

Ortiz Ortiz, M. L., & Hernández Yomayuza, O. M. (2023, mayo-agosto). Aprendizaje basado en problemas mediado por una aplicación educativa móvil. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (69), 43-69. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n69a3>

Aprendizaje basado en problemas mediado por una aplicación educativa móvil¹

Problem based learning mediated by a mobile educational application

Mary Luz Ortiz Ortiz

Candidata a Doctor en Ciencias de la Educación

Facultad Ciencias de la Educación, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Tunja, Colombia

mary.ortiz@uptc.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3706-6188>

CvLAC:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000344672

Oscar Mauricio Hernández Yomayuza

Magister en Ambientes Educativos mediados por TIC

Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Tunja, Colombia

oscar.hernandez05@uptc.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1017-8542>

CvLAC:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001922896

Recibido: 3 de septiembre de 2022

Evaluado: 27 de febrero de 2023

Aprobado: 2 de mayo de 2023

Tipo de artículo: Investigación.

¹ Artículo proveniente del Congreso Internacional en Ciencias de la Educación (CICE, 2022).

Resumen

El uso de dispositivos móviles en procesos educativos, en el marco de la convergencia tecnológica, conlleva a reflexionar sobre la intención pedagógica, estrategias didácticas y el potencial de los recursos digitales en el aprendizaje. La investigación analizó el papel mediador de una aplicación educativa móvil, diseñada bajo el aprendizaje basado en problemas, en el área de matemáticas. El estudio fue de corte mixto bajo un enfoque descriptivo; se diseñó e implementó un pretest, un posttest y una encuesta para recolectar los datos cuantitativos, y una rejilla de observación para la información cualitativa; la población objetivo fue los estudiantes de grado noveno de un centro educativo de carácter público. En los hallazgos, se reconoce el aporte de los dispositivos móviles y el aprendizaje basado en problemas, en el fortalecimiento de habilidades para el trabajo en equipo, la toma de decisiones, y la solución de problemas con sistemas de ecuaciones lineales mediante cuatro métodos. En las conclusiones, se destaca el potencial de los dispositivos móviles en educación, dado que es una herramienta que facilita el acceso a la información, sin restricción de tiempo ni lugar; sin embargo, se debe focalizar el diseño de estrategias didácticas para realizar un uso pedagógico y planificado.

Palabras clave: Aplicación educativa móvil; Aprendizaje basado en problemas; Aprendizaje móvil; Ecuaciones lineales.

Abstract

The use of mobile devices in educational processes, within the framework of technological convergence, leads to reflect on the pedagogical intention, didactic strategies and the potential of digital resources in learning. The research analyzed the mediating role of a mobile educational application, designed under problem-based learning, in the area of mathematics. The study was of mixed cut under a descriptive approach, a pretest, a posttest and a survey were designed and implemented to collect quantitative data, and an observation grid for qualitative information; The target population was the ninth grade students of a public educational center. In the findings, the contribution of mobile devices and problem-based learning is recognized, in strengthening skills for teamwork, decision making, and solving problems with systems of linear equations through four methods. In the conclusions, the potential of mobile devices in education is highlighted, since

it is a tool that facilitates access to information, without time or place restrictions; however, the design of didactic strategies should be focused to carry out a pedagogical and planned use.

Keywords: Mobile educational application; Problem based learning; Mobile learning; Linear equations.

Introducción

El vertiginoso avance de la tecnología ha impactado todos los ámbitos, la sociedad se ha transformado en respuesta a las demandas de la convergencia digital y el desarrollo tecnológico. La educación no es ajena a esa realidad; la masificación de internet, el fácil acceso a dispositivos tecnológicos, los recursos en línea, entre otros aspectos, han transformado los procesos de formación; de manera que es necesario analizar la relación entre las tecnologías de la información y la comunicación –TIC- y la educación, para determinar aportes, beneficios y retos; en especial, es importante identificar los cambios que la tecnología ha suscitado en la relación docente, estudiante y conocimiento.

Aun cuando la tecnología está inmersa en los contextos educativos, una problemática que se ha identificado desde la pedagógica corresponde a la escasa incorporación de estrategias didácticas que hagan uso de recursos tecnológicos en los procesos en enseñanza y aprendizaje; en el caso del área de matemáticas, predomina la educación tradicional mediante el método expositivo (Pohan et al., 2020); y en un mundo inmerso en las tecnologías de la información y la comunicación, con una población estudiantil que accede con facilidad a contenidos digitales, dando lugar a la comunicación interactiva (Amador-Baquiro, 2021), se hace necesario reconfigurar las estrategias educativas y prácticas de interacción entre humano, lenguajes y máquinas, para potencializar estas condiciones hacia el fortalecimiento de los procesos de formación.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó un diagnóstico mediante un test de conocimiento, dirigido a estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Técnica José Cayetano Vásquez de Boyacá (Colombia), permitiendo establecer que el 76,2 % de los estudiantes tiene dificultades en la resolución de problemas con ecuaciones lineales; en cuanto al acceso de recursos

tecnológicos, se identificó que el 43 % de la población objeto no tiene acceso a Internet, mientras que el 100 % cuenta con dispositivo móvil.

En relación con las estrategias didácticas implementadas en el área de matemáticas, el diagnóstico permitió identificar una tendencia hacia la implementación de metodologías tradicionales en el desarrollo de los contenidos temáticos; el 67 % de los estudiantes indicó que las clases se desarrollaban mediante clase magistral, el 14 % expresó que los docentes hacían uso de talleres con ejercicios, el 10 % mencionó el uso de videos y presentaciones para explicar algunos temas, el 5 % implementación de guías de trabajo, y el restante 4 % se abstuvo de responder. La sistematización del problema condujo a la pregunta de investigación: ¿Cuáles son los aportes del aprendizaje basado en problemas, mediado por una aplicación educativa móvil, en el fortalecimiento de habilidades para la resolución de ejercicios con Ecuaciones Lineales, en estudiantes de grado noveno?

El propósito de la investigación fue analizar los aportes de una estrategia educativa que integra los fundamentos del aprendizaje basado en problemas – ABP, el diseño de una aplicación educativa móvil para matemáticas, y la implementación de una secuencia didáctica. Este escrito presenta la fundamentación teórica de la investigación, los elementos metodológicos, resultados, el contraste entre el análisis de los datos arrojados en el estudio y las miradas de algunos autores sobre el papel de las aplicaciones móviles en educación y el ABP en el fortalecimiento de conocimientos y habilidades para enfrentar las exigencias y retos de un mundo en constante cambio.

Referentes teóricos

En el estudio se abordaron como elementos fundantes las concepciones de algunos autores frente a temas como: Aprendizaje basado en problemas, aplicaciones educativas móviles y *m-learning* en la educación.

En la actualidad, las instituciones educativas disponen de recursos tecnológicos como: computadores, video proyector, pizarras digitales, tabletas, aplicaciones educativas, acceso a internet, entre otros; adicionalmente, los estudiantes también cuentan con celulares inteligentes para utilizar en las actividades escolares. La masificación de internet y la posibilidad de conexión

de forma inalámbrica mediante dispositivos móviles, ha permitido el acceso a material educativo e información, desde cualquier lugar y sin límite de tiempo (Mejía Dávila, 2020); situación que dio origen al *m-learning* (aprendizaje móvil), una nueva modalidad educativa que evidencia la transformación de los procesos formativos gracias a la tecnología.

Elkhair y Abdul Mutalib (2019) indican que el *m-learning* integra las características del *e-learning* en cuanto a plataformas, recursos, actividades y roles del docente y del estudiante, con las posibilidades de acceso e interacción de los dispositivos móviles. Por otra parte, Gómez Ardila y Chacón González (2017) conciben el *m-learning* como un proceso en el que se aprende mediante las interacciones con otros sujetos en diversos contextos y utilizando herramientas tecnológicas.

El *m-learning* es una modalidad de aprendizaje que le ofrece a los estudiantes un rol más activo en la educación, se aleja del esquema de la metodología tradicional y potencia la infraestructura tecnológica de internet y los dispositivos móviles en favor del aprendizaje autónomo. Cerdá-Pérez (2017) presenta el funcionamiento técnico de los dispositivos móviles y sus ventajas en la gestión de la información.

Es común el uso de los dispositivos móviles en actividades educativas, ejerciendo un rol mediador en los procesos de formación (Sitar-Taut & Mican, 2021); estos recursos tecnológicos se pueden utilizar para consultar materiales educativos en línea o instalados en el dispositivo; además, permiten generar estrategias de comunicación para el trabajo colaborativo. En este sentido, se consideran una herramienta que favorece el desarrollo de habilidades orientadas al aprendizaje de diversas áreas del conocimiento (Alkhateeb & Al-Duwairi, 2019); de forma similar, Poláková y Klímová (2019) resaltan el factor de motivación que generan los dispositivos móviles en los estudiantes, dando lugar a mejorar la atención en los contenidos educativos.

Las APP son programas informáticos diseñados de manera específica para ser utilizados en dispositivos móviles. Este tipo de software se caracteriza por su flexibilidad en el acceso, algunas de forma centralizada y otras distribuidas, aprovechando los beneficios de la conectividad (Valero Avilés, 2022). Las aplicaciones móviles son creadas con un propósito particular, son interactivas y ofrecen un valor agregado a los usuarios, de manera que se convierten en herramientas de uso común. Las APP se clasifican en tres tipos:

Apps nativas: Según Valero Avilés (2022), son programas informáticos creados para que funcionen en un sistema operativo específico, de manera que se asegura su estabilidad para ese sistema y se descarga en la tienda de APP (*Play Store* para Android o iOS).

Apps web: Según Ramírez-Montoya y García-Peñalvo (2017), son aplicaciones de acceso en línea desde cualquier dispositivo móvil, no hay requerimiento de un sistema operativo específico, se caracterizan por implementar bases de datos y se codifican en lenguajes de programación, como CSS, HTML y JavaScript, lo que permite integrar varios desarrollos web.

Apps web nativas: Valero Avilés (2022) afirma que este tipo de aplicación híbrida combina las ventajas del marco de desarrollo web y las aplicaciones nativas; se desarrolla en los lenguajes de programación para diseño web, de manera que son multiplataforma y, adicionalmente, se pueden descargar de *Play Store*.

En la investigación, se diseñó una aplicación educativa móvil nativa, para uso en dispositivos con sistema operativo Android. La APP se denomina ECUALINEALES, cuenta con un apartado conceptual sobre ecuaciones lineales, un espacio explicativo donde se presentan diversos problemas relacionados con el contexto de los estudiantes, y mediante videos cortos se indica paso a paso la solución por los métodos de sustitución, igualación, reducción y Gauss Jordan; además, cuenta con una zona de retos y ejercicios para que los estudiantes autoevalúen su proceso mientras avanzan en el contenido temático.

Por otra parte, el aprendizaje basado en problemas se sustenta en dos argumentos teóricos: el primero se remonta a la obra de Dewey (1989), con sus postulados sobre el aprendizaje a través de la experiencia; para Dewey, el contacto con el mundo real, le permite a los estudiantes identificar problemas que activan su pensamiento y generan un estado de curiosidad, que conduce a la búsqueda de información para comprender los elementos que subyacen de esos problemas, proponer posibles soluciones y, mediante la experimentación o desarrollo de la solución planeada y el análisis de resultados, propiciar un ambiente de aprendizaje. El segundo argumento, corresponde a la teoría sociocultural de Vygotsky (1978), quien establece la importancia del aprendizaje social, donde compartir, comparar y discutir ideas con otros, potencia habilidades del pensamiento y la construcción colectiva de conocimiento (Eggen & Kauchak, 2015).

Escribano y Del Valle (2015) señalan el reconocimiento de las ventajas del ABP sobre los métodos convencionales de aprendizaje; entre las ventajas argumentadas por estos autores, cabe señalar:

El ABP estimula la motivación y el interés del estudiante por el aprendizaje, ya que ofrece un ambiente de interacción con la realidad, dando la posibilidad para que el estudiante se involucre activamente, se sienta participe del proceso de aprendizaje y construya su conocimiento a través de la observación y la práctica.

Se logra establecer articulación entre los conocimientos que posee el estudiante y la nueva información que recibe durante el acto educativo, que procura un aprendizaje significativo; esta situación de aprendizaje les da sentido a los nuevos conocimientos y genera interés por seguir investigando y profundizando sobre los temas objeto de estudio.

La metodología del ABP posibilita un mayor grado de asimilación y apropiación del conocimiento, dado que se fundamenta en la experimentación; el estudiante aprende haciendo, y se logra identificar los errores en el paso de la teoría a la práctica. Así mismo, el educando define hipótesis, aplica ideas, construye argumentos y reconstruye conocimiento, a partir de los resultados obtenidos de la experiencia. Estimula el pensamiento reflexivo y creativo, promueve el desarrollo de habilidades para identificar problemas y proponer soluciones innovadoras y adecuadas a la necesidad planteada. El ABP propicia la integración del conocimiento; en este sentido, frente a una situación problema, el sujeto debe aplicar saberes de diversas áreas del conocimiento para establecer y aplicar la solución; esta interdisciplinariedad permite un aprendizaje dinámico y contextualizado.

Se promueven las habilidades para la cooperación y el trabajo en grupo; en esta metodología es fundamental la interacción entre estudiantes, se estimula la presentación y sustentación justificada de ideas, la coevaluación por parte de los compañeros, la definición de objetivos comunes, la toma de decisiones en grupo, y el respeto por las ideas de los otros.

En resumen, el aprendizaje basado en problemas - ABP, es una propuesta metodológica que ubica al estudiante como eje central del proceso educativo, que asume un papel activo en la construcción de su conocimiento, mientras que el docente guía el proceso de aprendizaje. Es una metodología activa de aprendizaje que promueve habilidades para identificar problemas, recolectar, valorar y analizar información sobre los problemas o necesidades detectadas, proponer

soluciones contextualizadas y argumentadas teóricamente, llevar a la práctica las soluciones propuestas, y llegar a conclusiones a partir de los hallazgos en la experimentación (Luy-Montejo, 2019).

Metodología

Esta investigación se abordó desde un enfoque mixto que implica un proceso de recolección, análisis e interpretación de datos cuantitativos y cualitativos para responder al planteamiento del problema (Sampieri, 2018). En el estudio se recolectó información cuantitativa mediante una encuesta, un pretest y un postest, e información cualitativa a través de una rejilla de observación, permitiendo establecer el avance de los estudiantes en las sesiones de trabajo con la estrategia educativa mediada por el ABP y una aplicación educativa móvil.

Se aplicó el diseño de triangulación concurrente (DITRIAC), propuesto por Sampieri (2018), para determinar la relación entre la variable independiente que corresponde al aprendizaje basado en problemas mediado por una aplicación móvil, y las variables dependientes, que hacen referencia a las habilidades para la resolución de problemas en el área de matemáticas y los aportes en el proceso de aprendizaje.

La investigación se desarrolló con los 21 estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Técnica José Cayetano Vásquez sede central, ubicado en el municipio de Ciénega en Boyacá (Colombia). Para la recolección de información, se diseñaron y validaron dos test de conocimiento (pretest y postest) con el propósito de identificar el grado de habilidad para solucionar problemas con ecuaciones lineales en los cuatro métodos (igualación, sustitución, reducción y Gauss Jordan), reconocimiento de los componentes teóricos relacionados con ecuaciones lineales y la capacidad para relacionar los elementos conceptuales con los problemas del contexto; así mismo, se elaboró y validó una rejilla de observación, la cual fue diligenciada en cada una de las sesiones de clase.

Dentro de las técnicas de análisis de información, cabe señalar la prueba T-Student para establecer diferencia significativa entre las medias de dos grupos, y el análisis descriptivo de frecuencias para establecer tendencias en los datos cualitativos recolectados mediante la rejilla de observación. El estudio se realizó en cinco etapas: fundamentación teórica, diseño de la secuencia

didáctica y la aplicación móvil, construcción de la App, implementación de la estrategia educativa con la secuencia didáctica, y análisis de resultados. A continuación, se describe cada etapa.

Fundamentación teórica: revisión y análisis de antecedentes investigativos y elementos teóricos sobre ABP, *m-learning*, y aplicaciones educativas móviles.

Diseño: diseño de una secuencia didáctica estructurada bajo los fundamentos teóricos del ABP y la incorporación de la aplicación educativa móvil; diseño de contenido temático y actividades para la APP, teniendo en cuenta el ABP; diseño instruccional y diseño de bocetos de la APP.

Desarrollo de la APP: construcción de los elementos gráficos y multimediales, programación y montaje de la aplicación, y pruebas piloto. En esta etapa, se realizó la validación de la APP desde tres aspectos: usabilidad, pertinencia del contenido y componente pedagógico; un experto en diseño y desarrollo de software evaluó la usabilidad mediante los atributos y métricas propuestas por Enríquez y Casas (2013); dos docentes de matemáticas con experiencia superior a diez años en el área, evaluaron el contenido temático y la estrategia didáctica implementada en la APP; adicionalmente, se realizaron dos pruebas piloto de funcionamiento con un grupo de estudiantes de grado noveno de otra sede de la institución; esto con el fin de identificar y corregir errores de la APP y asegurar su calidad antes de implementarla con la muestra de estudiantes.

Implementación: diseño y validación de los instrumentos para la recolección de información, aplicación de prueba pretest, intervención y desarrollo temático mediante la secuencia didáctica en cuatro sesiones; durante cada sesión se diligenció la rejilla de observación, y aplicación de la prueba postest.

Análisis de resultados: sistematización de la información recolectada, aplicación de las técnicas de análisis de datos, elaboración de resultados y conclusiones.

El manejo de los datos recolectados durante la investigación se realizó bajo las disposiciones legales: Ley estatutaria 1581 de 2012 y su Decreto Reglamentario 1377 de 2013, Ley 1266 de 2008 (Ley de Habeas Data), derechos de Autor expuestos en la Ley 23 de 1982, y las consideraciones éticas para la investigación científica emanadas por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia –UPTC-, en cabeza de la Vicerrectoría Académica, la Dirección de Investigaciones y el Comité de Ética para la investigación científica; la información recolectada se manejó de forma anónima y únicamente con fines investigativos.

Resultado

En la investigación se seleccionó y aplicó la metodología del aprendizaje basado en problemas –ABP- de ocho fases o pasos, propuesta por Restrepo Gómez (2008); se escogió este método dado que incluye elementos de la estructura didáctica para la enseñanza de las matemáticas, y se realizó una adaptación para hacer uso de la aplicación educativa móvil. A continuación, se presenta la descripción de cada fase del ABP definida para la investigación:

Paso 1 - Explorar el problema, crear hipótesis, identificar aspectos relacionados con el problema: en esta fase se planteó una situación problemática que incluyó elementos del contexto del estudiante y requería la aplicación de ecuaciones lineales; cada estudiante buscó información sobre el problema, analizó los elementos de la situación planteada, y propuso una idea para explicar de forma tentativa esa problemática.

Paso 2 - Tratar de resolver el problema con lo que ya se sabe: se parte de los conocimientos previos de los estudiantes, así que ellos intentaron identificar los pasos para resolver el problema de acuerdo con el método indicado del sistema de ecuaciones lineales; esto teniendo en cuenta que los estudiantes poseen algunas habilidades en la resolución de problemas.

Paso 3 - Identificar lo que no se sabe y lo que se necesita saber para resolver el problema: se conformaron grupos de cuatro estudiantes; cada grupo hizo una lista con todo aquello que consideraban se debía saber para resolver el problema en relación con el tema de sistemas de ecuaciones lineales; de igual manera, indicaron el procedimiento para tener en cuenta en cada método para resolver los ejercicios propuestos.

Paso 4 - Priorizar las necesidades de aprendizaje: los estudiantes elaboraron una lista de acciones para realizar, definieron nuevos objetivos de aprendizaje y recursos de información necesarios para realizar las actividades, y distribuyeron las tareas entre los participantes.

Paso 5 - Autoestudio y preparación: Se consultó la información consignada en los apuntes durante la explicación del tema por parte del docente; se realizó interacción con la aplicación móvil para consultar el método específico y la manera de realizar el procedimiento. Cada equipo localizó, organizó e interpretó la información consultada.

Paso 6 - Compartir la información entre todos: cada integrante del grupo compartió la información más relevante encontrada en la aplicación móvil, donde se presentaba el procedimiento de cada método de una forma clara.

Paso 7 - Aplicar el conocimiento a la solución del problema: cada grupo aplicó el nuevo conocimiento adquirido, interactuando con la aplicación móvil, mediante la actividad *Reto X*, la cual presentaba varios problemas para cada uno de los métodos del sistema de ecuaciones lineales.

Paso 8 - Evaluar el nuevo conocimiento logrado, la solución dada y la efectividad de todo el proceso: cada integrante del grupo tuvo la posibilidad de realizar un proceso de autoevaluación, disponible dentro de cada método en la aplicación móvil; de esta forma, se logró identificar el grado de efectividad en la solución de los problemas planteados, y el avance en el proceso de aprendizaje.

Esta estructura del ABP se desarrolló en cada sesión de clase mediante una secuencia didáctica, que se construyó incorporando información básica para abordar los temas: objetivos, competencias, desempeños, el rol del estudiante y el rol del docente; así mismo, se indicaron los momentos de la clase, las etapas del ABP, recursos, actividades y tiempo para desarrollarlas. En la Tabla 1 se presenta un ejemplo de la secuencia didáctica.

Tabla 1

Secuencia didáctica sesión 1

Secuencia didáctica - Sesión No. 1	
Institución Educativa Técnica José Cayetano Vásquez	Área: Matemáticas Fecha de Aplicación: 09/marzo/2022
Objetivo general:	Resolver problemas que requieran para su solución el sistema de ecuaciones lineales 2X2 por el método de igualación.
Desempeños de comprensión:	Identificar diferentes métodos para solucionar problemas con sistemas de ecuaciones lineales.
Competencia:	Numérico/Variacional.
Grado:	Noveno
Papel del docente: En el aprendizaje basado en problemas, el docente interviene como tutor y asesor, orienta a los estudiantes en la identificación de los elementos que deben consultar y los motiva constantemente para que avancen en el desarrollo de las actividades	Papel del estudiante: Es responsabilidad de los estudiantes al trabajar con el aprendizaje basado en problemas, que se integre a un grupo, con una actitud entusiasta y proactiva, dispuesto al trabajo en equipo y la búsqueda de solución a los problemas planteados.

planeadas. Su participación en el proceso es fundamental para que los grupos no se desvíen de los objetivos de aprendizaje. Se requiere consultar diversas fuentes de información.

Inicio

Etapas del ABP	Recursos/materiales	Descripción de actividades	Tiempo
Explorar el problema	Espacio de aula en el que los estudiantes se reúnen en grupos de 4 integrantes para analizar el problema.	Problema: En la construcción de los cajones de una biblioteca de madera, un carpintero necesita cortar una tabla de 20 centímetros de largo en dos partes que tengan como diferencia entre ellas 6 centímetros. Determine la longitud de las partes.	15 minutos
Tratar de resolver el problema con lo que sabe.	Cada integrante del grupo da una idea de cómo resolver el problema con lo que sabe.	La situación anterior se puede resolver planteando un sistema de dos ecuaciones lineales de primer grado con dos incógnitas.	10 minutos
Identificar lo que no se sabe para resolver el problema	En una hoja hacer un listado de la información que se requiere y se debe consultar para solucionar el problema.	Para esta situación: ¿Cuáles serían las incógnitas? ¿Cómo quedarían planteadas las ecuaciones? Planteen un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas y traten de resolverlo.	10 minutos

Desarrollo

Etapas del ABP	Recursos/materiales	Descripción de actividades	Tiempo
Priorizar las necesidades del aprendizaje	Cada grupo define los objetivos de aprendizaje, recursos y distribuye tareas de consulta entre los participantes.	Saber en qué consiste el método de Igualación y los pasos necesarios para resolver un problema.	10 minutos
Auto estudio y preparación	Utilizar la aplicación educativa móvil <i>Ecuallineales</i> .	Utilizar la aplicación móvil <i>Ecuallineales</i> para consultar en qué consiste el método de Igualación y los	30 minutos

pasos necesarios para dar solución a un sistema de ecuaciones lineales con dos incógnitas

Cierre

Etapas del ABP	Recursos/materiales	Descripción de actividades	Tiempo
Compartir la información entre todos los integrantes del grupo	Utilizar la aplicación educativa móvil <i>Ecualineales</i> .	Tener en cuenta la información presente en la aplicación móvil: generalidades, métodos, y procedimiento para la solución de los problemas.	20 minutos
Aplicar el conocimiento a la solución	Utilizar la aplicación educativa móvil <i>Ecualineales</i> en la opción <i>Reto X</i> .	Dar solución a los problemas planteados dentro de la APP.	10 minutos
Evaluar el nuevo conocimiento	Utilizar la aplicación educativa móvil <i>Ecualineales</i> en la opción <i>Evaluación</i> .	Autoevaluación del ejercicio realizado y el análisis grupal, explicando los procedimientos puestos en práctica por cada grupo.	15 minutos

Diseño y construcción de la aplicación educativa móvil

Para la construcción de la APP se seleccionó la aplicación MIT App Inventor; es una plataforma de Google Labs que permite crear aplicaciones para dispositivos móviles (Tablet o Smartphone) con sistema operativo Android; se utiliza la programación por bloques y el código de referencia está en Java.

Dentro de la APP se presentan los contenidos temáticos relacionados con el sistema de ecuaciones lineales; inicialmente, se cuenta con una sección de *Generalidades*, explicando el concepto de ecuación lineal y ecuación algebraica, su respectiva gráfica en el plano cartesiano; además, existe la posibilidad de observar un video que explica el procedimiento al momento de plantear una ecuación lineal o algebraica. Dentro de *Generalidades* se encuentra la opción *Ecuarrelación*, donde el estudiante tiene la posibilidad de resolver una serie de preguntas relacionadas

con los conceptos vistos en la APP, se requiere responder correctamente las preguntas para poder avanzar.

En otra sección se encuentra la opción de *Métodos*, allí se explican los cuatro métodos para resolver sistemas de ecuaciones lineales de dos ecuaciones con dos incógnitas y de tres ecuaciones con tres incógnitas, y el procedimiento para resolver cada uno de ellos apoyados en un video, explicando al estudiante cada método a través de la resolución de un problema.

Dentro de cada método se encuentra la opción *Reto X*; en este espacio el estudiante tiene la posibilidad de resolver una serie de problemas relacionados con el método correspondiente, aplicando el aprendizaje basado en problemas.

En la opción de *Evaluación* se encuentran planteados ejercicios de los diferentes métodos explicados en la aplicación móvil; en este apartado de la APP, el estudiante se ve en la necesidad de resolver los ejercicios de manera correcta para poder avanzar; al finalizar la evaluación, se le solicita al estudiante que ingrese su nombre para obtener la calificación y realimentación del proceso evaluativo. Al resolver la evaluación, el estudiante logra determinar qué tanto ha aprendido acerca del tema ecuaciones lineales y de los diferentes métodos que se utilizan para resolver un sistema de ecuaciones lineales de dos incógnitas, y de tres incógnitas, explicados en la aplicación móvil.

Aportes del aprendizaje basado en problemas mediado con una aplicación educativa móvil sobre ecuaciones lineales

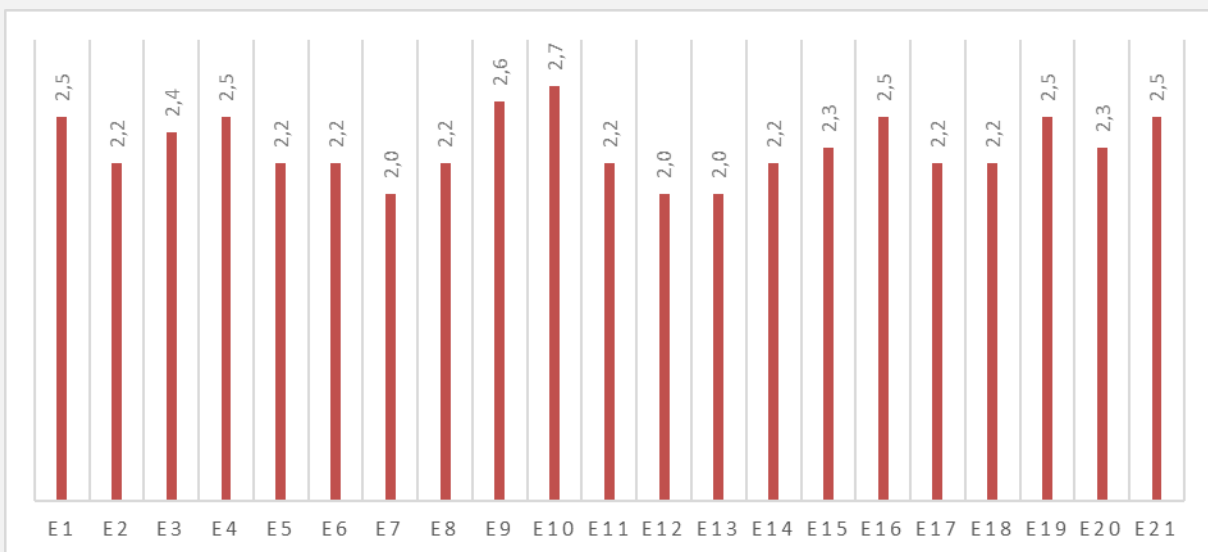
Para determinar los aportes de la estrategia educativa diseñada, inicialmente se aplicó un pretest a la población objetivo, luego se desarrollaron cuatro sesiones de clase a partir de la secuencia didáctica antes mencionada, y posterior a la implementación, se aplicó el postest. Durante cada sesión se diligenció una rejilla de observación con el propósito de evaluar aspectos de usabilidad, de contenido, y pedagógicos y metodológicos. Así mismo, la rejilla permitió establecer cómo los estudiantes interactuaban con la aplicación y el desarrollo de habilidades en la solución de problemas con ecuaciones lineales.

En la Figura 1 se logra evidenciar que el 100 % de los estudiantes obtuvo notas bajas en el pretest, de manera que reprobaron el tema relacionado con ecuaciones lineales. Lo anterior,

tomando como referencia el sistema de evaluación de la institución objeto de estudio, en la que se estipula una escala de valoración de 1 a 5 y se establece que se reprueba con una calificación inferior a 3.2. El 100 % de los estudiantes se ubicó en un rango de 2.0 a 2.7; es decir, en un nivel bajo. Este resultado es coherente con el diagnóstico realizado al inicio de la investigación; los resultados bajos se relacionan con las dificultades que tienen los estudiantes para asociar los problemas del contexto con los temas de matemáticas, el bajo interés por esta área y la metodología de enseñanza que se venía implementando.

Figura 1

Notas obtenidas en el pretest



En la Figura 2 se evidencia que en el 79 % de los métodos, a excepción del método de reducción con un 21 %, las notas estuvieron por debajo de 3.2, lo que significa que hubo una reprobación en el dominio de elementos conceptuales y habilidades para plantear y resolver problemas sobre ecuaciones lineales con los métodos de igualación, sustitución y Gauss Jordan.

Se evidenció que los estudiantes aprobaron los ejercicios planeados con el método de reducción, dado que mediante la observación se les facilita identificar las dos incógnitas que se pueden eliminar, bien sea realizando una multiplicación, suma o resta entre las dos ecuaciones para cancelar una de las variables, y luego sustituir el valor obtenido en alguna de las dos

ecuaciones. Los otros métodos requieren un procedimiento de mayor complejidad, y se logró identificar que los estudiantes no tienen claridad sobre la secuencia lógica que se debe aplicar para estos métodos; confunden los procedimientos. Adicionalmente, se les dificulta identificar algunos conceptos claves en el tema de ecuaciones lineales e interpretar el planteamiento de un problema aun cuando se relaciona con elementos de su entorno

Figura 2

Notas obtenidas en el Pretest agrupados por métodos



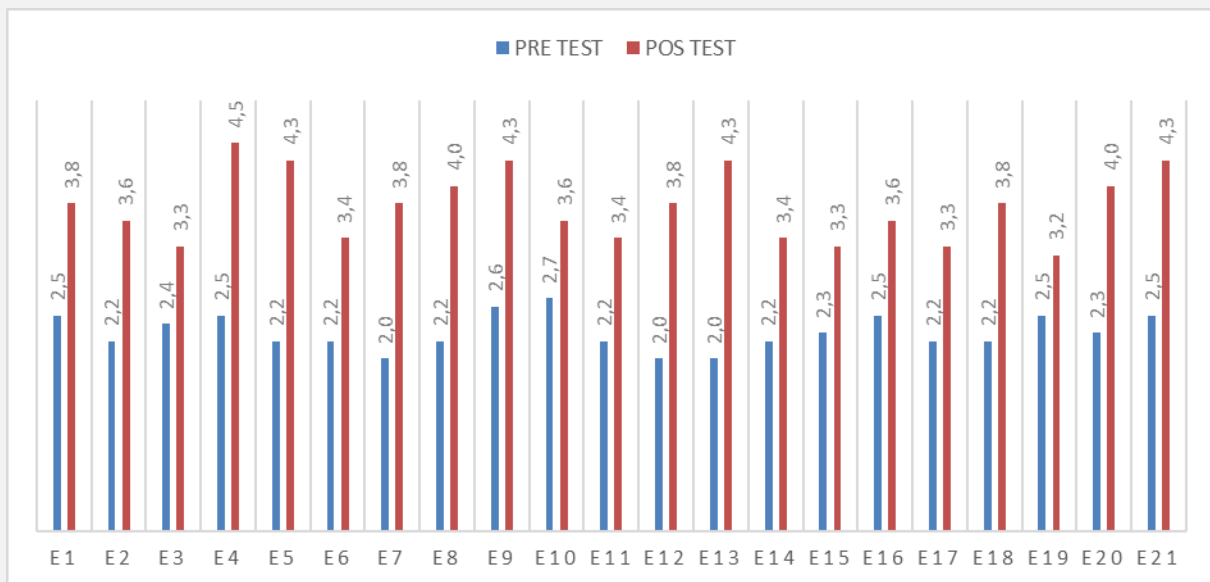
El 100 % de los estudiantes, después de haber implementado la secuencia didáctica con la aplicación educativa móvil, obtuvo notas altas en el postest; es decir, aprobaron el tema sobre ecuaciones lineales; la mayoría se encuentra en un rango de 3.2 a 4.5, que corresponde a un nivel alto. Los resultados en la agrupación por métodos, permitió establecer que el 100 % de los estudiantes aprobó los cuatro métodos, con calificaciones entre 3.9 a 4.3, indicando un nivel alto. En la prueba postest se logró establecer que los estudiantes mejoraron sus habilidades para la resolución de problemas, aplicando los cuatro métodos estudiados. Cabe destacar que, durante las sesiones con la secuencia didáctica, los estudiantes desarrollaron cada uno de los pasos del ABP, siguiendo las indicaciones del docente; aprendieron a trabajar colaborativamente, aportando ideas para solucionar los problemas planteados; interactuaron con la APP de forma constante; y cuando

tenían dudas recurrían a los videos explicativos dentro de la APP. Adicionalmente, el desarrollo de los retos y actividades propuestas en la aplicación móvil se convirtió en un factor de motivación.

En la Figura 3, se compara el resultado del pretest versus el postest, permitiendo determinar que el 100 % de los estudiantes obtuvo mejores calificaciones después de haber implementado la secuencia didáctica con la aplicación educativa móvil.

Figura 3

Notas pretest versus postest

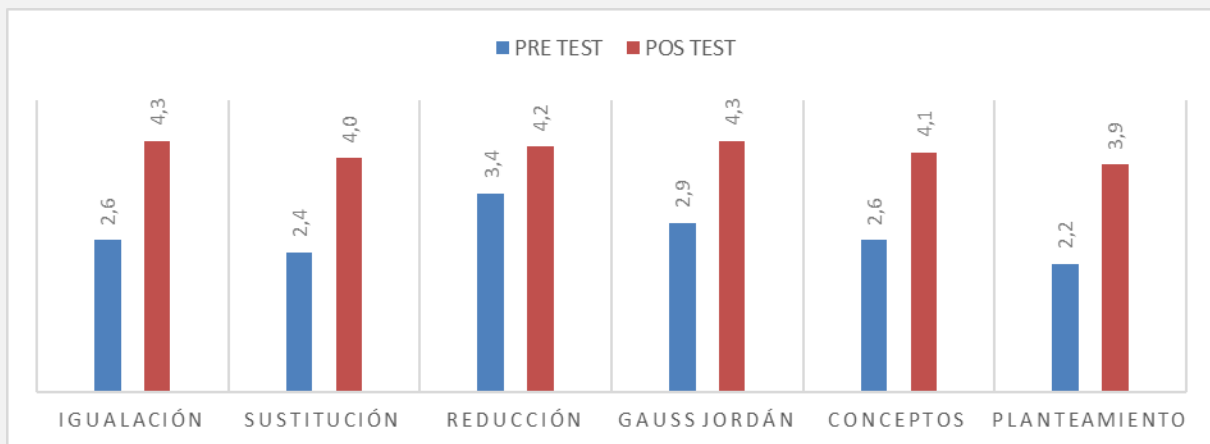


En la Figura 4, se compara el resultado obtenido de las notas del pretest versus el postest en los diferentes métodos; se logró determinar que el 21 % de los estudiantes obtuvo una calificación superior a 3.2 en el pretest, mientras que en el postest el 100 % de los estudiantes obtuvo calificaciones superiores a 3.9. El rango de notas en el pretest fue de 2.2 a 3.4, mientras que el rango de notas en el postest fue de 3.9 a 4.3. Los estudiantes demostraron mayor dominio de los elementos conceptuales; se logró establecer que incidieron dos factores: de una parte, tuvieron la posibilidad de consultar la información en la APP en repetidas ocasiones, y para realizar los aportes en el grupo se vieron obligados a tener claridad en los temas y preparar con argumentos las ideas propuestas en los equipos de trabajo.

Las discusiones en los grupos favorecieron la identificación y relación de los problemas planteados con elementos conocidos en el entorno de los estudiantes; en este caso, se abordaron temas sobre cultivos de la región. En cuanto a los métodos del sistema de ecuaciones lineales, se identificó que los videos con la explicación, paso a paso, fueron la herramienta clave para que los estudiantes asimilaran el procedimiento y logaran aplicarlo en la solución de los problemas.

Figura 4

Notas pretest versus postest por métodos



Para establecer si existe o no una diferencia significativa, se aplicó la prueba T-Student; se realizó un análisis de los resultados de las notas obtenidas en el pretest versus el postest, calculando la media y la varianza de la muestra poblacional, obteniendo una diferencia significativa en cuanto al peso de la media en el pretest de 2,3048 y en el postest de 3,7619. Cuando se trabaja a dos colas se obtuvo un nivel de significancia igual a 0,0000000000021. Para obtener la campana de Gauss, se calculó el valor de la media de las notas de los estudiantes al igual que la desviación estándar; la gráfica de la campana de Gauss permitió identificar que el valor máximo se obtiene en el cuarto dato, cuando uno de los estudiantes obtuvo una nota igual a 4.5 en el postest.

A partir de los resultados del análisis estadístico realizado, en el pretest y en el postest, se confirma que la secuencia didáctica a partir del aprendizaje basado en problemas con la aplicación educativa móvil efectivamente aportó de modo significativo al aprendizaje de los estudiantes en cuanto a ecuaciones lineales.

En relación con los datos cualitativos, el análisis realizado a las rejillas de observación permitió evidenciar que al trabajar en grupo cada integrante hacía un aporte para abordar el problema, se favoreció la toma de decisiones de forma concertada y global en los grupos de trabajo, asegurando resultados satisfactorios en el desarrollo de los problemas propuestos. Se logró identificar que, a través del diálogo y la discusión entre los estudiantes, se aprende a cómo pensar juntos y esto permite una mejor comprensión del problema y cómo resolverlo. En cada grupo se logró observar que existía un líder, el cual desempeñó el papel de facilitador y dinamizó la comunicación, con el fin de mantener unido al grupo y que todos aportaran en el proceso de la resolución del problema.

Al entrar en contacto directo con la aplicación móvil, los estudiantes mantuvieron el interés por explorar el contenido, se enfocaron en buscar información para comprender el tema relacionado con el sistema de ecuaciones lineales, en especial los métodos para dar solución a los problemas planteados; de otro lado, se pudo observar que la aplicación educativa fortaleció el sentido de responsabilidad y autonomía por parte de los estudiantes, al descubrir una manera diferente de obtener el aprendizaje, siendo conscientes de su protagonismo en la capacidad de identificar sus necesidades durante el proceso educativo y optar por una estrategia que les permite avanzar en su proceso de formación.

Se observó que los estudiantes desarrollaron habilidades de trabajo en equipo, fueron escuchados por los demás compañeros y se tuvo en cuenta la opinión y punto de vista de todos para construir conocimiento de forma colaborativa. La estrategia didáctica contribuyó para que los estudiantes revisaran y reflexionaran sobre sus conocimientos previos, y organizaran la información contenida en la aplicación móvil, de tal manera que les permitiera reestructurar esos conocimientos, ampliarlos y aplicarlos en la resolución de los problemas.

El rol del docente se destacó por ser un orientador y facilitador del proceso; inicialmente, asesorando a los estudiantes sobre la implementación de la secuencia didáctica y el uso de la aplicación móvil como herramienta tecnológica de mediación en el proceso educativo; también, fue un motivador sobre las posibilidades y beneficios de probar una estrategia innovadora, que conduce a despertar en los estudiantes el deseo de aprender por sí mismos, mediante el descubrimiento y exploración con la aplicación móvil.

A los estudiantes les pareció una buena estrategia de aprendizaje el video que acompañaba la explicación de cada uno de los métodos, ya que les aclaraba el procedimiento que se debía aplicar en cada caso, ofrecía la posibilidad de volver a verlo, si no les había quedado claro o habían omitido algún paso. Otro aspecto para tener en cuenta es que los estudiantes consideraron acertada la evaluación realizada al terminar el contenido de cada método, y la evaluación final de la aplicación, dado que les permitió determinar qué tanto habían aprendido acerca del tema. De esta forma se favoreció la reflexión, autoevaluación y argumentación lógica sobre el proceso de aprendizaje.

Discusión

La investigación logró ratificar que la formación de los estudiantes se estaba dando por medio del método expositivo, lo cual hace difícil su adaptación a la implementación de otras estrategias de aprendizaje, como la metodología de solución de problemas. El método expositivo es la estrategia predominante en la enseñanza tradicional, donde el docente es el centro del proceso educativo y el estudiante asume un rol pasivo (Polanco Garay & Moré Soto, 2021), mientras que el aprendizaje basado en problemas es una metodología que privilegia la construcción del conocimiento por parte del estudiante (Cristancho Cárdenas & Cristancho Cárdenas, 2018; Escribano & Del Valle, 2015; Restrepo Gómez, 2008; Segura Castillo y Quiros Acuña, 2019). Este choque metodológico se siente al comienzo de la implementación de la secuencia didáctica con el ABP y la aplicación móvil; se requiere un tiempo prudente para la aplicación de la nueva estrategia, de manera que la adaptación logre los efectos esperados.

Los resultados de la investigación coinciden con las afirmaciones de Jahnke y Liebscher (2020); se corrobora que el uso de aplicaciones móviles con fines educativos promueve en los estudiantes la motivación para aprender y favorece el desarrollo de habilidades para la comunicación, el trabajo en equipo, y la creatividad, en especial cuando se involucra el análisis y la solución de problemas relacionados con el contexto. Adicionalmente, los videos explicativos, incluidos de forma didáctica dentro de la APP, contribuyeron en la asimilación de los procedimientos para aplicar cada método del sistema de ecuaciones lineales. En relación con los videos didácticos, Ortega González et al. (2019) indican que son una herramienta poderosa para

mediar el aprendizaje, debido a sus funciones: informativa, motivadora, lúdica, expresiva y evaluativa. Los resultados de la investigación permiten afirmar que el uso pedagógico de los videos, en el marco de una secuencia didáctica, cumplen también una función orientadora, dado que guían la interpretación de estructuras procedimentales.

El ABP mediado con una aplicación educativa móvil permitió desarrollar algunas habilidades interpersonales, en el mismo sentido de lo afirmado por Chung et al. (2019); la estrategia educativa contribuyó en el fortalecimiento del trabajo colaborativo. Otras habilidades interpersonales, evidenciadas en la investigación, son la capacidad para argumentar las ideas frente a un grupo de trabajo, respeto por las opiniones y aportes de los compañeros, y la toma de decisiones a partir de la discusión y análisis al interior del equipo.

En esta investigación, se logra ratificar que los dispositivos móviles aportan en el cambio metodológico que se requiere para responder a las necesidades educativas actuales de los sujetos. De acuerdo con lo expresado por Prahani et al. (2020), el uso de las aplicaciones educativas móviles facilita el aprendizaje autónomo del estudiante, competencia indispensable para los procesos formativos en el siglo XXI. En este sentido, con los dispositivos móviles se tiene la posibilidad de acceder a la información sin límite de tiempo ni lugar (Gil Oliver & Prendes Espinoza, 2019); de manera que los estudiantes pueden ingresar en tiempo real al contenido, las actividades, y la evaluación, aprendiendo a su ritmo y de acuerdo con sus necesidades e intereses.

Por otra parte, implementar el aprendizaje móvil permite optar por múltiples estrategias de trabajo, establecer el grado de profundidad de los contenidos temáticos, y diversas formas de evaluación (Gardner, 2000). La investigación permite afirmar que el ABP mediado con una APP favorece los procesos evaluativos; el docente puede valorar los aportes del trabajo en grupo, la relación interpersonal con los miembros del equipo, el liderazgo, la motivación, la comunicación asertiva, y la calidad de los aportes, dando lugar a una evaluación más integral y ajustada a los logros de los estudiantes.

Conclusiones

El aprendizaje basado en problemas se constituye en una metodología que aporta de forma significativa en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas, en la que los

estudiantes se sienten más involucrados y aportan activamente en la construcción de saberes, privilegiando el trabajo colaborativo.

Teniendo en cuenta que el trabajo en equipo es fundamental en la implementación de la metodología aprendizaje basado en problemas, cabe destacar que los estudiantes deben tener unas mínimas competencias comunicativas que les permita expresar sus ideas, comentarios, aportes, dudas, entre otros, dando lugar a una dinámica de cooperación y colaboración en la construcción de aprendizajes.

Al término de la investigación, y una vez implementada la aplicación educativa móvil, se logra observar un mayor interés por parte de los estudiantes para la solución de ejercicios de la asignatura de matemáticas en relación con el tema de sistema de ecuaciones lineales de dos ecuaciones con dos incógnitas y de tres ecuaciones con tres incógnitas. La portabilidad de la aplicación en el celular permite que los estudiantes accedan de una manera fácil y eficiente a la información y realicen actividades tendientes a fortalecer sus conocimientos, en cualquier lugar y hora.

El aprendizaje basado en problemas permitió desarrollar en los estudiantes la habilidad para hacer indagación en distintas fuentes de información y a partir de allí organizar el contenido, planear la mejor solución a los problemas planteados y poder trabajar de manera grupal, favoreciendo el trabajo colaborativo, compartiendo y corroborando fuentes de información, y discutiendo los distintos aspectos de su análisis para resolver un determinado problema. La estrategia incorporando el ABP permitió desarrollar en los estudiantes el pensamiento crítico y la toma de decisiones. El ABP es una metodología que se fundamenta en el planteamiento de problemas, con el propósito de orientar a los estudiantes hacia la identificación de los conocimientos que se requieren para comprender y dar una solución efectiva al problema; de esta forma, el estudiante indaga y construye saberes durante el proceso de solución de la situación planteada, permitiendo alcanzar los objetivos educativos.

La aplicación educativa móvil como componente tecnológico, inmerso en la secuencia didáctica, fue fundamental para el logro de los objetivos, dado que los estudiantes tenían la información a la mano y en cualquier momento la podían consultar. La aplicación fue clave para mantener el interés de los estudiantes y fortaleció el aprendizaje de los cuatro métodos (Gauss

Jordan, sustitución, reducción e igualación) para la resolución de ecuaciones lineales mediante el planteamiento de problemas de la vida diaria.

La incorporación de herramientas tecnológicas en el aula de clase, en este caso los dispositivos móviles, son considerados una necesidad y, a la vez, un reto para el docente; de una parte, es un elemento tecnológico disponible y al alcance de los estudiantes, y diversos estudios han demostrado sus ventajas en la educación; por otro lado, es un reto en la medida que se puede convertir en un mecanismo distractor dentro del aula. Por tanto, es necesario priorizar el análisis de las estrategias metodológicas y las aplicaciones adecuadas, que mantengan conectados a los estudiantes en los objetivos educativos y favorezcan un aprendizaje significativo con estos dispositivos.

Referencias

- Alkhateeb, M. A., & Al-Duwairi, A. M. (2019). The Effect of Using Mobile Applications (GeoGebra and Sketchpad) on the Students' Achievement [El efecto del uso de aplicaciones móviles (GeoGebra y Sketchpad) en el rendimiento de los estudiantes]. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(3), 523-533.
<https://eric.ed.gov/?id=EJ1227049>
- Amador-Baquiro, J. C. (2021). Contenidos digitales para niños de primera infancia: el caso del portal Maguaré. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (64), 119-150.
<https://doi.org/10.35575/rvucn.n64a6>
- Cerdá Pérez, M. (2017). *El espacio ubicuo: Habitar en la era de internet*. Librería Técnica CP67.
- Chung, C. J., Hwang, G. J., & Lai, C. L. (2019). A review of experimental mobile learning research in 2010–2016 based on the activity theory framework [Una revisión de la investigación de aprendizaje móvil experimental en 2010-2016 basada en el marco de la teoría de la Actividad]. *Computers & Education*, 129, 1-13.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.10.010>
- Congreso de la República de Colombia. (1982, 28 de enero). *Ley 23*, sobre derechos de autor. Diario Oficial 48587.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=3431>

- Congreso de la República de Colombia. (2008, 31 de diciembre). *Ley 1266*, por la cual se dictan las disposiciones generales del hábeas data y se regula el manejo de la información contenida en bases de datos personales, en especial la financiera, crediticia, comercial, de servicios y la proveniente de terceros países y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial 47219. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=34488>
- Congreso de la República de Colombia. (2012, 17 de octubre). *Ley 1581*, por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. Diario Oficial 48587. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>
- Cristancho Cárdenas, D., & Cristancho Cárdenas, L. (2018). Aprendizaje basado en problemas en matemáticas: el concepto de fracción. *Educación y Ciencia*, 21, 45-48. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/educacion_y_ciencia/article/download/9387/7830
- Dewey, J. (1989). *Cómo pensamos. Nueva exposición de la relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo*. Paidós Ibérica.
- Eggen, P., & Kauchak, D. (2015). *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*. Fondo de Cultura Económica.
- Elkhair, Z., & Abdul Mutalib, A. (2019). Mobile learning applications: characteristics, perspectives, and future trends [Aplicaciones móviles de aprendizaje: características, perspectivas y tendencias futuras]. *International Journal of Interactive Digital Media (IJIDM)*, 5(1), 18-21. <http://ihumen.utm.my/ijidm/wp-content/uploads/sites/6/CR48-IJIDMEditbyrCm.pdf>
- Enríquez, J. G., & Casas, S. I. (2013). Usabilidad en aplicaciones móviles. *Informes Científicos Técnicos-UNPA*, 5(2), 25-47. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v5i2.71>
- Escribano, A., & Del Valle, A. (2015). *El aprendizaje basado en problemas (ABP)*. Ediciones de la U.
- Gardner, H. (2000). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century* [Inteligencia reformulada: inteligencias múltiples para el siglo XXI]. Basic Books.
- Gil Oliver, J. M., & Prendes Espinosa, M. P. (2019). Uso de aplicaciones y dispositivos móviles con menores en riesgo de exclusión: evaluación de una experiencia educativa no formal. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 37(1), 23-39. <https://doi.org/10.14201/et20193712339>

- Gómez Ardila, S., & Chacón González, A. (2017). Aprendizaje móvil basado en el modelo Frame y aplicado al aprendizaje de la técnica de Core en Fisioterapia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (50), 411-436. <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/831/1349>
- Jahnke, I., & Liebscher, J. (2020). Three types of integrated course designs for using mobile technologies to support creativity in higher education [Tres tipos de diseños de cursos integrados para el uso de tecnologías móviles para apoyar la creatividad en la educación superior]. *Computers & Education*, 146, Article 103782. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103782>
- Luy-Montejo, C. (2019, mayo-agosto). El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de la inteligencia emocional de estudiantes universitarios. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 369-383. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.288>
- Mejía Dávila, M. R. (2020). M-Learning: características, ventajas y desventajas, uso. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 8(1), 50-52. <https://doi.org/10.37843/rted.v8i1.80>
- Ortega González, I. M., Rincón Álvarez, G. A., & Hernandez Suárez, C. A. (2019). Uso del video como estrategia pedagógica para el desarrollo de la competencia escritora en estudiantes de educación básica. *Revista Perspectivas*, 4(2), 52-63. <https://doi.org/10.22463/25909215.1972>
- Pohan, A. M., Asmin, A., & Menanti, A. (2020). The effect of problem-based learning and learning motivation of Mathematical problem-solving skills of class 5 students at SDN 0407 Mondang [El efecto del aprendizaje basado en problemas y la motivación de aprendizaje de las habilidades de resolución de problemas matemáticos de los estudiantes de clase 5 en SDN 0407 Mondang]. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education Journal*, 3(1), 531-539. <https://doi.org/10.33258/birle.v3i1.850>
- Poláková, P., & Klímová, B. (2019). Mobile technology and Generation Z in the English language classroom—A preliminary study [Tecnología móvil y Generación Z en el aula de inglés: un estudio preliminar]. *Education Sciences*, 9(3), 1-11. <https://doi.org/10.3390/educsci9030203>
- Polanco Garay, L. W., & Moré Soto, D. (2021). Del aprendizaje tradicional al aprendizaje invertido como continuidad del proceso educativo en contexto de Covid-19. *Mendive*.

Revista de Educación, 19(1), 214-226.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962021000100214

- Prahani, B., Jatmiko, B., Hariadi, B., Sunarto, D., Sagirani, T., Amelia, T., & Lemantara, J. (2020). Blended Web Mobile Learning (BWML) model to improve students' higher order thinking skills [Modelo Blended Web Mobile Learning (BWML) para mejorar las habilidades de pensamiento de orden superior de los estudiantes]. *International Journal of Emerging Technologies in Learning, 15(11)*, 42-55. <https://www.learntechlib.org/p/217126/>
- Presidencia de la República de Colombia. (2013, 27 de junio). *Decreto 1377*, por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 1581 de 2012. Diario Oficial 48834. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=53646>
- Ramírez-Montoya, M.S., & García-Peñalvo, F. J. (2017). La integración efectiva del dispositivo móvil en la educación y en el aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 20(2)*, 29-47. <https://repositorio.grial.eu/handle/grial/904>
- Restrepo Gómez, B. (2008). El ABP, Aprendizaje Basado en Problemas: un dispositivo didáctico-investigativo Innovador en la formación profesional. *Journal Odontológico Colegial, (1)*, 69-75. <http://revistas.unicoc.edu.co/index.php/joc/article/view/18>
- Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill.
- Segura Castillo, M. A., & Quiros Acuña, M. (2019). Desde el Diseño Universal para el Aprendizaje: el estudiantado al aprender se evalúa y al evaluarle aprende. *Revista Educación, 43(1)*, 734-754. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/edu/v43n1/2215-2644-edu-43-01-00643.pdf>
- Sitar-Taut, D. A., & Mican, D. (2021). Mobile learning acceptance and use in higher education during social distancing circumstances: an expansion and customization of UTAUT2 [Aceptación y uso del aprendizaje móvil en la educación superior durante circunstancias de distanciamiento social: una expansión y personalización de UTAUT2]. *Online Information Review, 45(5)*, 1000-1019. <https://doi.org/10.1108/OIR-01-2021-0017>
- Valero Avilés, M. V. (2022). *Estudio comparativo de las aplicaciones móviles híbridas desarrolladas con el lenguaje de programación JavaScript, y las aplicaciones móviles*

nativas [Trabajo de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio institucional.

<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11862>

Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological functions* [Mente en sociedad: el desarrollo de funciones psicológicas superiores]. Harvard University Press.