https://doi.org/10.29197/cpu.v22i43.644

El rol pedagógico del laboratorio de matemáticas en el desarrollo de competencias

The Pedagogical Role of the Mathematics Laboratory in the Development of Competencies

Dirwin Alfonzo Muñoz Pinto[1]

Jesús Ramón Guillén Ruiz[2]

Resumen

Un laboratorio de matemáticas es un espacio que combina materiales manipulativos, recursos tecnológicos y estrategias prácticas, para que los estudiantes exploren conceptos matemáticos de forma activa y experimental. El presente artículo pretende sintetizar la literatura de los últimos ocho años sobre el uso combinado de materiales didácticos manipulativos y herramientas tecnológicas, en la enseñanza de polinomios y sus propiedades educativas. La metodología utilizada sigue las directrices del protocolo PRISMA, en interés de garantizar rigor y transparencia en la selección de estudios. Para los fines, se llevaron a cabo búsquedas en dos bases de datos académicas (Google Académico y Redalyc) mediante ecuaciones bibliográficas específicas, lo que resultó en un total inicial de 505 estudios que luego fueron filtrados mediante el diagrama de flujo PRISMA hasta quedar establecido un listado de 27 artículos, tomando en cuenta criterios temáticos, año de publicación e idioma de escritura. Los estudios seleccionados permiten realizar comparaciones sobre el impacto de los laboratorios de matemáticas como una estrategia pedagógica para mejorar la comprensión de conceptos matemáticos en estudiantes de secundaria. Los resultados de la revisión sugieren que el uso de laboratorios de matemáticas promueve un aprendizaje activo y el desarrollo de la criticidad, además de que fomenta una mayor aplicabilidad de los conceptos abstractos en situaciones prácticas, con mejora significativa para el rendimiento académico de los estudiantes.

Palabras clave: laboratorio, matemáticas, materiales didácticos, polinomios, tecnología.

1 Doctor en Ciencias mención Matemáticas, docente de tiempo completo en el Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña (ISFODOSU). Para contactar al autor: dirwin.munoz@isfodosu.edu.do

2 Doctor en Matemáticas, docente de tiempo completo en el Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña (ISFODOSU). Para contactar al autor: jesus.guillen@isfodosu.edu.do

ISSN (en línea): 1814-4152 / Sitio web: **http://cuaderno.pucmm.edu.do**

CÓMO CITAR: Muñoz, D. y Guillén, J. (2025). El rol pedagógico del laboratorio de matemáticas en el desarrollo de competencias: una revisión PRISMA. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria, 22*(43), 44-61. https://doi.org/10.29197/cpu.v22i43.644

Esta obra está bajo la licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

Abstract

A mathematics laboratory is a space that combines manipulative materials, technological resources and practical strategies for students to explore mathematical concepts in an active and experimental way. This article aims to synthesize the literature of the last five years on the combined use of manipulative didactic materials and technological tools in the teaching of polynomials and their educational properties. The methodology used follows the guidelines of the PRISMA protocol, in the interest of guaranteeing rigor and transparency in the selection of studies. For this purpose, searches were carried out in two academic databases (Google Scholar and Redalyc) by means of specific bibliographic equations, which resulted in an initial total of 505 studies that were then filtered by means of the PRISMA flowchart until a list of 27 articles was established, taking into account thematic criteria, year of publication and language of writing. The selected studies allow comparisons to be made on the impact of mathematics laboratories as a pedagogical strategy to improve the understanding of mathematical concepts in high school students. The results of the review suggest that the use of mathematics laboratories promotes active learning and the development of criticality, in addition to fostering greater applicability of abstract concepts in practical situations, with significant improvement for students' academic performance.

Keywords: *laboratory, mathematics, didactic materials, polynomials, technology.*

Introducción

El auge que ha tenido la presencia de la tecnología en la educación, sobre todo en la enseñanza de las matemáticas, ofrece variadas opciones a considerar como fuentes de motivación e interés. Es importante que el personal docente cuente con herramientas didácticas digitales y manipulativas para introducir al estudiante en aquellos conceptos matemáticos que por años han sido el terror de muchos, y la República Dominicana no es la excepción en ese sentido. Un artículo publicado en el Listín Diario, indica que la evaluación mundial de "la prueba PISA 2022 coloca a la República Dominicana por debajo de la media en matemáticas, lectura y ciencia, aunque el país aumentó 16 puntos a diferencia de 2018" (Payano, 2023, párr. 2). De hecho, ocupa los últimos lugares en estos resultados. El Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE) también muestra datos verdaderamente alarmantes: solo un 7 % de los niños de tercero de primaria tiene un buen dominio de las matemáticas, mientras que en sexto de primaria dicho porcentaje apenas llega al 2 % (UNESCO, 2021). En el caso de la educación universitaria, se carece de pruebas diagnósticas oficiales que evalúen el perfil de egreso.

En un esfuerzo por abordar esta dificultad, se consideró de interés la creación de un laboratorio de matemáticas en un centro educativo, con el objetivo de brindar a los estudiantes un entorno práctico y dinámico para mejorar su comprensión en esa asignatura. La iniciativa surge de un proyecto que se está ejecutando en el Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, donde fue identificada la necesidad de explorar nuevas estrategias pedagógicas que favorezcan el aprendizaje de los estudiantes en áreas clave de las matemáticas.

Con el propósito de profundizar en la temática abordada, nace la necesidad de realizar el presente trabajo de revisión bibliográfica, la cual forma parte de un artículo de investigación de corte cuantitativo

que se está realizando en un centro educativo de República Dominicana. La población bajo estudio abarca estudiantes del segundo ciclo de secundaria y el tema que se está tratando corresponde a los distintos métodos de factorización de polinomios, expuesto a través de 7 talleres. Por ello, para reforzar dicha investigación, existe el interés de indagar qué tanto se ha investigado el uso de laboratorios para la enseñanza de esta área, lo cual explica la importancia de la revisión. Así se ha reconocido la relevancia de revisar la literatura disponible mediante el protocolo PRISMA.

El referido laboratorio es un espacio físico donde se procura que el docente explique ciertos conceptos matemáticos usando diferentes materiales didácticos manipulativos, a los cuales se agregan recursos tecnológicos, como videos, que presentan explicaciones relativas a los temas tratados. De este modo los estudiantes replican con los materiales manipulativos lo que observan en los videos y se les facilita obtener un aprendizaje significativo.

Contar con un laboratorio de matemáticas en todos los niveles educativos, incluyendo la universidad, aporta a los docentes distintas herramientas didácticas que les permiten complementar sus métodos de enseñanza para lograr en sus estudiantes un aprendizaje significativo de los conceptos matemáticos. Mediante el uso de materiales manipulativos, los estudiantes no solo comprenden a fondo los conceptos, sino que logran interiorizar la aplicabilidad de lo aprendido, dejando a un lado el mal hábito de estudio de memorizar fórmulas sin entender a cabalidad sus orígenes y aportes.

Todo lo expuesto anteriormente está vinculado a las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué materiales didácticos y manipulativos han demostrado ser efectivos en la enseñanza de polinomios en los últimos cinco años?
2. ¿Cómo se ha integrado la tecnología, específicamente el software GeoGebra, en el aprendizaje de polinomios y sus propiedades en la educación secundaria?
3. ¿Qué beneficios o limitaciones se han observado al combinar materiales manipulativos y tecnológicos en el aprendizaje de polinomios?
4. ¿Existen estudios que comparen la efectividad del uso combinado de materiales manipulativos y GeoGebra con métodos de enseñanza tradicionales en el aprendizaje de polinomios?

En consecuencia, el objetivo de esta revisión bibliográfica es sintetizar la literatura de los últimos ocho años sobre el uso combinado de materiales didácticos manipulativos y herramientas tecnológicas, como GeoGebra, en la enseñanza de polinomios, al igual que determinar sus propiedades educativas. Se pretende identificar las estrategias más efectivas, los beneficios reportados y las limitaciones que enfrentan los docentes en la aplicación de estos recursos, para determinar su incidencia en el aprendizaje de los estudiantes en el contexto de educación secundaria.

En lo sucesivo, el lector encontrará los métodos usados en esta revisión, la estrategia de búsqueda y el proceso de selección, así como los criterios de inclusión y exclusión, junto con un diagrama de flujo proporcionado por el método PRISMA, que resume el proceso de selección de artículos. Posteriormente, se muestran los resultados, los cuales incluyen algunas gráficas y tablas donde el lector encontrará la distribución de artículos por año, los tipos de publicación recogidos y la distribución geográfica de los artículos en cuestión. Al final, se presentan las conclusiones con la bibliografía usada.

Metodología

La presente revisión bibliográfica se realizó siguiendo las directrices del método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Moher et al., 2010), el cual garantiza un proceso riguroso y transparente en la selección y el análisis de la literatura disponible. La metodología se desarrolló en cuatro etapas: identificación, cribado, elegibilidad y selección final, utilizando dos buscadores académicos: Google Académico y REDALYC.

Estrategia de búsqueda

Para la recopilación de información, realizada hasta abril de 2024, se buscaron artículos en Google Académico y el Sistema de Información Científica (REDALYC) mediante ecuaciones bibliográficas avanzadas, relacionadas con el tema de investigación y utilizando la Lógica Booleana a través de los conectores *"and"* y *"or"*. En Google Académico se filtraron los artículos mediante la ecuación bibliográfica: *"laboratorio de matemáticas" and "materiales didácticos"*, para un resultado total, después de la búsqueda, de 229 artículos relacionados con el tema. En (REDALYC) se realizó el mismo procedimiento, con la diferencia de que la ecuación bibliográfica que se introdujo fue *"laboratorio de matemáticas" and "materiales didácticos" or "polinomios"*, para un total de búsqueda de 276 artículos.

Estas ecuaciones se aplicaron con el fin de encontrar estudios que abordaran el uso de laboratorios de matemáticas como estrategia pedagógica y enfocaran su incidencia en el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de secundaria. Se optó por utilizar ecuaciones distintas debido a que cada base de datos utiliza un lenguaje controlado diferente (por ejemplo, MeSH en PubMed o Thesaurus en ERIC). Cambiar la ecuación permite adaptar los términos de búsqueda para alinearlos con el vocabulario específico de cada base, además de que algunas bases de datos no reconocen ciertos operadores o formatos de ecuación, por eso ajustar la sintaxis asegura resultados más precisos.

Proceso de selección

En la etapa de identificación, se recuperaron 505 artículos en ambas bases de datos, los cuales se sometieron a un proceso de eliminación de duplicados y se descartaron aquellos estudios no aptos por las herramientas de automatización, por lo cual la lista se redujo a 473 artículos. En la etapa de cribado, se analizaron los resúmenes para asegurar que los artículos respondieran a la problemática específica respecto a la incidencia del laboratorio de matemáticas en estudiantes de secundaria en la República Dominicana. Los artículos que no cumplían con los criterios referentes a la educación y antigüedad mínima de 8 años fueron eliminados y el número de estudios quedó en 269.

Durante la etapa de elegibilidad, se excluyeron informes escritos en otro idioma diferente al español, de modo que la cantidad bajó aún más, a 194. Finalmente, en la etapa de selección final, tras una lectura detallada fueron eliminados los que no tenían coincidencia con el título, los que eran de otros tipos de investigación y, por último, los estudios genéricos que no abordaban de manera directa la temática o presentaban limitaciones metodológicas significativas.

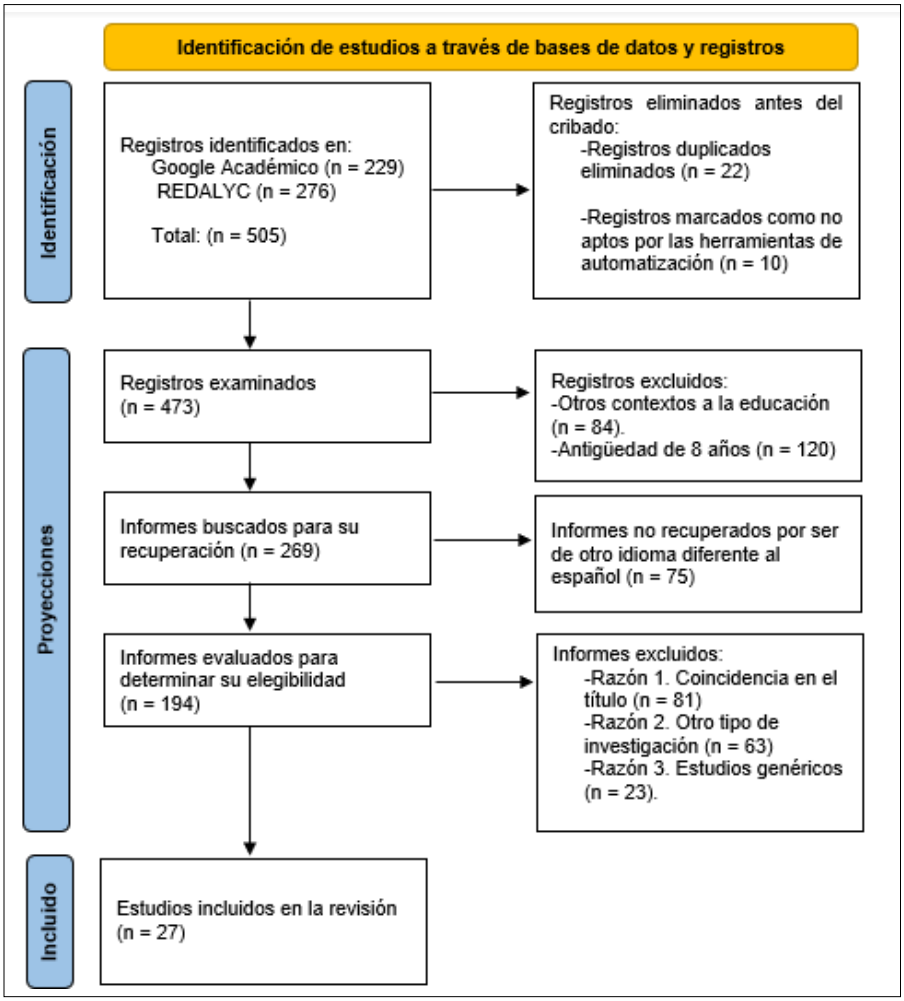
Criterios de inclusión y exclusión

Los estudios incluidos en esta revisión debían cumplir los siguientes criterios:

- Publicados entre 2016 y 2024.
- Relacionados específicamente con el uso de laboratorios de matemáticas como estrategia pedagógica.
- Artículos en español.

Se excluyeron aquellos estudios que no se centraban en la enseñanza de matemáticas en secundaria o que no abordaban la temática del uso de laboratorios, así como los que no se ajustaban a los criterios establecidos. Todas las fases de revisión sistemática están mejor detalladas en el diagrama de flujo presentado en la figura 1.

Figura 1. *Diagrama de flujo PRISMA 2020 aplicado en este estudio*



Nota. Elaboración propia basada en la plantilla de Page et al. (2021).

Resultados

En la tabla 1 se muestran de manera condensada los datos bibliográficos y las características más relevantes de los artículos seleccionados. Más adelante, se desglosan los datos estadísticos relacionados con la distribución geográfica, el año de publicación, entre otros criterios.

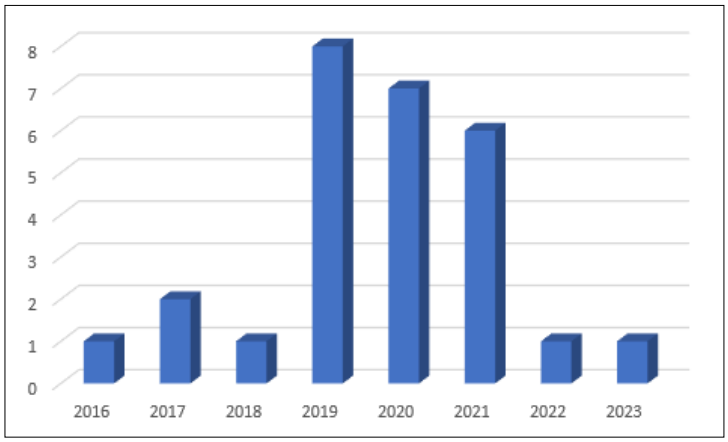
Tabla 1. *Descripción de documentos que conforman la revisión*

N.º	Autores	Año	Tipo de publicación	Tema
1	Alves, C.	2017	Revista indexada	Laboratorio de Matemáticas
2	Amaya, T.	2020	Revista indexada	Materiales y recursos
3	Arteaga, E., Medina, J. y Del Sol, J.	2019	Revista indexada	GeoGebra, un recurso digital
4	Caamaño, R., Cuenca, D., Romero, A. y Aguilar, N.	2021	Revista indexada	Materiales y recursos
5	Chuquihuanca, N., Fernández, M., Campoverde, G., Nieves, C. y Reyes, L.	2021	Libro	Materiales y recursos
6	Cruz, A. y Gamboa, M.	2020	Revista indexada	Materiales y recursos
7	Del Río, L.	2020	Revista indexada	GeoGebra, un recurso digital
8	Delgado, J., Vivanco, C., Ayala, M. y Cuenca, L.	2021	Revista indexada	Materiales y recursos
9	García, V.	2016	Revista indexada	Materiales y recursos
10	García, V.	2018	Revista indexada	Materiales y recursos
11	Hernández, J.	2022	Tesis de grado	Materiales y recursos
12	Leal, S., Lezcano, L. y Gilbert, E.	2021	Revista indexada	GeoGebra, un recurso digital
13	Mariaca, E.	2019	Tesis de postgrado	Materiales y recursos
14	Martín, Y. y Lezcano, L.	2021	Revista indexada	GeoGebra, un recurso digital
15	Niño, J. y Fernández, F.	2019	Revista indexada	Materiales y recursos
16	Ordoñez, J., Coraisaca, E. y Espinoza, E.	2020	Revista indexada	Materiales y recursos

N.º	Autores	Año	Tipo de publicación	Tema
17	Oscco, R., Salome, N., Vilca, W., Olivares, S. y Quispe, M.	2019	Revista indexada	Materiales y recursos
18	Salas, L.	2020	Tesis de postgrado	Materiales y recursos
19	Serafín, M.	2019	Tesis de postgrado	Materiales y recursos
20	Sobrevilla, R.	2019	Tesis de postgrado	Materiales y recursos
21	Torres-Puentes, E.	2023	Revista indexada	Materiales y recursos
22	Tuntuam, S.	2020	Tesis de grado	Materiales y recursos
23	Ulabarry, A. y Velasco, Y.	2019	Tesis de grado	GeoGebra, un recurso digital
24	Vega, M.	2019	Tesis de grado	Materiales y recursos
25	Villarreal, D. E., Vigil, L. C., & Jaramillo, R. I	2021	Revista indexada	Materiales y recursos
26	Villarroel, J. y Romero, J.	2017	Revista indexada	Materiales y recursos
27	Villarroel-Solís, J. y Mazo-Barrera, N.	2020	Revista indexada	Materiales y recursos

Por otro lado, se identificó un total de 27 artículos relevantes para el estudio, distribuidos por año de la siguiente manera: 1 en 2016, 2 en 2017, 1 en 2018, 8 en 2019, 7 en 2020, 6 en 2021, 1 en 2022 y 1 en 2023, como se observa en la figura 2.

Figura 2. *Distribución de artículos por año*



En cuanto a los tipos de publicaciones, la mayoría de los estudios (66.66 %) provienen de revistas indexadas, lo que asegura un rigor académico importante y valida los beneficios del uso de materiales didácticos. Además, un 29.62 de los trabajos corresponden a tesis de licenciatura y maestría, lo que indica que tanto en el ámbito de la investigación como en la formación académica de nuevos profesionales se está dando un enfoque creciente a este tema. Lo dicho anteriormente lo podemos observar en la tabla 2.

Tabla 2. *Tipos de publicación*

Tipo de publicación	Cantidad	Porcentaje
Revistas indexadas	18	62.96 %
Trabajos de tesis	8	33.33 %
Libros	1	3.70 %

En cuanto a la distribución geográfica, la tabla 3 muestra que los estudios provienen de los siguientes países: 2 de México, para un 7.41 %; 5 de Perú, para un 18.52 %; 3 de Brasil, para un 11.11 %; 4 de Cuba, para un 14.81 %; 3 de Ecuador, para un 11.11 %, al igual que Brasil; 1 de España, lo mismo que 1 de Venezuela y 1 de Panamá, para un 3.70 % cada uno, y finalmente 7 de Colombia, para un 25.93 %.

Desde el punto de vista geográfico, se observa que entre los países de donde se extrajeron los estudios, Colombia, Perú y Cuba tienen una destacada participación con un 25.93 %, 18.52 % y 14.81 %, respectivamente. Este hecho resalta la importancia de las políticas educativas locales que buscan mejorar la enseñanza de las matemáticas mediante la innovación pedagógica, especialmente en regiones donde los desafíos educativos son significativos.

Tabla 3. *Distribución geográfica de los artículos bajo estudio*

Países	Cantidad	Porcentaje
Brasil	3	11.11 %
Colombia	7	25.93 %
Cuba	4	14.81 %
Ecuador	3	11.11 %
España	1	3.70 %
Panamá	1	3.70 %

Países	Cantidad	Porcentaje
México	2	7.41 %
Perú	5	18.52 %
Venezuela	1	3.70 %

Síntesis de los hallazgos de la revisión

Según el contenido, los artículos seleccionados se pueden dividir en tres grupos: 19 trabajos que versan sobre materiales y/o estrategias didácticas para la enseñanza de las matemáticas, 3 trabajos que tratan sobre laboratorios para dicha área y 5 que usan el software GeoGebra como recurso tecnológico para los mismos fines. Esto nos hace reflexionar sobre el uso de la palabra "laboratorio", para enseñar matemáticas, ya que el término se asocia generalmente a química, física, biología, medicina y hasta computación, pero no es frecuente usarlo en el ámbito matemático. De hecho, se encuentran muy pocos trabajos que asocien laboratorio con matemáticas.

La unión del uso de materiales didácticos, estrategias para la enseñanza y recursos tecnológicos como complemento en las clases forma lo que se llamaría un laboratorio de matemáticas y lo ideal es que todos estos materiales estén en un espacio destinado a ello y acondicionado con recursos tecnológicos óptimos, en específico para clases de matemáticas. Para entrar de lleno en el tema a exponer, en los siguientes párrafos se abordan de manera resumida las características de cada estudio seleccionado.

Artículos sobre el uso de materiales y recursos

Como se ha mencionado antes, estos artículos se incluyen al considerar que un laboratorio de matemáticas está compuesto, justamente, por un conjunto de recursos manipulativos. El primero de los artículos fue realizado por Torres-Puentes (2023), el cual hace mención de la importancia del uso de materiales didácticos para la enseñanza de las matemáticas. En su trabajo considera diferentes materiales didácticos para el estudio de cada tema de matemáticas a través del método Montessori. Finalmente, el autor considera de vital importancia que se incluya en la formación de docentes de matemáticas el uso de diferentes materiales didácticos y su favorable manipulación de los mismos, de manera que, junto con el método Montessori, puedan complementar la didáctica necesaria para afianzar su formación y preparación.

De igual forma, Cruz y Gamboa (2020), mediante una indagación empírica, revelaron lo necesario para brindar mayor protagonismo a los estudiantes en el proceso de enseñanza actualizando los medios didácticos utilizados. Ellos concluyeron que la implementación de nuevos medios de enseñanza, en combinación con aprendizajes didácticos y variados, aprovechando las nuevas tecnologías, puede perfeccionar de manera significativa el aprendizaje de esta disciplina. En ese mismo orden, Mariaca (2019), usando un enfoque cuantitativo de corte cuasiexperimental, logró concluir que la incorporación y aplicación de materiales didácticos reciclables mejora el aprendizaje

del razonamiento lógico y demostrativo en matemáticas, además de la comunicación y resolución de problemas matemáticos en estudiantes de secundaria.

Por su parte, Niño y Fernández (2019) reflexionaron en su trabajo sobre las alternativas existentes de material didáctico disponible para la enseñanza de conceptos científicos y tecnológicos, los cuales incluyen las matemáticas, debido al auge informático y la incorporación de nuevas tecnologías. Los resultados de su trabajo, que tuvo un enfoque cualitativo de tipo descriptivo, indican que, a pesar de que existe una gran variedad de propuestas didácticas disponibles, sobre todo en internet, también existen muchas con ciertas desventajas o enfocadas erróneamente, que, en lugar de ayudar, pondrían en riesgo un aprendizaje de calidad. Es, por tanto, responsabilidad del docente seleccionar aquellas que mejor se adapten al tema enseñado y al grupo en cuestión.

Serafín (2019) realizó una propuesta didáctica para sumar y restar polinomios con coeficientes enteros. En ella considera de vital importancia la labor del docente en la incorporación de materiales didácticos para lograr la participación activa del estudiante en su proceso de aprendizaje y efectuar tareas de manera autónoma en estas operaciones de suma y resta de polinomios con coeficientes enteros.

Por su parte, Ordoñez et al. (2020) dan a conocer en su artículo el uso de recursos didácticos empleados por los docentes para promover el interés de los estudiantes en las matemáticas. Ellos se concentraron en métodos teóricos como el de análisis y síntesis, al igual que el histórico-lógico y el estudio de campo, para concluir que la mayoría de los docentes usa solamente el pizarrón como medio de enseñanza debido a la falta de un espacio y materiales didácticos necesarios para tal fin. En tal sentido, ratificaron que hay un predominio en la implementación de métodos tradicionales por parte de los docentes, lo que ocasiona que los estudiantes presenten deficiencias en el dominio de habilidades básicas y dificultad al momento de analizar y comparar figuras cognitivas.

Asimismo, Delgado et al. (2021) presentaron una investigación de carácter cuantitativo, con el objetivo de implementar un ambiente Montessori para el aprendizaje de cuerpos tridimensionales. Según los resultados obtenidos, el ambiente Montessori, el cual se puede relacionar perfectamente con un laboratorio de matemáticas, mejoró significativamente el rendimiento académico de los estudiantes, al permitir el fortalecimiento de las relaciones interpersonales y con la naturaleza. Esto deja notar, una vez más, que es vital la creación de más ambientes didácticos destinados para la enseñanza – aprendizaje en los distintos centros educativos.

Salas (2020), en su trabajo de tesis, realizó una investigación de tipo preexperimental, en la cual analizó una sola variable administrando un tratamiento o estímulo a un único grupo control en la modalidad de preprueba-posprueba, con el objetivo de conocer la influencia del uso de los materiales didácticos en el aprendizaje de las matemáticas. En su trabajo concluye que la implementación de materiales didácticos acrecienta el nivel académico de los estudiantes en cursos de matemáticas, ya que favorece un aprendizaje significativo, lo cual incluye obtener un mejor aprendizaje de problemas de forma y movimiento. Finalmente, determina que el uso de materiales didácticos variados mejora notablemente el aprendizaje de las matemáticas al crear un ambiente agradable, además de fortalecer las relaciones entre otros estudiantes.

Hasta ahora se ha visto la importancia de usar materiales didácticos como apoyo en la enseñanza de las matemáticas, pero cabe señalar, de todos modos, que eso depende en gran parte de la buena disposición que tenga el docente para usarlos y saber cómo usarlos. En ese sentido, el presente trabajo se alinea completamente con lo establecido por Chuquihuanca et al. (2021) en su investigación. Ellos se basan en el manejo que debe tener el docente en cuanto a diseñar materiales didácticos adecuados que faciliten el desarrollo de capacidades en matemáticas. Lo que se busca es que dichos materiales sean diseñados y creados por el mismo docente, con el fin de que sean manipulados por los estudiantes para una mejor comprensión y desarrollo de capacidades en el área de matemáticas, de la mano con la tecnología. Con igual sentido, Caamaño et al. (2021) presentaron un diagnóstico sobre el empleo de los materiales didácticos en un centro educativo de la ciudad de Machala, donde se realizó un estudio de caso sustentado en la observación científica, el análisis documental y la triangulación de datos. Dentro de las conclusiones expuestas, hicieron la observación de que el uso de materiales didácticos no figuraba en el plan de clase respecto a la planificación y, por lo tanto, no se promovía la creatividad en los estudiantes, de modo que no se captan aportaciones a la construcción del conocimiento. También observaron falta de variedad en los pocos materiales didácticos encontrados y nuevamente se notó predominio del uso del pizarrón para el desarrollo de las clases.

En el mismo orden, Amaya (2020) se concentró en estudiar la faceta epistémica del conocimiento didáctico-matemático de profesores en formación. En su estudio, el cual es netamente cualitativo, infiere que el docente debe dominar a profundidad los contenidos de matemáticas, además de tener dominio de adecuadas estrategias pedagógicas para que, de esta forma, se consiga un equilibrio entre estas dos vertientes.

Por su parte, Oscco et al. (2019) manifiesta que los materiales didácticos son medios de enseñanza necesarios en cualquier asignatura, sobre todo en las ciencias. Ellos desarrollaron una investigación, aplicada con el objetivo general de determinar la influencia del uso de materiales didácticos en el aprendizaje de los estudiantes que estudian para ser docentes de matemáticas. Los resultados que arrojó la investigación, a partir de una muestra de 20 estudiantes con las características antes mencionadas, llevaron a concluir que, a nivel académico en general, los materiales didácticos constituyen una base insustituible en el aprendizaje de las matemáticas, siempre y cuando se usen de manera adecuada, con base en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático para lograr un rendimiento académico notable en los alumnos, al ser las matemáticas en sí fundamentales, tanto para la comprensión de los hechos que nos rodean como para la aplicación derivada de su praxis.

A medida que se busca más literatura referente al tema de materiales didácticos para la enseñanza – aprendizaje, se manifiesta un denominador común, el cual se refiere a que el uso de dichos materiales mejora en gran medida el aprendizaje de los estudiantes en los temas de matemáticas. En concordancia con esto, los resultados obtenidos en una investigación de corte cuasiexperimental realizada por Sobrevilla (2019) demuestran que los estudiantes desarrollan competencias y capacidades fundamentales en los aprendizajes de matemáticas a través del uso adecuado de materiales didácticos. Análogamente, Tuntuam (2020), en su trabajo de tesis, evidenció haber encontrado muchas dificultades en los estudiantes, referentes al aprendizaje de las matemáticas, debido a la escasez de recursos y materiales didácticos en el centro educativo bajo estudio. Más

aún, en la encuesta realizada, los estudiantes manifestaron que les gustaría trabajar con materiales didácticos manuales tales como ábacos, fichas geométricas, cartulinas, etc.

En ese mismo orden, Hernández (2022) encontró acertado en su trabajo de tesis el uso de un *puzzle* algebraico como estrategia didáctica para la resolución de ejercicios entre expresiones algebraicas. Después de realizar un estudio cualitativo de naturaleza exploratoria y de tipo descriptivo, consideró pertinente la estrategia a partir de la visualización geométrica *(puzzle)*, ya que propone al estudiante alternativas en la solución a situaciones con expresiones algebraicas, en contraste con estrategias tradicionales Además, se concluye que el *puzzle* es un recurso útil para favorecer procesos de aprendizaje, siempre que se conciba como una mediación pedagógica. De igual forma, se destacó la ventaja de que despierta interés, mantiene la atención, acerca a conceptos matemáticos claros y precisos y brinda organización en el aprendizaje.

Por su parte, Vega (2019), en su trabajo de tesis, abordó el uso de material concreto para fortalecer la resolución de problemas aditivos de monomios y polinomios. Para su estudio aplicó un test de estilos de aprendizaje tipo VAK (Visual-Auditivo-Kinestésico), que evidenció mayor impacto visual, lo cual motiva a los alumnos a generar el aprendizaje kinestésico. Una de las conclusiones más resaltada fue que el docente cuente con los conocimientos pedagógicos (teoría), además de una constante actualización en cuanto a la educación. Igualmente, es necesario un dominio de lo didáctico (práctica), en el cual exista un constante análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje, con el objetivo de llevar a cabo una intervención docente en función de los saberes del individuo central en la educación, o sea el alumno, en busca de promover en este las competencias y habilidades matemáticas necesarias para lograr un aprendizaje significativo.

Villarroel y Romero (2017) realizaron un estudio comparativo de corte mixto, sobre dos alternativas didácticas para la enseñanza de la suma y resta de polinomios, las cuales son la caja de polinomios y el método tradicional. En dicho trabajo, los autores concluyen que, al aplicarles cada método a grupos distintos respectivamente, se observaron diferencias en cuanto a la dispersión de las notas, aunque en ambos grupos no variaron mucho. Ahora bien, en el caso de la caja de polinomios, los niveles de interacción entre docente-alumno y alumno-alumno superaron ampliamente al método tradicional.

Posteriormente, Villarroel y Mazo (2020) realizaron un estudio comparativo sobre los aprendizajes en los estudiantes del producto y división de polinomios usando la caja de polinomios y la enseñanza tradicional, la cual se basa en explicar, ejemplificar y ejercitar. Su investigación estuvo basada en un enfoque mixto y fue realizada con cuatro grupos de secundaria, aplicando a dos de ellos la caja de polinomios y a los otros dos, la tradicional. Se concluyó que el uso de la caja de polinomios no garantiza que los estudiantes alcancen un buen aprendizaje de los contenidos, pero sí influye positivamente en algunos aspectos del proceso enseñanza-aprendizaje, tales como mejor organización, interés y motivación por nuevos saberes, además de que motiva la participación activa y la interacción entre ellos mismos.

Un año después, Villarreal et al. (2021) realizaron un estudio usando la misma herramienta (caja de polinomios), para determinar el aprendizaje significativo de la multiplicación de monomios y polinomios mediante materiales manipulativos. Estos permiten una visión interactiva del aprendizaje

en los estudiantes, así como interiorizar los conceptos estudiados y aplicarlos en variados contextos. Los resultados del estudio evidenciaron que la guía didáctica aplicada cuenta con un alto nivel de eficiencia, así como también influye positivamente en la enseñanza de multiplicación de monomios y polinomios.

Artículos sobre el uso de GeoGebra: un recurso digital

Como se ha visto hasta ahora, existen muchos trabajos donde hablan de materiales didácticos para la enseñanza – aprendizaje de los estudiantes en diversas áreas, específicamente en matemáticas. Ahora se canalizará mucho más la idea del uso de estos materiales específicamente en el tema que atañe a esta investigación, el cual consiste en la enseñanza de polinomios mediante la creación de un laboratorio de matemáticas implementando el software matemático GeoGebra.

Leal et al. (2021) realizaron una revisión bibliográfica sobre trabajos donde tratan el uso de GeoGebra para la enseñanza de las matemáticas y determinaron que la mayoría de los artículos coincidían en que el uso de esta herramienta como recurso innovador en el aula de clases, por parte del docente, ofrecía una gran ventaja. De inicio, mejoró la atención de los estudiantes por su representación visual, agradable a la vista, además de que incluye diversas herramientas que permiten realizar gráficas de funciones, en dos y tres variables, al igual que muestra de forma clara el cálculo diferencial e integral y la representación de vectores, etc. Refuerzan la idea Martín y Lezcano (2021), quienes expresan que es fundamental el uso de GeoGebra en las clases de matemática, ya que

> su capacidad de representación visual, potencia el camino del conocimiento de lo sensorial concreto a lo abstracto y de este a lo concreto pensado, lo cual sigue la lógica del pensamiento heurístico que el profesor debe potenciar en sus estudiantes (p. 4).

Por otro lado, Arteaga et al. (2019) manifiestan que el uso del software matemático GeoGebra es un elemento mediador entre el estudiante y el conocimiento matemático. En su trabajo aseguran que GeoGebra no solo es un recurso didáctico para comprobar y aplicar lo aprendido, sino que también sirve para descubrir nuevos conocimientos, lo cual es un objetivo fundamental en la enseñanza de las matemáticas De manera parecida lo expresa Del Río (2020), en su trabajo basado en recursos para la enseñanza del cálculo utilizando GeoGebra, en el cual concluye que GeoGebra no es solo un software, sino que es un mundo de posibilidades, tanto para el estudiante como para el docente, ya que facilita la creación de recursos a nuestra medida, además de promover la visualización, representación y modelización matemática.

Finalmente, Ulabarry y Velasco (2019), en su trabajo de tesis, estudiaron el impacto que tiene el uso de GeoGebra y materiales concretos para la factorización de polinomios cuadrados y cúbicos perfectos. Su metodología se enmarca dentro de un enfoque mixto y uno de los objetivos principales del estudio fue promover y favorecer el desarrollo de procesos centrales del pensamiento matemático. Ellos destacan que el uso del software GeoGebra junto con los materiales concretos alienta a los estudiantes a desarrollar habilidades de control y metacognitivas a través de la visualización, comparación, búsqueda de patrones y ejercitación. Estas favorecen enormemente el desarrollo de sus habilidades, además de que el material concreto, como cubos y paralelepípedos hechos de madera, desempeña un papel fundamental en el proceso de aprendizaje, ya que estimula significativamente la

comprensión de la factorización de polinomios cuadrados y cúbicos perfectos, con los estudiantes en un rol protagónico al interactuar con dichos materiales y así fortalecer los conceptos estudiados.

Artículos sobre el laboratorio de matemáticas

García (2016) manifiesta que, a pesar de que en la actualidad han surgido diferentes paradigmas o estrategias emergentes distintas a la tradicional con respecto a la forma de dar las clases de matemáticas, todavía existen docentes que dictan las clases de forma determinista y expositiva, de modo que los estudiantes solo observan un pizarrón lleno de fórmulas matemáticas que para ellos no tienen sentido ni aplicabilidad alguna en la vida cotidiana. Es por ello que el autor propone transformar la clase de matemática en un laboratorio como una alternativa didáctica y epistemológica para estimular la imaginación, la creatividad y el diálogo en un sentido amplio.

Dos años más tarde, el mismo García (2018), dentro de su visualización de las clases de matemáticas como un laboratorio socioepistemológico, considera que

> es necesario transformar la escuela, en específico, la clase de matemáticas, en un espacio-tiempo de aprendizaje; en un espacio-tiempo donde los educandos tengan la oportunidad de participar en la construcción y comprensión del conocimiento en y con las prácticas recurrentes o de referencia del entorno: prácticas como medir, explicar, predecir, etc. (p. 150-151).

Según Alves (2017), es beneficioso utilizar laboratorios de educación matemática en las prácticas pedagógicas para la formación de estudiantes de pedagogía aplicando temas diversos de matemáticas y que las estrategias elegidas por el docente puedan planificarse para trabajar en ambientes lúdicos y creativos, en busca de dejar a un lado la forma tradicional de enseñar matemáticas. De igual forma, concluyó que es recomendable realizar capacitaciones a los docentes, donde se propicien espacios para abordar conceptos matemáticos a través de materiales didácticos manipulativos, así como la reproducción de recursos didácticos.

En definitiva, el análisis de los 27 artículos revisados en esta investigación destaca el papel central que juegan los materiales didácticos manipulativos en la enseñanza de los polinomios y otros conceptos matemáticos. Un aspecto notable es el crecimiento en el interés por este enfoque pedagógico, especialmente a partir del 2019, cuando se registra el mayor número de publicaciones (29.63 %). Este aumento coincide con la creciente implementación de herramientas tecnológicas y recursos didácticos en las aulas, lo que refleja la relevancia de adoptar estrategias educativas innovadoras para mejorar el aprendizaje de las matemáticas.

Un hallazgo crucial en esta revisión es que 5 de los 27 estudios (18.51 %) relacionan el aprendizaje matemático con el uso de materiales didácticos manipulativos apoyados por el software GeoGebra. Esta herramienta tecnológica se utiliza como complemento para ayudar a los estudiantes a comprender conceptos matemáticos abstractos, como los polinomios, mediante la representación visual y la experimentación interactiva. Los estudios coinciden en que GeoGebra potencia el aprendizaje significativo al permitir a los estudiantes visualizar y manipular ecuaciones y gráficos, lo que promueve una mayor comprensión y retención de los conceptos.

En general, los artículos revisados evidencian que el uso combinado de recursos manipulativos y tecnología educativa no solo favorece el aprendizaje de los polinomios, sino que también desarrolla habilidades cognitivas clave, como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Estas herramientas permiten a los estudiantes construir su propio conocimiento de manera activa, acorde con enfoques constructivistas contemporáneos que promueven el aprendizaje autónomo y colaborativo.

Conclusiones

La implementación de laboratorios de matemática en centros educativos de todos los niveles emerge como una estrategia clave para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en esta área del saber. A partir de la revisión de la literatura, se evidencia que el uso de materiales didácticos manipulativos, complementados con herramientas tecnológicas como GeoGebra, tiene un impacto positivo en la comprensión de conceptos abstractos como los polinomios.

Los estudios revisados resaltan que los laboratorios de matemática, entendidos como espacios de aprendizaje activo y experimental, permiten a los estudiantes interactuar de manera tangible con los conceptos matemáticos, lo que facilita un aprendizaje más profundo y significativo. Además, el uso de software interactivo como GeoGebra dentro de estos laboratorios enriquece la experiencia educativa al ofrecer una plataforma visual y dinámica para la exploración y manipulación de conceptos abstractos, reforzando así la comprensión teórica y práctica de las matemáticas.

En este contexto, es crucial que los centros educativos de todos los niveles, desde primaria hasta educación superior, consideren la incorporación de laboratorios de matemáticas en sus programas curriculares. Estos espacios no solo fomentan un aprendizaje más efectivo, sino que también preparan a los estudiantes para enfrentar problemas matemáticos de manera creativa y colaborativa, dotándolos de herramientas tecnológicas y cognitivas que les serán útiles a lo largo de su vida académica y profesional. Una de las limitantes que se observaron en el proceso de selección es que no hay suficientes trabajos que incluyan conjuntamente el uso de materiales didácticos con el recurso tecnológico GeoGebra como complementos para la enseñanza de conceptos matemáticos y esto disminuye cualquier criterio de comparación entre el trabajo que aquí se está presentando con otros de la misma naturaleza.

En conclusión, la creación de laboratorios de matemáticas y la integración de materiales didácticos en combinación con tecnología educativa como GeoGebra son fundamentales para transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las aulas, promoviendo una educación matemática más accesible, inclusiva y adaptada a los desafíos del siglo XXI.

Agradecimientos

A los autores, editores y directores de los trabajos que fueron objeto de análisis en este estudio.

Al Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña por apoyar y financiar esta investigación, la cual es resultado del proyecto de investigación (convocatoria 2023) “El laboratorio de matemáticas: incidencia en estudiantes de secundaria de la República Dominicana”, cuyo código es VRI-PI-7-2023-038.

Recibido: 26/9/2024 | Revisado: 23/10/2024 | Aprobado: 5/12/2024 | Publicado: 24/1/2025

Referencias bibliográficas

Alves, C. (2017). Laboratório de educação matemática: concepções e implicações na formação do pedagogo. *Espaço Plural, 18*(36), 155–173. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445955647008

Amaya, T. (2020). Evaluación de la faceta epistémica del conocimiento didáctico-matemático de futuros profesores de matemáticas en el desarrollo de una clase utilizando funciones. *Bolema: Boletim de Educação Matemática, 34*(66), 110–131. https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a06

Arteaga, E., Medina, J. y Del Sol, J. (2019). El Geogebra: una herramienta tecnológica para aprender Matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática. *Conrado, 15*(70), 102–108. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500102&lng=es&nrm=iso

Caamaño, R., Cuenca, D., Romero, A. y Aguilar, N. (2021). Uso de materiales didácticos en la Escuela "Galo Plaza Lasso" de Machala: estudio de caso. *Revista Universidad y Sociedad, 13*(2), 318–329. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202021000200318&script=sci_arttext&tlng=pt

Chuquihuanca, N., Fernández, M., Campoverde, G., Nieves, C. y Reyes, L. (2021). *Material educativo gráfico: una estrategia para desarrollar capacidades en el área de matemáticas.* Compás. https://hdl.handle.net/20.500.12692/91628

Cruz, A. y Gamboa, M. (2020). Medios de enseñanza y aprendizaje para la Geometría en la formación de profesores de matemática. *Didasc@lia: didáctica y educación, 11*(2), 289–313. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7682679

Del Río, S. (2020). Recursos para la enseñanza del Cálculo basados en GeoGebra. *Revista Do Instituto GeoGebra Internacional De São Paulo, 9*(1), 120–131. https://doi.org/10.23925/2237-9657.2020.v9i1p120-131

Delgado, J., Vivanco, C., Ayala, M. y Cuenca, L. (2021). Una experiencia didáctica a través del ambiente montessori en la enseñanza de la matemática. *Revista Boletín Redipe, 10*(11), 198–215. https://doi.org/10.36260/rbr.v10i11.1527

García, V. (2016). La clase de matemáticas como laboratorio epistemológico. *Revista de Investigación en Educación en Ciencias, 11*(2), 28–39. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273349183003

García, V. (2018). La clase de matemáticas como laboratorio socioepistemológico. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática, 11*(2), 142–165. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274058984008

Hernández, J. (2022). *Estrategias para abordar la factorización de polinomios de segundo grado* [Trabajo de grado, Universidad de los Llanos]. Repositorio Unillanos. https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/2840

Leal, S., Lezcano, L. y Gilbert, E. (2021). Usos innovadores del software GeoGebra en la enseñanza de la matemática. *VARONA,* (72). https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360670798011

Mariaca, E. (2019). *Material didáctico y reciclable y el aprendizaje en el área de Matemática en los estudiantes del segundo grado de secundaria en la Institución Educativa Víctor Raúl Haya de la Torre* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. Repositorio UNE. http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/2855

Martín, Y. y Lezcano, L. (2021). El GeoGebra en la clase de matemática de la enseñanza media desde los móviles. *VARONA,* (73). https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360670689008

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D., & The PRISMA Group. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *International journal of surgery, 8*(5), 336–341. https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007

Niño, J. y Fernández, F. (2019). Una mirada a la enseñanza de conceptos científicos y tecnológicos a través del material didáctico utilizado. *Revista ESPACIOS, 40*(15). https://www.revistaespacios.com/a19v40n15/19401504.html

Ordoñez, J., Coraisaca, E. y Espinoza, E. (2020). ¿Se emplean recursos didácticos en la enseñanza de matemáticas en la educación básica elemental? Un estudio de caso. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 3*(3), 48–55. https://doi.org/10.62452/a21d1302

Oscco, R., Salome, N., Vilca, W., Olivares, S. y Quispe, M. (2019). Los materiales didácticos y el aprendizaje de la matemática. *Revista EDUCA UMCH, 4*(1), 5–22. https://doi.org/10.35756/educaumch.201914.104

Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *British Medical Journal, 372*(72). https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Payano, S. (2023, 5 de diciembre). ¿Qué se tomó en cuenta para la prueba de PISA en República Dominicana? *Listín Diario*. https://tinyurl.com/5f96txea

Salas, L. (2020). *Influencia del uso de materiales didácticos en el aprendizaje de la matemática en las estudiantes del primer grado de secundaria* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio UNMSM. https://hdl.handle.net/20.500.12672/15479

Serafín, M. (2019). *Suma y resta de polinomios con coeficientes enteros, una propuesta con material didáctico* [Tesis de grado, Universidad Autónoma de Zacatecas]. Repositorio Institucional Caxcán. http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/handle/20.500.11845/1171

Sobrevilla, R. (2019). *El uso de materiales didácticos y su influencia en el aprendizaje significativo de la matemática, de los estudiantes del nivel secundario del distrito de Cusicancha, provincia de Huaytará* [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. https://hdl.handle.net/20.500.12692/45443

Torres-Puentes, E. (2023). El material Montessori: de la vida a la mente matemática. *Pedagogía y Saberes*, (58), 109–122. https://doi.org/10.17227/pys.num58-17295

Tuntuam, S. (2020). *Elaboración y aplicación de recursos didácticos para la enseñanza de la matemática en el tercer año de Educación Básica, del Centro Educativo Básico Fisco Misional San Pedro comunidad Uchich Suants, parroquia Sevilla Don Bosco, cantón Morona, provincia Morona Santiago, 2018-2019* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana Ecuador]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18512

Ulabarry, A. y Velasco, Y. (2019). *La factorización de polinomios cuadrados y cúbicos perfectos en un proceso de aprendizaje mediado por GeoGebra y material concreto* [Tesis de grado, Universidad del Valle]. Universidad del Valle, Biblioteca digital. http://hdl.handle.net/10893/18507

UNESCO. (2021). Estudio regional comparativo y explicativo 2019, reporte nacional de resultados República Dominicana. https://www.ministeriodeeducacion.gob.do/docs/direccion-de-evaluacion-de-la-calidad/jsOQ-erce2019-informe-nacional-rdpdf.pdf

Vega, M. (2019). *Material concreto para fortalecer la resolución de problemas aditivos de monomios y polinomios en segundo grado de secundaria* [Tesis de grado, Benemérita y Centenaria Escuela Normal del Estado de San Luis Potosí]. Repositorio BECENE. https://repositorio.beceneslp.edu.mx/jspui/handle/20.500.12584/265

Villarreal, D., Caballero, L. y Jaramillo, R. (2021). La caja de polinomios: una herramienta para mejorar el aprendizaje significativo de la multiplicación de monomios y polinomios. *Revista Científica Guacamaya, 5*(2), 1–18. https://revistas.up.ac.pa/index.php/guacamaya/article/view/2052

Villarroel, J. y Romero, J. (2017). La caja de polinomios y el método tradicional: dos alternativas didácticas para la enseñanza de la suma y la resta de polinomios. *Panorama, 11*(20), 19–32. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=343976489003

Villarroel-Solís, J. y Mazo-Barrera, N. (2020). La caja de polinomios y el método tradicional: dos alternativas didácticas para la enseñanza de la multiplicación y la división de polinomios. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED,* (47), 71–92. https://doi.org/10.17227/ted.num47-11481