

<https://doi.org/10.69639/arandu.v13i1.1909>

Impacto de las herramientas tecnológicas en el rendimiento académico de Geometría y Trigonometría: el caso del CBTis 253

Impact of technological tools on academic performance in Geometry and Trigonometry: the case of CBTis 253

Martha Eugenia Ávila Novelo

maestramarthaavila@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8915-3377>

Investigador Independiente
Yucatán, México

Elmy Anahi Méndez Cab

elmyanahi.mendez.cb95@dgeti.sems.gob.mx

<https://orcid.org/0000-0001-8915-3377>

Investigador Independiente
Yucatán, México

Margery Graciela Manzanero Palma

margerygraciela.manzanero.cb95@dgeti.sems.gob.mx

<https://orcid.org/0000-0001-8915-3377>

Investigador Independiente
Yucatán, México

Aida Irasemy Pat Arceo

irasemypat@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8915-3377>

Investigador Independiente
Yucatán, México

Artículo recibido: 10 diciembre 2025 -Aceptado para publicación: 18 enero2026
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de la implementación de herramientas tecnológicas educativas en el rendimiento académico de los estudiantes de la asignatura de Geometría y Trigonometría en el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTis) No. 253 de Chetumal, Quintana Roo. La investigación adoptó un enfoque mixto y descriptivo, fundamentado en la comparación de un grupo control y un grupo experimental integrados por estudiantes de segundo semestre. Como intervención pedagógica, se utilizó el software GeoGebra y Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA), los cuales fueron evaluados mediante el instrumento HEODAR para garantizar su calidad psicopedagógica, didáctica y de usabilidad. La recolección de datos se llevó a cabo a través de una fase diagnóstica, pruebas estandarizadas (Pretest y Postest), y encuestas de satisfacción bajo una escala de Likert. Los resultados revelaron que la integración de GeoGebra incrementó significativamente la motivación

intrínseca de los alumnos y mejoró su rendimiento académico en comparación con los métodos tradicionales. Las conclusiones validan la hipótesis de que el uso crítico de las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital (TICCAD) transforma al estudiante en un ente activo, facilitando una comprensión conceptual profunda y reduciendo las brechas de aprendizaje detectadas en la Educación Media Superior.

Palabras clave: herramientas tecnológicas, rendimiento académico, matemáticas, GeoGebra, educación media superior

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the impact of implementing educational technological tools on the academic performance of students in the Geometry and Trigonometry course at the Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTis) No. 253 in Chetumal, Quintana Roo. The research adopted a mixed and descriptive approach, based on the comparison of a control group and an experimental group composed of second-semester students. As a pedagogical intervention, GeoGebra software and Virtual Learning Objects (VLO) were used, which were evaluated using the HEODAR instrument to ensure their psychopedagogical, didactic, and usability quality. Data collection was carried out through a diagnostic phase using an Ishikawa diagram, standardized tests (Pretest and Posttest), and satisfaction surveys based on a Likert scale. The results revealed that the integration of GeoGebra significantly increased students' intrinsic motivation and improved their academic performance compared to traditional methods. The conclusions validate the hypothesis that the critical use of Information, Communication, Knowledge, and Digital Learning Technologies (TICCAD) transforms the student into an active participant, facilitating deep conceptual understanding and reducing the learning gaps detected in Upper Secondary Education.

Keywords: technological tools, academic performance, mathematics, GeoGebra, upper secondary education

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las matemáticas se define como un proceso complejo en el cual los individuos deben desarrollar una comprensión profunda de conceptos y un dominio técnico de procedimientos. Según Lesh y Doerr (2003, como se citó en Vargas-Alejo et al., 2018), este proceso implica que los estudiantes aborden situaciones que les demanden integrar conocimientos, habilidades y competencias en contextos prácticos y reales. Sin embargo, la realidad educativa actual en México muestra una brecha significativa, con bajos índices de rendimiento académico y una considerable tasa de deserción escolar en la Educación Media Superior (EMS).

La integración de herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas representa un cambio de paradigma fundamental, trascendiendo la mera automatización de cálculos para convertirse en un catalizador del pensamiento crítico y la visualización conceptual.

Bajo el actual modelo educativo se menciona que las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital (TICCAD) deben emplearse de manera crítica y situada, actuando como puentes para que el estudiante transite de un razonamiento cotidiano hacia un pensamiento lógico-matemático más complejo.

Martínez y Camarena (2015) sostienen que es central concebir a la disciplina de las matemáticas como un conjunto de dilemas o preguntas que requieren ser resueltos mediante recursos y estrategias matemáticas, fomentando así el pensamiento crítico. Por otro lado, Moreira (2003) subraya que implementar tecnología requiere una nueva pedagogía donde el estudiante sea involucrado y motivado a establecer estrategias de resolución de forma colaborativa.

La presente investigación se lleva a cabo en el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTis) No. 253, ubicado en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo. Esta institución se distingue por ser el plantel de educación media superior con mayor demanda en la entidad, posicionamiento derivado de su estratégica ubicación geográfica y la pertinencia de su oferta académica. Los resultados de pruebas estandarizadas como PLANEA (2017) muestran que en Quintana Roo el 69.4% de los estudiantes se ubican en el Nivel I (el más bajo) en matemáticas. Como señala Idris (citado por García Retana, 2013), la matemática es vital para el desarrollo cognitivo por sus capacidades de exploración, discusión y predicción; no obstante, el aprendizaje actual suele ser repetitivo y memorístico. Ante esto, surge la necesidad de evaluar el impacto de herramientas tecnológicas para dinamizar las clases.

La integración de herramientas digitales en el aula de matemáticas ha dejado de ser un recurso extraordinario para convertirse en un componente esencial del diseño curricular. Al respecto, Drijvers (2020) sostiene que el uso estratégico de la tecnología permite que los estudiantes transiten con mayor fluidez entre diferentes representaciones matemáticas, lo que facilita una comprensión conceptual más profunda y menos mecánica. En este sentido, la

mediación tecnológica no solo agiliza el cálculo, sino que reconfigura los procesos cognitivos necesarios para la resolución de problemas complejos.

Aun cuando la literatura internacional (e.g., Drijvers, 2020) subraya la relevancia de la mediación digital, en México existe una notable carencia de métricas que den cuenta de cómo se están integrando estos recursos. Con la finalidad de conocer si el uso de las tecnologías afecta en el rendimiento académico de los estudiantes del CBTis No. 253 se formuló la siguiente pregunta central de la investigación: ¿Qué impacto tiene el uso de herramientas tecnológicas en el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura de Geometría y Trigonometría?

Para fines de la investigación el objetivo resulta: Evaluar el impacto que tiene la implementación de herramientas tecnológicas educativas en la asignatura de Geometría y Trigonometría en el rendimiento académico de los estudiantes del CBTis No. 253.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y Variables

La investigación se fundamenta en un enfoque mixto y descriptivo esto con la intención de identificar el rendimiento académico antes y después de la implementación de la tecnología en el aula de clases. Se reconoce que el rendimiento académico es un producto multidimensional afectado por variables internas y externas. De acuerdo con González-Barbera et al. (citados por Lamana-Selva y De la Peña, 2018) definen al rendimiento académico como un producto multidimensional en el que se tiene que considerar una diversidad de variables internas y externas que inciden en el alumno.

Las hipótesis son consideradas guías para la investigación, además de que revelan lo que se trata de comprobar, (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 104), es por lo anterior que se plantea la siguiente: Ho: La implementación de herramientas digitales en la asignatura de Geometría y Trigonometría no incrementa el rendimiento académico de los estudiantes en el CBTis. No. 253.

Se pueden identificar la variable dependiente siendo: el rendimiento académico de los estudiantes y la variable independiente el uso de herramientas digitales en la asignatura de Geometría y Trigonometría.

Población e Instrumentos

La muestra consistió en estudiantes de segundo semestre de la carrera de Programación del CBTis No. 253, quienes presentaban altos índices de reprobación y un bajo rendimiento académico. Se utilizaron instrumentos como encuestas de nivel socioeconómico, dado que factores como el clima educativo del hogar y las condiciones sociales son determinantes en el éxito escolar. Asimismo, se consideraron evaluaciones de aprovechamiento, las cuales, según Martínez y Santos (2009), permiten conocer el avance o retroceso educativo al término de un ciclo.

Tabla 1*Descripción de la población, datos obtenidos a través de Orientación Escolar del CBTis No. 253*

Estudiantes del CBTis No. 253	
Nivel socioeconómico	Medio – Bajo / Bajo
Rango de edades	15 – 18 años
Sexo	H – 603; M – 645

Elaboración propia

Para la elaboración de los instrumentos de recolección de datos se consideraron a los dos actores más importantes en el proceso enseñanza-aprendizaje siendo estos, alumnos y docentes, además de considerar aspectos como la metodología de enseñanza y los recursos didácticos mismos que son abordados en la investigación y que forman parte del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En la investigación se ha abordado el primer instrumento que recibe el nombre de herramienta para la evaluación de objeto didácticos de aprendizaje reutilizables (HEODAR), elaborado por Morales Morgado et al. (2008), la cual tiene como característica más destacable y la implementación que tiene en la plataforma Moddle, la cual es una herramienta de gestión de aprendizaje que más se utiliza actualmente y que permite trabajar con objetos virtuales de aprendizaje, además es la plataforma utilizada en el CBTis No. 253.

El HEODAR fue escogido entre otras herramientas que tienen la misma finalidad, la evaluación de los objetos virtuales de aprendizaje, siendo consideradas el Learning Object Review Instrument (LORI) y el Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching (MERLOT). No obstante, el instrumento seleccionado destaca por su carácter integral, debido a que profundiza en la evaluación de los Objetos de Aprendizaje (OA) desde una perspectiva multidimensional. Esta herramienta no solo contempla las dimensiones psicopedagógica y didáctica, sino que incorpora criterios técnicos esenciales como el diseño de interfaz y la navegabilidad. Por lo anterior, se posiciona como el recurso más completo y pertinente para los objetivos de la presente investigación.

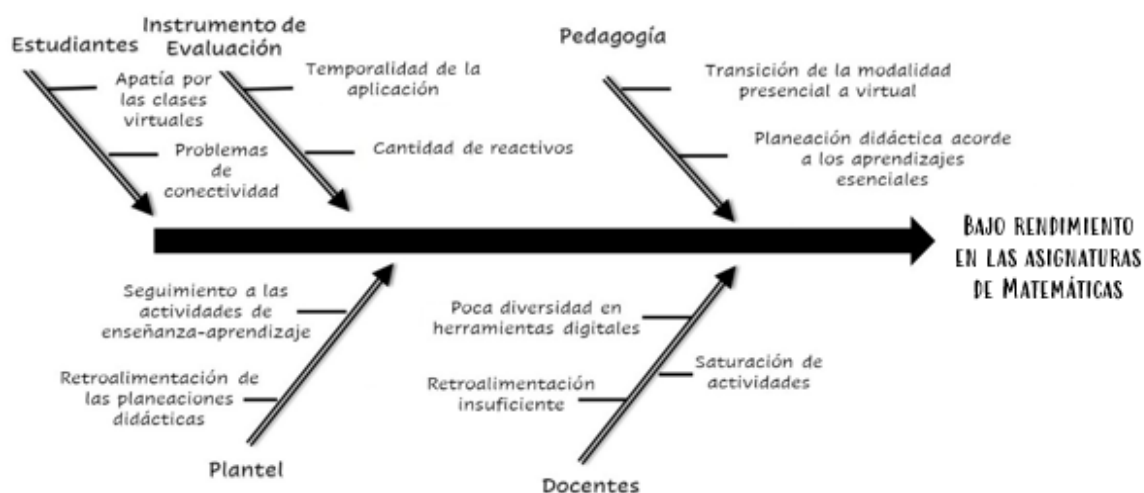
El HEODAR está conformado por tres instrumentos divididos en diferentes categorías acorde a lo que se desea evaluar del objeto virtual de aprendizaje, cada uno de los instrumentos constan de una estructura similar a una escala estimativa que va desde 1 como el nivel más bajo llamado deficiente a 5 como muy alto y utilizando el no saber cómo una de las opciones a utilizar en esta estimación. Para la evaluación del objeto virtual de aprendizaje el instrumento considera criterios como el contexto, objetivos, el tiempo de aprendizaje, los contenidos y actividades y finalmente la retroalimentación. Para la evaluación del diseño de la interfaz se consideran criterios como el texto, imagen, animaciones, multimedia, sonido y video y finalmente para la evaluación del diseño de navegación se consideraron los criterios de página de inicio y navegabilidad.

Procedimiento e Implementación

Para el desarrollo de la investigación primero se incluyó una fase diagnóstica basada en el Diagrama de Ishikawa para detectar causas entre la que destacan la escasa diversidad tecnológica en el aula y la saturación de actividades repetitiva y monótonas.

Figura 1

Diagrama de Ishikawa del Bajo rendimiento en las asignaturas de Matemáticas del CBTis No. 253



Elaboración propia

En el modelo basado por competencias el rol del docente es fundamental para adquisición de conocimientos. "La evaluación dentro del enfoque por competencias prioriza el desempeño y la acción concreta del estudiantado sobre la simple acumulación de información" (Verdejo, 2008).

Se seleccionó el software GeoGebra por su capacidad de innovación y portabilidad en dispositivos móviles. El objetivo es que el docente actúe como facilitador, rompiendo paradigmas tradicionales y eliminando el temor a incluir tecnologías en el aula.

Con la finalidad de verificar que la metodología, así como el diseño de los objetos de aprendizaje correspondan al modelo basado en competencias se utilizará una rúbrica que evalúa el diseño de las planeaciones didácticas y que fue proporcionada por las autoridades de la institución educativa.

En la rúbrica se maneja cuatro descriptores siendo insuficiente con cero puntos el de menor valor y destacado con 10 puntos el de mayor valor, de igual manera los criterios que la rúbrica considera son los siguientes: datos generales de identificación, vinculación del propósito de la planeación y el de los aprendizajes esperados, competencias, transversalidad de los aprendizajes, etapa de apertura, etapa de desarrollo, etapa de cierre, el plan de evaluación, recursos y materiales para favorecer el aprendizaje, siendo este apartado uno de los más importante donde se verificará el uso de herramientas digitales, continuando con los criterios se toma en cuenta el desarrollo de habilidades socioemocionales y la dosificación del tiempo.

Para la evaluación del PreTest y Postest se decidió elaborar una prueba virtual estandarizada, teniendo en cuenta el objetivo, la validez y objetividad al momento de elaborar los 20 reactivos, los cuales son de diferentes tipos como opción múltiple con 4 opciones posibles, relacionar columnas y ordenamiento, todos alineados a los aprendizajes esenciales que debe conocer todo alumno en la asignatura de Geometría y Trigonometría, cabe mencionar que dichos reactivos han sido revisados previamente por la Academia de Matemáticas del CBTis No. 253 y que se realizaron adecuaciones en cuanto a redacción sugeridas por la misma academia. El objetivo principal de la aplicación de este instrumento es conocer el nivel de conocimiento adquirido, por lo que se aplicará antes y después de la implementación de las herramientas digitales a través de los objetos virtuales de enseñanza por lo que conoceremos como afecta el rendimiento académico.

Se realizará un análisis del cumplimiento en las actividades de los estudiantes durante un período de tiempo específico correspondiente al objeto virtual de aprendizaje a evaluar, lo anterior con la finalidad de conocer la interacción que tienen los estudiantes con el OVA, la importancia de este monitoreo radica en que actualmente y bajo la situación que estábamos viviendo con la pandemia causada por el COVID-19 seguimos bajo una modalidad en línea y sin fecha para un retorno a aulas próximo y que esta situación ha incrementado el abandono escolar.

Finalmente, el último instrumento es una encuesta de satisfacción dirigida a los estudiantes con la finalidad de conocer la percepción de los estudiantes sobre los OVA, está conformado por 5 preguntas que son respondidas con una escala estimativa que va de 1 como el valor más bajo y 5 como el más alto, escala de Likert.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

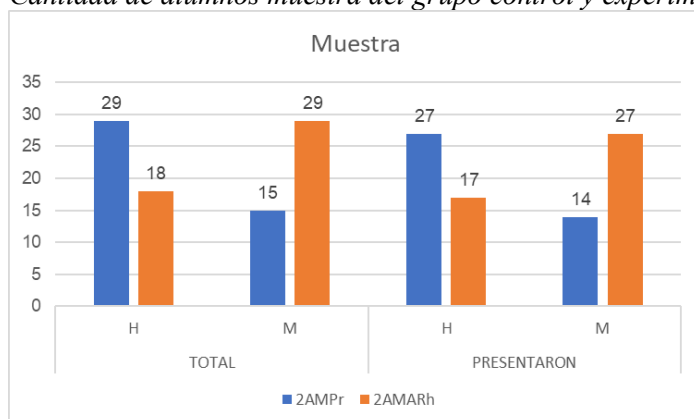
A continuación, se presentan los resultados de las diferentes pruebas aplicadas tanto a los estudiantes, como a los docentes, sin embargo, es importante mencionar que en el caso de los estudiantes a pesar de que en la lista se tienen un determinado número de estudiantes se presentó un problema de ausentismo que no permitió que el total de alumnos presentarán todos los instrumentos destinados para ellos.

Otro punto importante para tener en cuenta sobre la aplicación de los instrumentos en los estudiantes es que se escogieron 2 grupos de segundo semestre correspondientes al turno matutino, siendo el grupo control el 2 “A” de la carrera de Programación y el 2 “A” de Administración de Recursos Humanos al experimental. Es importante mencionar que el grupo control es aquel en el que no se implementó el uso de las tecnologías y en el experimental si se realizó. Se muestra la gráfica que presenta el tamaño de la muestra final.

La prueba de satisfacción se aplicó a ambos grupos a pesar de no estar en contacto con el Geogebra como herramienta de apoyo para el aprendizaje, el docente del grupo control utilizó otras herramientas de acuerdo con su planificación de clases.

Figura 2

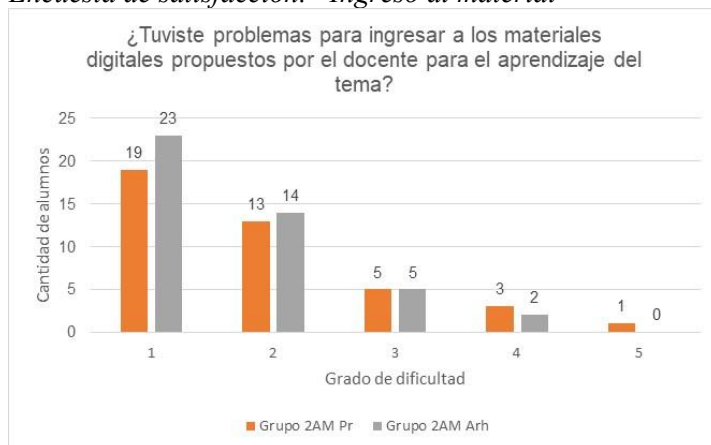
Cantidad de alumnos muestra del grupo control y experimental



Elaboración propia

Figura 3

Encuesta de satisfacción. "Ingreso al material"

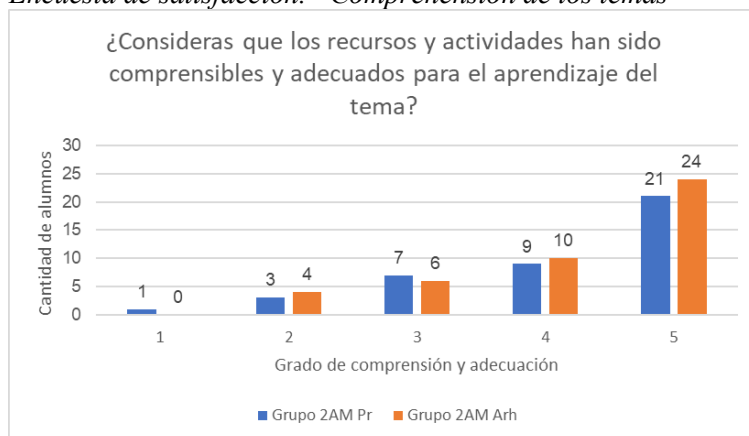


Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en ambos grupos se puede inferir que hubo poca problemática para el ingreso a los materiales digitales por parte de los estudiantes, sin embargo, es significativo mencionar que aún hay estudiantes que tienen problemas con el uso de tecnologías de la información a pesar de ser considerados nativos digitales.

Figura 4

Encuesta de satisfacción. "Comprensión de los temas"

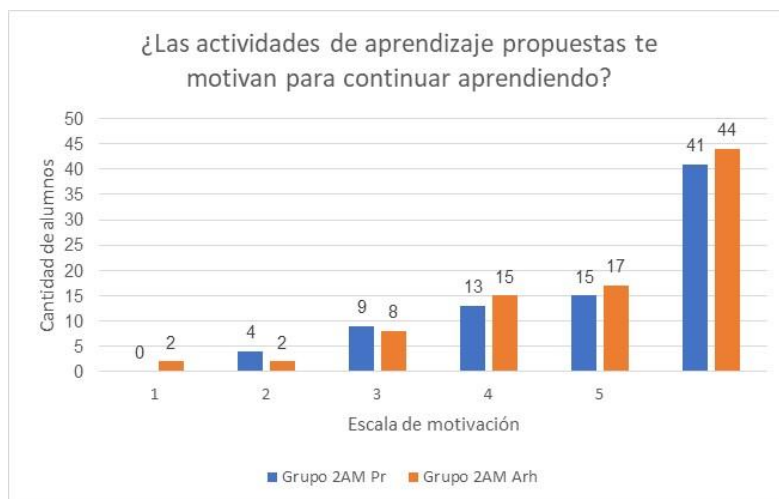


Elaboración propia.

A través del análisis de las respuestas obtenidas, se puede interpretar que un 73.17 % de los estudiantes del 2 “A” de Programación comprende y considera adecuados los recursos y actividades para su aprendizaje, de igual manera un 77.27 % de los estudiantes del grupo 2 “A” de Administración de Recursos Humanos opina lo mismo.

Figura 5.

Encuesta de satisfacción. “Motivación del aprendizaje”



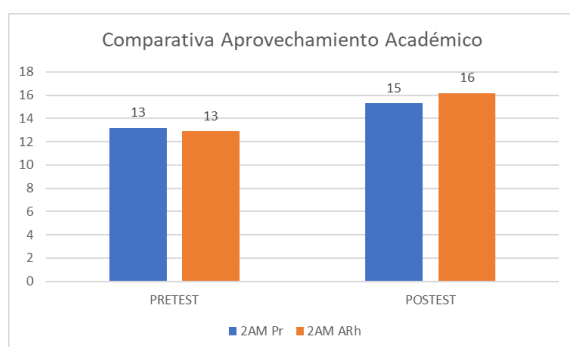
Elaboración propia

Con base en los resultados obtenidos, se puede aseverar que a la mayoría de los estudiantes les parece motivante las actividades propuestas con Geogebra.

Finalmente, sobre la prueba estandarizada, se obtuvieron los siguientes resultados, mismos que fueron validados a través de la comparativa de las medias a través de la prueba t de student en SPSS, obteniendo una mejoría significativa en el grupo experimental,

Figura 6

Prueba Estandarizada



Elaboración propia

CONCLUSIONES

La investigación determinó que factores como la motivación y el contexto actual exigen nuevos mecanismos de enseñanza-aprendizaje. Los resultados iniciales validan la hipótesis de que el uso de herramientas tecnológicas incrementa el rendimiento al transformar al estudiante en

un ente activo y centro del proceso educativo. Finalmente, autores como Frade (2009) resaltan que el docente debe ser autocrítico y capaz de cambiar constantemente su práctica para potencializar el trabajo de sus alumnos mediante estas nuevas herramientas. Sin embargo, tras la implementación de Geogebra, tanto el grupo de control como el experimental presentaron mejoras, con mayor progreso en el grupo que dicha herramienta, lo anterior se debe al trabajo docente que hay detrás y que permite una mejoría en ambos casos.

De acuerdo con los resultados de la investigación evidencian que el uso de herramienta digitales como Geogebra tuvo un impacto positivo en el rendimiento académico y la percepción de los alumnos del CBTis No. 253. Este aumento es significativo, demuestra la importancia de usar herramientas digitales para fortalecer el aprendizaje y fomentar una participación más activa en el aula.

REFERENCIAS

- Drijvers, P. (2020). Digital technology in mathematics education: Core ideas and key dimensions of Michèle Artigue's theoretical work on digital tools and its impact on mathematics education research. En B. R. Hodgson, A. Kuzniak, y J.-B. Lagrange (Eds.), *The Didactics of Mathematics: Approaches and Issues: A Homage to Michèle Artigue* (pp. 123-142). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23505-5_7
- Frade Rubio, L. (2009). *Desarrollo de competencias en educación: Desde preescolar hasta el bachillerato*. Inteligencia Educativa.
- García-Retana, J. Á. (2013). Reflexiones sobre la educación matemática. *Actualidades Investigativas en Educación*, 13(2), 1-13. <https://doi.org/10.15517/aie.v13i2.11736>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Martínez, F., y Santos, A. (2009). *La evaluación del aprendizaje en el aula: principios y aplicaciones*. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE).
- Martínez, M. A., y Camarena, P. (2015). *Estrategias para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de matemáticas*. Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional.
- Morales Morgado, E. M., Gómez Aguilar, D. A., & García Peñalvo, F. J. (2008). HEODAR: Herramienta para la evaluación de objetos didácticos de aprendizaje reutilizables. En *X Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE)*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Moreira, M. A. (2003). ¿Qué aporta internet al aprendizaje colaborativo? *Comunicación y Pedagogía: Nuevas Tecnologías y Recursos Didácticos*, (188), 12-16.
- Lamana-Selva, M. T., y De la Peña, C. (2018). Rendimiento académico en matemáticas y su relación con el autoconcepto en estudiantes de Educación Secundaria. *Revista de Psicodidáctica*, 23(2), 116-123. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2018.01.002>
- Vargas-Alejo, V., Cristóbal-Escalante, G., y Carmona, G. (2018). Competencias matemáticas a través de la implementación de actividades provocadoras de modelos. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 9(24), 213-236. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2018.24.288>
- Verdejo-Espinoza, P. (2008). *Modelo para el diseño de la evaluación de competencias*. Universidad Autónoma de Yucatán.