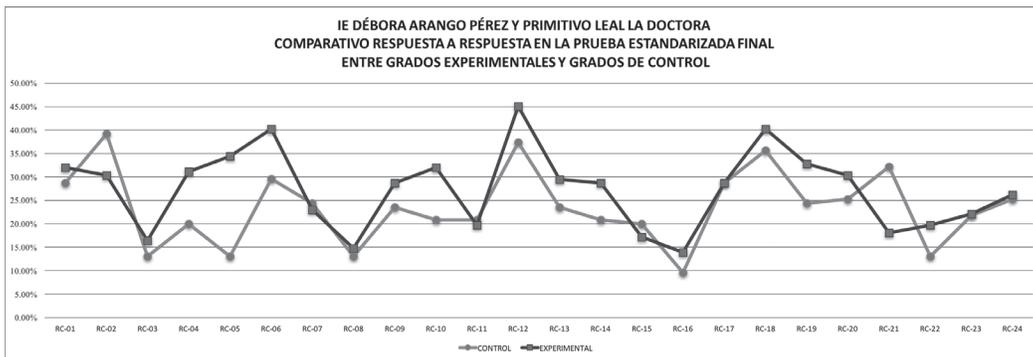
H1: los resultados obtenidos en la prueba final presentan mayor promedio de aciertos en los grupos Experimentales que en los Grupos de Control.

t	2.9125716
-----	-----------

$t_{219; 0,05} = 1.64$, se rechaza la hipótesis.

Al establecer el comparativo del rendimiento en la prueba estandarizada final, entre los grupos sometidos a Experimentación y los Grupos de Control, se encontró, con base en la prueba de hipótesis T-Student, que los resultados en la prueba final son significativamente diferentes para los estudiantes pertenecientes a ambos grupos, y obtuvo un mejor rendimiento el Grupo de Experimentación, esto es, se evidencia el impacto de la intervención con OIA en los estudiantes que hicieron parte del Grupo de Experimentación.

Figura 4. Aciertos grupos de Experimentación y Control



Fuente: autores.

Tabla 2. Porcentaje de aciertos Grupos de Experimentación y Control

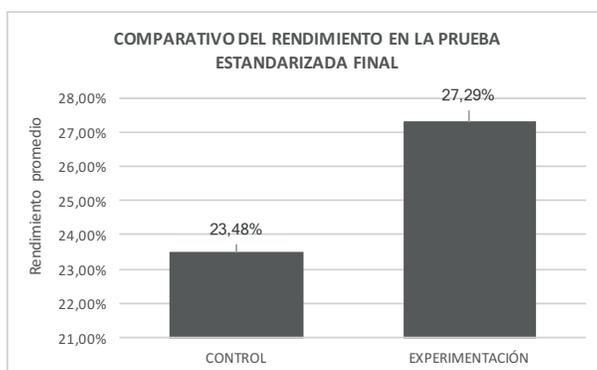
	RC-01	RC-02	RC-03	RC-04	RC-05	RC-06	RC-07	RC-08
CONTROL	28.70%	39.13%	13.04%	20.00%	13.04%	29.57%	24.35%	13.04%
EXPERIMENTAL	31.97%	30.33%	16.39%	31.15%	34.43%	40.16%	22.95%	14.75%
Total general	30.38%	34.60%	14.77%	25.74%	24.05%	35.02%	23.63%	13.92%
	RC-09	RC-10	RC-11	RC-12	RC-13	RC-14	RC-15	RC-16
CONTROL	23.48%	20.87%	20.87%	37.39%	23.48%	20.87%	20.00%	9.57%
EXPERIMENTAL	28.69%	31.97%	19.67%	45.08%	29.51%	28.69%	17.21%	13.93%
Total general	26.16%	26.58%	20.25%	41.35%	26.58%	24.89%	18.57%	11.81%
	RC-17	RC-18	RC-19	RC-20	RC-21	RC-22	RC-23	RC-24
CONTROL	28.70%	35.65%	24.35%	25.22%	32.17%	13.04%	21.74%	25.22%
EXPERIMENTAL	28.69%	40.16%	32.79%	30.33%	18.03%	19.67%	22.13%	26.23%
Total general	28.69%	37.97%	28.69%	27.85%	24.89%	16.46%	21.94%	25.74%

Fuente: autores.

Como puede verse en la Figura 4 y la Tabla 2, al llevar a cabo el comparativo del porcentaje de acierto en cada una de las 24 preguntas de la prueba final, entre el conjunto de grupos de experimentación y de control de las dos escuelas innovadoras, se encuentra que en los grupos de experimentación se presentó una mayor cantidad de preguntas cuyo porcentaje de

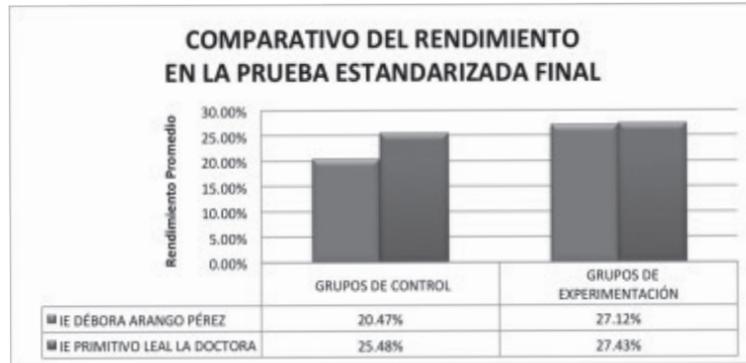
acierto supera al obtenido por los grupos de control. En los grupos de experimentación se obtuvieron 18 preguntas con porcentaje por encima del obtenido en los grupos de control, 10 de ellas con diferencias porcentuales entre 5,1% y 11,2%, y una con diferencia de 21,39%.

Figura 5. Comparativo por grupos de Control y Experimentación en total



Fuente: autores.

Figura 6. Comparativo por grupos de Control y Experimentación diferenciados



Fuente: autores.

Tabla 3. Resultados generales por ítem de evaluación de la Observación Participante dirigida a estudiantes de los grupos de Experimentación

ÍTEM	S	CS	AV	N	NR
Trabaja con autonomía en las actividades y fases que se proponen en el OIA, con base en las orientaciones recibidas con anterioridad por parte de sus docentes	6,03%	44,68%	28,23%	1,67%	19,40%
Dedica tiempo suficiente y necesario a la interacción con el OIA, en procura de desarrollar los diferentes procesos propuestos en él	5,31%	48,00%	27,29%	0,00%	19,40%
Sabe trabajar en equipo, manifestando iniciativa en el aprendizaje colaborativo	5,10%	45,50%	29,17%	0,83%	19,40%
Se propicia el desarrollo de su creatividad al interactuar con el OIA	2,60%	46,33%	31,67%	0,00%	19,40%
Hace el análisis de la información y de las situaciones matemáticas planteadas en el OIA, con el propósito de dar solución a las actividades propuestas	2,92%	44,97%	31,88%	0,83%	19,40%
Desarrolla habilidad para relacionar los números, aplicar las operaciones básicas y hacer corresponder la representación visual o geométrica de un concepto con su representación matemática, al interactuar con el OIA	2,08%	48,83%	28,02%	1,67%	19,40%
Afianza el uso de procedimientos y algoritmos matemáticos, al interactuar con el OIA y tratar de dar solución a las actividades propuestas	2,08%	46,12%	32,40%	0,00%	19,40%
Muestra dominio del lenguaje y simbolismo matemático, relacionados con el contenido del OIA, después de experimentar los procesos de: introducción, exploración, ejercicios y evaluación	4,58%	43,10%	30,42%	2,50%	19,40%
Es capaz de explicar oral y comprensivamente lo propuesto en el OIA y la forma de obtener la solución de las actividades propuestas por él	2,60%	43,10%	33,23%	1,67%	19,40%
Es capaz de resolver problemas relacionados con el contenido matemático del OIA, después de la interacción con este	2,60%	41,95%	36,04%	0,00%	19,40%

Fuente: autores.

Al establecer el comparativo del rendimiento en la prueba estandarizada final, entre los grupos sometidos a experimentación y los grupos de control, se halló que los resultados en la prueba final son significativamente diferentes para los estudiantes pertenecientes a ambos grupos, obteniéndose un mejor rendimiento en el grupo de experimentación (3,81%) (Ver Figura 5).

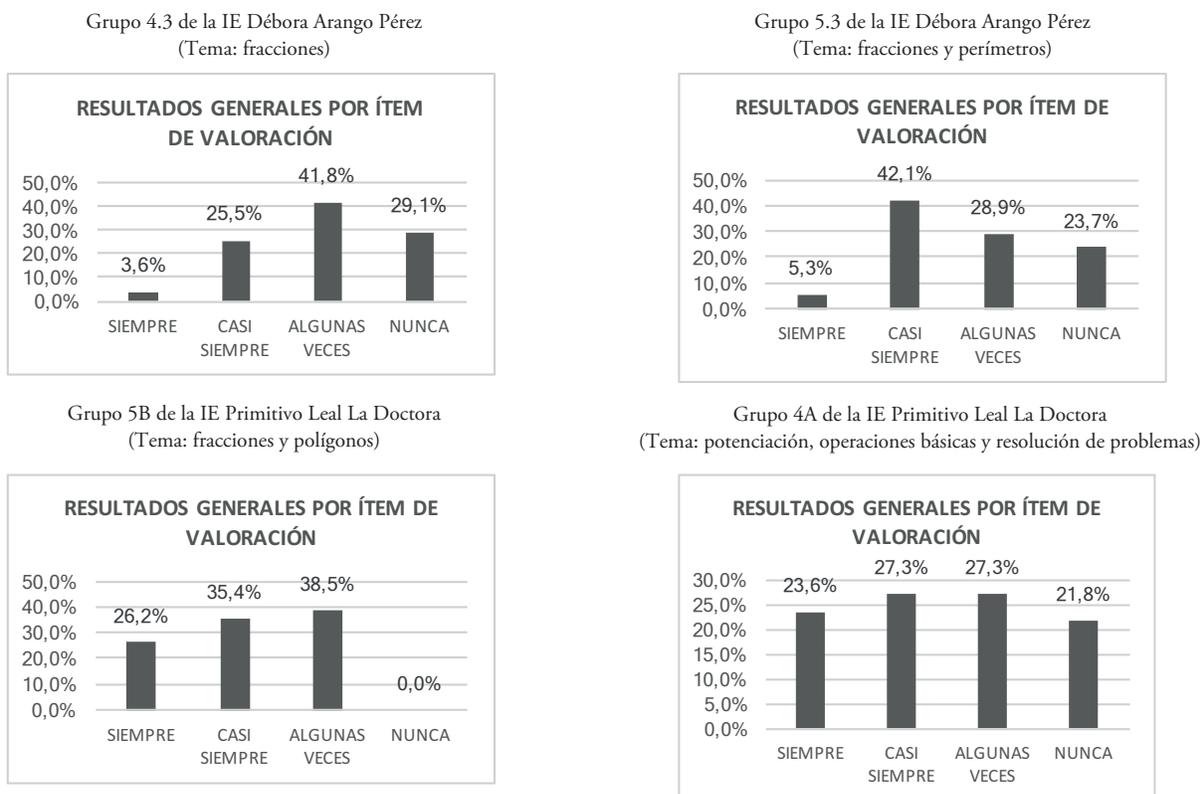
Por otra parte, en cuanto al análisis de la aplicación del instrumento «Observación Participante Estructurada. Dirigida a Estudiantes», se muestra a continuación sus resultados:

En relación con lo desarrollado por los estudiantes seleccionados como muestra, para ser sometidos a observación con respecto al conjunto de ítems que guardan relación con la apropiación de conocimientos

y el desarrollo de competencias matemáticas, puede verse en la Tabla 3 que la valoración asignada de manera general en los registros diligenciados, por parte de las docentes investigadoras, en los grados de experimentación, fue la opción de *casi siempre* (promedio 45,26%) seguida de *algunas veces* (promedio 30,83%), en una escala donde las otras eran *siempre* y *nunca*. Se destaca que el porcentaje asignado a la opción nunca es poco significativo (promedio 0,92%).

En cuanto a lo registrado en relación con los grupos de control en el instrumento Observación Participante dirigida a grupos de Control (Figura 7), se puede destacar que para ambas Instituciones Educativas la valoración del *nunca*, dada en el conjunto de ítems, alcanza porcentajes significativos en tres de los cuatro grupos, con un promedio de 18,65%.

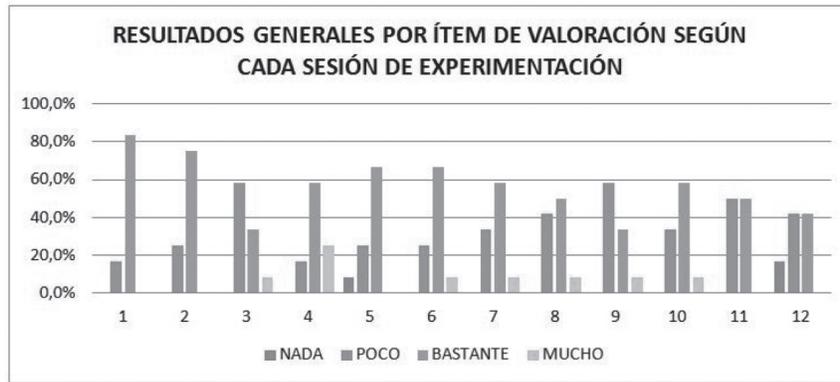
Figura 7. Resultados generales de la Observación Participante dirigida a estudiantes de los grupos de Control



Fuente: autores.

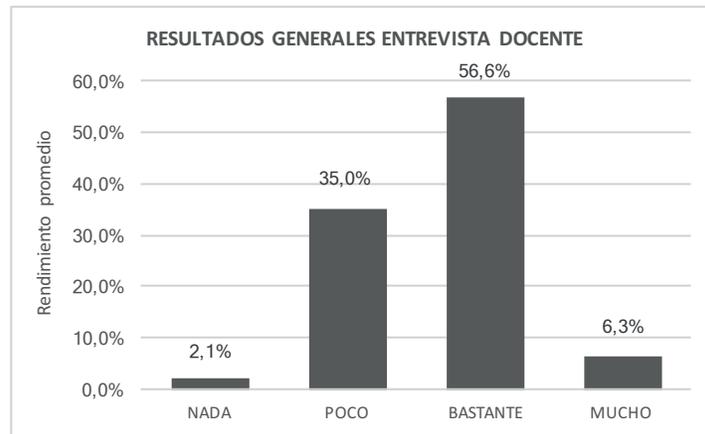
Finalmente, en cuanto al «Registro de Entrevista Estructurada. Dirigida a Docentes», se presenta y analiza los siguientes resultados:

Figura 9. Resultados generales de en la entrevista estructurada dirigida a docentes por ítem de valoración y OAI



Fuente: autores.

Figura 10. Resultados generales en la entrevista estructurada dirigida a docentes



Fuente: autores.

De acuerdo con las Figuras 9 y 10, en la mayoría de ítems sometidos a la apreciación del docente, con respecto a la intensidad y el impacto que produce la intervención de los OIA en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, se aprecia que la valoración predominante es bastante (56,6%), validándose por parte de los docentes entrevistados que esta estrategia de enseñanza agiliza el proceso de adquisición de conocimientos, aporta al desarrollo de las competencias matemáticas, fomenta un cambio en la manera de percibir e interactuar con ellas, estimula la creatividad, fomenta el aprendizaje autónomo, estimula el interés y la motivación por el aprendizaje de las matemáticas escolares.

CONCLUSIONES

No pueden establecerse conclusiones preliminares a partir de la sola observación del comportamiento

o actitud de los estudiantes durante el trabajo con los OIA, ni mucho menos del acompañamiento de los docentes durante el desarrollo de la estrategia, pues estos son apenas algunos factores que pueden incidir en el rendimiento académico, el cual es un problema multifactorial, es decir, se ve afectado por muchas otras variables, tal como aconteció en la *Escuela Primitivo Leal La Doctora*, donde a pesar de las dificultades de infraestructura y dispersión de los estudiantes se obtuvieron mejores resultados.

De esta manera, si se considera el rendimiento académico como un fenómeno multifactorial, puede decirse con respecto a la presente investigación que en los diferentes núcleos temáticos se determinaron preliminarmente posibles variables-factores que inciden en este, y trae como consecuencia problemas o fortalezas en el aprendizaje por parte de los estudiantes que fueron intervenidos, pero que el

presente artículo no aborda el análisis pregunta a pregunta, para determinar las falencias o fortalezas en cuanto a la conceptualización en matemáticas. Al respecto Piñero y Rodríguez (1998); Barbera et al. (2012) y Almeida et al. (2015), señalan factores relacionados con el contexto que inciden en el rendimiento académico, como los socioeconómicos y socioculturales, al igual que los procesos cognitivos y la inteligencia.

La enseñanza de las matemáticas, en el nivel de Básica Primaria, mediante los OIA y la incorporación de la Tecnología en las escuelas y en sus aulas, logra aprendizajes matemáticos significativos y una mayor motivación, no solo de los estudiantes, sino de los docentes participantes, para pasar de una enseñanza puramente tradicional a otra que utiliza los recursos digitales disponibles, sin desaparecer elementos esenciales de la primera.

Tanto docentes como estudiantes valoran de manera positiva el uso de los Objetos Interactivos de Aprendizaje, como medios o estrategia que permite la dinamización de la enseñanza aprendizaje de las matemáticas escolares, aunque advierten las limitaciones en términos de conectividad y medios que se presentaron en ambas escuelas, los cuales dificultan la labor docente e investigativa.

Se puede concluir que, efectivamente, hubo un impacto positivo de la intervención con OAI sobre el proceso de enseñanza aprendizaje y el desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes de los grupos de experimentación de las Escuelas Innovadoras Débora Arango Pérez de Medellín y Primitivo Leal La Doctora de Sabaneta.

Con relación a los resultados de la entrevista estructurada dirigida a docentes, se encuentra que la valoración predominante en relación con los ítems sometidos a evaluación es bastante positiva, con lo cual se valida el impacto de la intervención con OAI sobre el proceso de enseñanza aprendizaje.

Con relación al objetivo que respalda este artículo, se encontró que las habilidades o competencias matemáticas de los estudiantes de los grupos de experimentación, con respecto a los Grupos de Control, son mejores en cuanto a los resultados

obtenidos en la prueba final, a pesar de que las diferencias no son preponderantes, se puede incidir en los procesos de motivación, estudio independiente y colaborativo por parte de los sujetos que constituyeron la presente muestra. Es decir, se pudo concluir su evolución en términos de rendimiento académico y de habilidades de pensamiento, como la observación, la inducción, el razonamiento deductivo y la abstracción en la resolución de los problemas planteados en dicho instrumento.

Lo anterior se pudo constatar mediante análisis estadístico y aplicación de la prueba de hipótesis con el estadístico T-Student, al comparar los resultados obtenidos por los grupos experimentales y de control en las pruebas estandarizadas diagnóstica y final, ya que se pudo verificar los rendimientos académicos y el desarrollo de habilidades y competencias para este tipo de pruebas, que ubican el contexto y aplican el contenido matemático que se trata en la clase, mediante el uso de los OIA y las orientaciones del docente, obteniendo una diferencia porcentual del 8,6% de resultados favorables de los grupos experimentales de ambas escuelas con respecto a los Grupos de Control de las mismas.

Es una necesidad, un cambio de actitud de los maestros que deseen innovar en los procesos de enseñanza aprendizaje, de las matemáticas escolares de la Educación Básica Primaria o inclusive en otros niveles del sistema educativo, por cuanto se requieren nuevas didácticas, pedagogías y metodologías para la enseñanza de las matemáticas; esto también implica un alcance superior de esta investigación, y es que las universidades deben transformar sus planes de estudio para los futuros e inmediatos formadores, y donde este currículo tenga que ver con dotar a los docentes con el manejo de recursos digitales para aplicar en su praxis docente, circunstancia que motiva la creación de modelos de intervención pedagógica a partir de la vivencia en el aula de clase.

REFERENCIAS

Adrián, M. y Salvat, B. G. (2004). Estudio sobre el uso de los foros virtuales para favorecer las actividades colaborativas en la enseñanza superior. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, (5), 6.

- Almeida, L. S.; Guisande, M. A.; Primi, R. y Lemos, G. (2015). Contribuciones del factor general y de los factores específicos en la relación entre inteligencia y rendimiento escolar. *European Journal of Education and Psychology*, 1(3), 5-16.
- Amiel, T.; McClendon, V. J. & Orey, M. (2007). A model for international collaborative development work in schools. *Educational media international*, 44(2), 167-179.
- Angrist, J. & Lavy V. (2002). New evidence on classroom computers and pupil learning. *The economic Journal*, 112, 735-765.
- Araya, N. (2014). Las habilidades del pensamiento y el aprendizaje significativo en matemática, de escolares de quinto grado en Costa Rica. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 14(2), 1-30.
- Aliaga, E.; Orellana, N. y Suárez, J. (2005). Implantación y utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la escuela. *Bordón*, 56(3-4), 443-468.
- Barbera, C. G.; Niebla, J. C.; López, K. D. & Ortega, M. L. (2012). Rendimiento académico y factores asociados. Aportaciones de algunas evaluaciones a gran escala. *Bordón*, 64(2), 51-68.
- Barrera, F.; Maldonado, D. y Rodríguez, C. (2012). Calidad de la Educación Básica y Media en Colombia: diagnóstico y propuestas. *Serie Documentos de trabajo; No. 126*.
- Bennet, A. & Bennet, D. (2007). *Knowledge Mobilization in the Social Sciences and Humanities*. Frost, W.V.: MQI Press.
- Carrera, B. y Mazzarella, C. (2001). Vygotsky: enfoque sociocultural. *Educare*, 5(13), 41-44.
- Carr, M.; Taasobishirazi, G.; Stroud, R. & Royer, J. M. (2011). Combined fluency and cognitive strategies instruction improves Mathematics achievement in early elementary school. *Contemporary Educational Psychology*, 36(4), 323-333.
- Celaya Ramírez, R.; Lozano Martínez, F. y Ramírez Montoya, M. (2010). Apropiación tecnológica en profesores que incorporan las TIC en centros educativos en Educación Media y Superior. *Revista Mexicana de investigación educativa*, 15(45), 487-530.
- Celaya Ramírez, R.; Lozano Martínez, F. y Ramírez Montoya, M. S. (abril - julio de 2010). Apropiación tecnológica en profesores que incorporan recursos educativos abiertos en educación media superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 15(45), 488.
- Cenich, G. y Santos, G. (2005). Propuesta de aprendizaje basado en proyecto y trabajo colaborativo: experiencia de un curso en línea (Spanish). *Revista Electrónica De Investigación Educativa*, 7(2), 1-18.
- Corona F, D. & Leticia González Becerra, B. (2012). Objetos de aprendizaje: Una Investigación Bibliográfica y Compilación. *RED - Revista De Educación A Distancia*, (34), 1-24.
- Del Mora, P. y Neira, M. (2014). Oportunidades de las TIC para la innovación educativa en las escuelas rurales de Asturias. *Aula Abierta*, 61-67.
- Dunleavy, M. & Heinecke, W. F. (2008). The impact of 1:1 laptop use on middle school Math and Science Standardized Test Scores. *Computers in the schools*, 24(3-4), 7-22.
- Elime-Gnomon (2015). *Estudio comparativo del impacto en el rendimiento académico de los estudiantes de Medellín-Duitama, mediante el uso de las TIC, como estrategia mediadora en el proceso de aprendizaje*. Medellín: Fondo Editorial ITM (inédito).
- García Cabrero, B.; Loredó Enríquez, J. y Carranza Peña, G. (2008). Análisis de la práctica educativa de los docentes: pensamiento, interacción y reflexión. *Revista electrónica de investigación educativa*, 10(SPE.), 1-15.
- García, M. G.; López, E. N. y Moreno, M. G. (2003). *Estudio teórico, desarrollo, implementación y evaluación de un entorno de enseñanza colaborativa con soporte informático (cscl) para matemáticas*. Universidad Complutense de Madrid.
- García, S.; Maldonado, D. y Rodríguez, C. (2014). *Propuestas para el mejoramiento de la calidad de la educación básica y media en Colombia*.

- Fedesarrollo. Bogotá: La Imprenta Editores S.A.
- Gaviria, A. y Barrientos, J. H. (2008). Calidad de la educación pública y logro académico en Medellín 2004-2006. Una aproximación por regresión intercuartil. En: *Lecturas de Economía*, Universidad de Antioquia, (68), 121-144.
- Gómez, P. (2005). Complejidad de las matemáticas escolares y diseño de actividades de enseñanza y aprendizaje con tecnología. *Revista EMA*, 10(2/3), 354-374.
- López, J. M. S. (2012). Valoración del impacto que tienen las TIC en Educación Primaria en los procesos de aprendizaje y en los resultados a través de una triangulación de datos. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 11(2), 11-24.
- Murcia, E. y Henao, J. (2015). Educación matemática en Colombia, una perspectiva evolucionaria. *Entre Ciencia e Ingeniería*, (18), 23-30.
- Orjuela, J. (2012). Determinantes individuales de desempeño en las Pruebas de Estado para la Educación Media en Colombia. En ICFES, Estudios sobre la calidad de la educación en Colombia. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Ortiz, G. (2010). *Habilidades básicas del pensamiento*. México: CENGAGE Learning.
- Parra Rozo, O. y Díaz Pérez, V. (2014). Didáctica de las matemáticas y Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Revista De Educación y Desarrollo Social*, 8(2), 60-81.
- Piñero, L. y Rodríguez A. (1998). *Los insumos escolares en la Educación Secundaria y su efecto sobre el rendimiento académico de los estudiantes*. Human Development Department. The World Bank. Latin America the Caribbean regional Office.
- Rodríguez, E. (2002). Concepciones de práctica pedagógica. *Dialnet*, (16), 105-137.
- Sáez López, J. M. (2012). Valoración del impacto que tienen las TIC en Educación Primaria en los procesos de aprendizaje y en los resultados a través de una triangulación de datos. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 11(2), 11-24.
- Sánchez C., L. M. (2014). La literacidad académica: un asunto más allá de los resultados PISA. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, (41), 1-3.
- Santiago Etxeberria, K.; Etxeberria Murgiondo, J. y Francisco Lukas Mujika, J. (2014). Aprendizaje de las matemáticas mediante el ordenador en Educación Primaria. *RIE: Revista De Investigación Educativa*, 32(1), 91-109. doi:10.6018/rie.32.1.168831
- Santrock, J. (2006). *Psicología de la educación*. Segunda edición. México: McGraw-Hill.
- Cervini, R. (2012). El «efecto escuela» en países de América Latina: reanalizando los datos del SERCE. *Education Policy Analysis Archives*, 20(39).
- Tam, M. (2000). Constructivism, instructional design, and technology: Implications for transforming distance learning. *Educational Technology & Society*, 3(2), 50-60.
- Tejedor, J. (2010). Aportaciones de las TIC al desarrollo social. En A. Boza, J. M. Méndez, M. Monescillo & M. De La O. Toscano (Eds.), *Educación, investigación y desarrollo social*. Madrid: Narcea.
- Vargas, B. C. (2014). Utilización de TIC, competencias básicas y calidad de la educación. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 4-37.
- Vigotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Grupo Grijalbo.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS EN INTERNET

- Abreu, J.; Oliveró, M.; Escamilla, O. y Espinosa, J. (2015). *Descartes JS*. Recuperado de <http://descartesjs.org/>
- Araya, N. (2014). *Las habilidades del pensamiento y el aprendizaje significativo en matemática, de escolares de quinto grado en Costa Rica*. Recuperado de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/aie/v14n2/a03v14n2.pdf>
- Dynarski, M.; Agodini, R.; Heaviside, S.; Novak, T.; Carey, N.; Campuzano, L.; Means, B.; Murphy, R.; Penuel, W.; Javitz, H.; Emery, D. & Sussex, W. (2007). *Effectiveness of reading and mathematics*

- software products: Findings from the first student cohort.* Washington D.C.: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences. Recuperado de <http://ctl.sri.com/publications/displayPublication.jsp?ID=773>
- Java Script. Oracle Corporation. Recuperado de: <http://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/jet/overview/index.html>
- Khan Academy. [Portal Educativo]. Recuperado de: <http://es.khanacademy.org>
- Kawulich, B. B. (2006). La observación participante como método de recolección de datos [82 párrafos]. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research* [On-line Journal], 6(2), Art. 43, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0502430>
- La Red Educativa Digital Descartes. Recuperado de: <http://proyectodescartes.org/descartescms/red-descartes>
- Mason, R. (1998): Models of Online Courses. ALN Magazine 2(2) [http://www.aln.org/alnweb/magazine/vol2_issue2/masonfinal.html]
- ICFES, I. C. (s.f.) ICFES, Mejor Saber. Recuperado de ICFES, Mejor Saber: <http://www.icfes.gov.co/resultados/pruebas-saber-resultados>
- Ministerio de Educación Nacional -MEN. (2003) ¿Qué hay que saber de las Competencias matemáticas? Recuperado de: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/article-103987.html>
- Ministerio de Educación Nacional -MEN. (2003). Estándares Básicos de Competencias en matemáticas. Recuperado de: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf2.pdf
- Ministerio de Educación Nacional -MEN. (2011). Colombia Aprende. Sobre Proyectos Colaborativos. Recuperado de: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/productos/1685/article-182146.html>
- Ministerio de Educación Nacional Colombiano -MEN (2006). Objetos Virtuales de Aprendizaje e Informativos. Recuperado de: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-99393.html>
- Piña, J. (2014). La prueba PISA del año 2013. Recuperado de: http://issuu.com/uvintercultural/docs/iisue_perfiles_educativos_no._143
- Proyecto Canals - Canales cartesianos hacia el conocimiento de las matemáticas. (2013). Recuperado de: <http://proyectodescartes.org/canals/index.htm>
- Proyecto EDAD - Educación digital con Descartes. (2013). Recuperado de: http://proyectodescartes.org/EDAD/mat_castellano.htm
- Rodríguez, V. (2004). Acerca de las Competencias Cognitivas. Recuperado de: http://www.facso.uchile.cl/publicaciones/enfoques/08/Rodriguez_Quezada.pdf
- Salvat, B. G. y Adrián, M. (2015). *Estudio sobre el uso de los foros virtuales para favorecer las actividades colaborativas en la enseñanza superior.* Departamento de Teoría e Historia de la Educación Universidad de Barcelona. Recuperado de: http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_05/n5_art_gros_adrian.htm