

Artículo original

Propuesta general de proceso de enseñanza-aprendizaje para la robótica educativa desde las bases pedagógicas cubanas



General proposal for a teaching-learning process for educational robotics based on Cuban pedagogical foundations

Proposta geral para um processo de ensino-aprendizagem em robótica educacional com base nos fundamentos pedagógicos cubanos

Mónica Díaz Otero¹  0000-0002-8734-5970  m.diazotero1809@01gmail.com

Alberto Diego Valle Lima¹  0000-0001-6263-9158  valle@iccp.rimed.cu

¹ Instituto Central de Ciencias Pedagógicas. La Habana, Cuba.

Recibido: 24/01/2025

Aceptado: 2/06/2025

RESUMEN

El Ministerio de Educación y la dirección del país han propuesto incorporar la enseñanza de la robótica en las instituciones educativas cubanas, por su potencial para fomentar una cultura científica y de innovación tecnológica. En su labor científica, un proyecto sectorial del Ministerio de Educación identificó instituciones recreativas y proyectos extensionistas de Educación Superior que promueven el aprendizaje de la robótica educativa entre niños y adolescentes. Sin embargo, debido a la novedad del tema en el país, aún no existe una didáctica fundamentada en las Ciencias Pedagógicas cubanas. El objetivo del artículo es divulgar la propuesta general del proceso de enseñanza-aprendizaje para la robótica educativa desde las bases pedagógicas cubanas, formulada por los investigadores del proyecto. La investigación se realizó mediante un estudio cualitativo, empleó métodos teóricos como el análisis, la síntesis, la generalización, la sistematización y el análisis documental, para estructurar

sus conclusiones. El método empírico utilizado fue el método Delphi haciendo uso del análisis de las respuestas de los expertos. Los resultados mostraron las principales similitudes y diferencias entre las didácticas foráneas y las nacionales. Además, presentó una propuesta general para dicho proceso referente a la robótica educativa en Cuba. La propuesta fue validada y perfeccionada mediante el Método Delphi para la evaluación por los expertos. Por los resultados del trabajo presentado, Cuba dispone de una propuesta general de proceso de enseñanza-aprendizaje para la robótica educativa, basada en las ciencias pedagógicas cubanas. Su implementación ofrecerá un marco estructurado para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la robótica educativa.

Palabras clave: aprendizaje desarrollador; proceso de enseñanza-aprendizaje; robótica educativa.

ABSTRACT

The Ministry of Education and the leadership of the country have proposed incorporating robotics education into Cuban educational institutions due to its potential to foster a culture of science and technological innovation. In its scientific work, a Ministry of Education sectoral project identified recreational institutions and higher education extension projects that promote the learning of educational robotics among children and adolescents. However, due to the novelty of the subject in the country, there is still no didactic approach based on Cuban Pedagogical Sciences. The objective of this article is to disseminate the general proposal for the teaching-learning process for educational robotics based on Cuban pedagogical foundations, as formulated by the project researchers. The research was conducted through a qualitative study, employing theoretical methods such as analysis, synthesis, generalization, systematization, and documentary analysis to structure its conclusions. The empirical method used was the Delphi method, which uses the analysis of expert responses. The results showed the main similarities and differences between foreign and national didactic approaches. In addition, a general proposal for this process was presented regarding educational robotics in Cuba. The proposal was validated and refined using the Delphi Method for expert evaluation. Based on the results of the presented work, Cuba has a general proposal for a teaching-learning process for educational robotics, based on Cuban pedagogical sciences. Its implementation will provide a structured framework for the teaching-learning process of educational robotics.

Keywords: developer learning, teaching-learning process; educational robotics.

RESUMO

O Ministério da Educação e a liderança do país propuseram a incorporação do ensino de robótica nas instituições educacionais cubanas, devido ao seu potencial para fomentar uma cultura de ciência e inovação tecnológica. Em seu trabalho científico, um projeto setorial do Ministério da Educação identificou instituições recreativas e projetos de extensão de ensino superior que promovem a aprendizagem de robótica educacional entre crianças e adolescentes. No entanto, devido à novidade do tema no país, ainda não existe uma abordagem didática baseada nas Ciências Pedagógicas Cubanas. O objetivo deste artigo é divulgar a proposta geral para o processo de ensino-aprendizagem de robótica educacional com base nos fundamentos pedagógicos cubanos, conforme formulada pelos pesquisadores do projeto. A pesquisa foi conduzida por meio de um estudo qualitativo, empregando métodos teóricos como análise, síntese, generalização, sistematização e análise documental para estruturar suas conclusões. O método empírico utilizado foi o método Delphi, que utiliza a análise de respostas de especialistas. Os resultados mostraram as principais semelhanças e diferenças entre os métodos de ensino estrangeiros e nacionais. Também foi apresentada uma proposta geral para esse processo referente à robótica educacional em Cuba. A proposta foi validada e refinada utilizando o Método Delphi para avaliação por especialistas. Com base nos resultados do trabalho apresentado, Cuba apresenta uma proposta geral para um processo de ensino-aprendizagem em robótica educacional, com base nas ciências pedagógicas cubanas. Sua implementação fornecerá uma estrutura para o processo de ensino-aprendizagem em robótica educacional.

Palavras-chave: aprendizagem do desenvolvedor; processo de ensino-aprendizagem; robótica educacional.

INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual hay una marcada influencia de los procesos tecnológicos en la actividad económica y social de los países. Es difícil encontrar un área de la actividad humana que, de alguna manera, no esté relacionada con la tecnología; este fenómeno crece exponencialmente. La enseñanza de la robótica es una herramienta que se muestra beneficiosa para la formación de las nuevas generaciones en una cultura científica y de innovación tecnológica.

Para favorecer la comprensión del tema a abordar, se describe lo que los autores consideran por robótica y por robótica educativa. Se han seleccionado y presentado las ideas comunes y relevantes.

Se entiende por robótica a un campo interdisciplinario que se ocupa del diseño, construcción, programación y operación de robots. El objetivo principal de la robótica es crear sistemas autónomos que puedan llevar a cabo, de una manera eficiente, precisa y segura, tareas repetitivas, difíciles, desagradables o peligrosas (Castro *et al.*, 2022; Rosero, 2024).

Se considera la robótica educativa como una rama de la robótica aplicada al ámbito educativo, centrada en el diseño, elaboración, programación y operación de robots. Su característica distintiva es que proporciona un entorno de aprendizaje multidisciplinario y significativo (Castro *et al.*, 2022; Hernández *et al.*, 2024).

La evolución de la robótica educativa ha sido notable y se ha transformado en un componente de la educación contemporánea. Sus comienzos se remontan a finales de la década de 1960. Desde entonces, y en las dos siguientes décadas (1970 y 1980), se crea y desarrolla el lenguaje de programación Logo. Esta innovación sentó las bases para integrar la programación y la robótica en entornos educativos (González *et al.*, 2020; Sánchez & Prendes 2022).

Durante los años 1990, la robótica educativa comenzó a aplicarse en la educación. Surgen los kits educativos de robótica como Lego Mindstorms, lo que brindó herramientas accesibles para construir y programar robots (Rosero, 2024; Sánchez & Prendes 2022).

Con la llegada de los años 2000, se establecieron competencias enfocadas en promover habilidades como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la creatividad. Paralelamente, el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) lanzó el lenguaje de programación Scratch, lo que amplió las posibilidades para que los más jóvenes desarrollaran proyectos tecnológicos de manera intuitiva (González *et al.*, 2020; Díaz & Salas, 2023; Rosero, 2024).

En la década de 2010, el enfoque en la educación: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) impulsó la integración de la robótica en los planes educativos, para responder a la creciente demanda de habilidades tecnológicas en el mundo contemporáneo (Remond & Figueredo, 2020; Sánchez & Prendes 2022).

En la década de 2020, los programas educativos orientados a la robótica y la programación experimentaron una expansión global. Esta tendencia reflejó un esfuerzo colectivo por equipar a las futuras generaciones con competencias clave para enfrentar los desafíos de una sociedad cada vez más digitalizada y tecnológica (Remond & Figueredo, 2020; Díaz & Salas, 2023; Sánchez & Prendes, 2022).

Este recorrido histórico a nivel global evidencia la progresiva consolidación de la robótica educativa como un recurso para el aprendizaje. Su evolución, desde herramientas mecánicas simples hasta plataformas tecnológicas avanzadas, ha revolucionado las metodologías de enseñanza en diversos contextos.

En Cuba, niños, adolescentes y jóvenes han tenido una participación destacada en competencias internacionales de programación y robótica. Se han creado círculos de interés en programación, impulsados por profesores de la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) (Remond & Figueredo, 2020) y profesores de Informática que enseñaron el lenguaje de programación Scratch como parte de la experimentación del III Perfeccionamiento del Sistema Nacional de Educación (SNE). A esto se suman iniciativas en instituciones recreativas como el Planetario de La Habana, el Palacio Tecnológico, los Joven Club de Computación y Electrónica, y el Proyecto "Adolescentes +" de la Oficina del Historiador de La Habana, los cuales fomentan el aprendizaje de programación y robótica.

Diversas instituciones de Educación Superior, como la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE), la Universidad de Oriente y la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, han desarrollado proyectos extensionistas que promueven la enseñanza de la programación y la robótica. Estas acciones subrayan el compromiso del país con el desarrollo de estas disciplinas y su integración en distintos entornos educativos y recreativos.

Como puede observarse en lo expuesto anteriormente, referente a la robótica educativa con niños y adolescentes, en Cuba las actividades que se realizan son principalmente extraescolares. Toman las metodologías foráneas para la enseñanza, por lo que carecen de una orientación pedagógica unificada que contemple las bases de la pedagogía cubana. Aunque el país enfrenta retos inherentes a la novedad del tema y a limitaciones tecnológicas, destacan los esfuerzos por introducir la robótica educativa en las instituciones educativas, impulsada por iniciativas gubernamentales y del Ministerio de Educación (MINED), como la creación de un proyecto sectorial que estudie esta problemática.

En su labor científica, dicho proyecto elaboró el resultado científico: "Fundamentos Generales, Teóricos, Didácticos y Tecnológicos, para la introducción de la enseñanza de la robótica en la Educación General cubana". En él, se formula una propuesta pedagógica sustentada en las ciencias pedagógicas cubanas, destinada a estructurar un marco de referencia para el aprendizaje de la robótica.

El fundamento de la teoría y la práctica, en relación al proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) en Cuba, es el enfoque histórico-cultural. Según este enfoque, el desarrollo de las capacidades cognitivas y la adquisición del conocimiento no pueden separarse del entorno cultural y social en que se producen. Además, destaca la importancia de la interacción social y el aprendizaje colaborativo en el desarrollo individual. En él se valoran no solo los resultados académicos, sino también habilidades, actitudes y valores (Navarro & Valle, 2024; Rico *et al.*, 2004).

En el enfoque histórico-cultural se reconoce la actividad como el eje generatriz del aprendizaje. Al asumir el aprendizaje como actividad, se consideran sus etapas o momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje en condiciones desarrolladoras: etapa motivacional y de orientación, etapa de ejecución y etapa de control y evaluación. Igualmente, debe ser considerado el sistema de categorías que distinguen al proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) desarrollador. Categorías no personales: objetivo, contenido, método, medios de enseñanza, formas de organización y evaluación (Rico *et al.*, 2004). Los robots son un medio de enseñanza e influye en las restantes categorías. Las categorías personales se expresan en el rol del educador, del educando y del grupo. Destaca el rol del educador y el grupo de educandos en sus procesos de interrelación y comunicación en la actividad de aprendizaje, como mediadores sociales esenciales para el aprendizaje individual; lo que constituye el paso de lo externo a lo interno, de lo social a lo individual.

En la robótica educativa la intuición se presenta en una rápida percepción del objeto, la idea o el proyecto en su clara comprensión (Sánchez & Prendes, 2022). Son útiles los principios, las reglas o programas heurísticos que permitan utilizar un procedimiento orientado a la solución del problema planteado. El método heurístico ofrece al educando vías para la resolución independiente de problemas, con una racionalización del esfuerzo mental y práctico y le permite resolver por sí mismo otros problemas que le plantee la práctica.

En el ámbito internacional, el análisis de diversos documentos (Castro *et al.*, 2022; Cuéllar *et al.*, 2024; González *et al.*, 2020; Pincay & Cuero, 2024, Rosero, 2024), así como la realización de un

estudio comparado realizado por los investigadores del proyecto antes mencionado, que abarcó dieciocho países, evidenció que no existe un método universal para la enseñanza de la robótica. Este varía en función de los objetivos educativos, los recursos disponibles y las preferencias pedagógicas de cada contexto nacional.

Sin embargo, tanto en el análisis documental como en el estudio comparado, se identificó la tendencia hacia la integración de la robótica en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En dicho proceso destacan el uso de la metodología *Maker* (aprender haciendo), que impulsa la innovación a través de la experimentación y el diseño, y el enfoque multidisciplinar STEM como predominante para fomentar la participación activa y creativa de los educandos (Marín *et al.*, 2023). Este enfoque interdisciplinario favorece el desarrollo de competencias técnicas, creativas y de resolución de problemas, indispensables en la enseñanza de la robótica (Cuellar *et al.*, 2024). Ambos se entrelazan para ofrecer un aprendizaje conectado y significativo, donde los educandos desarrollan habilidades clave a través de la resolución de proyectos interdisciplinarios e impulsan la colaboración y el uso activo de la tecnología (Pincay & Cuero, 2024).

Otra de las tendencias en los métodos utilizados en el PEA de la robótica educativa internacionalmente es la utilización del aprendizaje basado en proyectos (ABP). El ABP es un método de enseñanza-aprendizaje globalizador, sistemático, riguroso y reflexivo, que, en la robótica educativa, fomenta la aplicación de los conocimientos a situaciones prácticas, donde los educandos se enfrentan a desafíos que requieren pensamiento crítico y creatividad (Recalde *et al.*, 2024; Ruiz & Ortega, 2022; Zambrano *et al.*, 2022).

A partir de este análisis, se argumenta la importancia y necesidad del presente artículo. La incorporación de un marco teórico y metodológico para la implementación de la robótica educativa en el PEA no solo responde a la demanda de un entorno tecnológico en constante evolución, sino que también garantiza que dichas herramientas educativas se alineen con las bases pedagógicas cubanas. Ello permitirá maximizar el impacto positivo en la formación integral de los educandos y en la preparación de futuros ciudadanos capaces de enfrentar los retos de una sociedad cada vez más compleja y tecnológicamente avanzada. Articular en las actividades de robótica educativa estas bases pedagógicas foráneas y nacionales, constituye un desafío y, al mismo tiempo, una oportunidad para garantizar una educación de calidad que contribuya al desarrollo integral de los educandos y al avance de la sociedad en su conjunto.

En el ya mencionado proyecto sectorial del MINED, se desarrolló una propuesta metodológica general para el PEA de la robótica. En la elaboración de esta propuesta, se integraron y armonizaron, en la medida de lo posible, los principios fundamentales de las Ciencias de la Educación en el contexto cubano, con los enfoques pedagógicos presentes en las didácticas aplicadas internacionalmente. Este enfoque permitió establecer principios básicos que potencien el PEA, respetando las bases pedagógicas del sistema educativo cubano. Este artículo tiene como objetivo: socializar la propuesta general del proceso de enseñanza-aprendizaje para la robótica educativa desde las bases pedagógicas cubanas, elaborada por los investigadores del proyecto sectorial del MINED. Dicha propuesta promueve una estructura fundamental que da coherencia al PEA de la robótica en instituciones educativas y recreativas cubanas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo que se presenta se realizó mediante un estudio cualitativo, a través de los métodos de investigación científica siguientes:

Teóricos

La sistematización: permitió el análisis y determinación de los antecedentes acerca de la introducción de la robótica, tanto en el ámbito internacional como el nacional. En el ámbito internacional, se realizó un estudio comparado, para analizar y comprender las similitudes y diferencias en las prácticas educativas de los diferentes contextos. Se analizaron dieciocho países de diferentes regiones, acerca del PEA para la robótica educativa. Se estudiaron, colocados en orden alfabético: Alemania, Argentina, Australia, Botsuana, Brasil, Canadá, Colombia, China, España, Estados Unidos, Finlandia, India, Japón, Kenia, México, Namibia, Reino Unido, Sudáfrica. Estos países representan una variedad de contextos, lo que permitió tener una visión bastante amplia del tema objeto de estudio.

Los aspectos valorados fueron: las metodologías utilizadas para la enseñanza de la robótica, si forma parte del currículo escolar, el nivel educativo donde se introduce, el enfoque (si es un recurso educativo o una asignatura) y el tipo de financiación otorgada. Este análisis proporcionó la identificación de tendencias y mejores prácticas que puedan ser aplicadas al PEA para la robótica en Cuba. Además, permitió mejorar la comprensión de los datos, sus relaciones, profundizar en las

interpretaciones e, igualmente, elaborar la propuesta que responde al objetivo de la investigación desarrollada.

Se realizó un análisis documental para determinar las diferencias y semejanzas entre el enfoque STEM, la metodología *Maker* y el aprendizaje desarrollador. La revisión se centró en las fuentes teóricas y metodológicas de currículos internacionales y el nacional. Se incluyeron los programas y planes de estudio del MINED en los diferentes niveles de enseñanza (Educación de la Primera Infancia, Educación Primaria, Educación Secundaria, Educación Preuniversitaria), a través de la disciplina Informática. Además, se buscaron materias afines en los diferentes grados y especialidades de la Educación Técnica y Profesional (Instrumentación y Control, Automática, Informática, Electrónica y Servicios Telefónicos). También, se recopiló información en periódicos y sitios web acerca de resultados que han tenido instituciones recreativas y de Educación Superior relativas a la enseñanza de la programación y la robótica en Cuba.

La principal limitación de este estudio fueron los escasos libros o revistas científicas que abordaran el tema de la enseñanza de la robótica o de su práctica, con niños y adolescentes en las edades de los niveles educativos comprendidos en la Educación General cubana.

Empíricos

Se utilizó el método Delphi para la evaluación de la propuesta general del PEA para la robótica educativa. Se escogieron 30 expertos de las provincias: Villa Clara (Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas), Santiago de Cuba (Universidad de Oriente) y de La Habana (Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona", la Dirección de Tecnología Educativa del MINED y profesores e investigadores del Instituto Central de Ciencias Pedagógicas).

A los expertos se les enviaron dos encuestas: una para calcular el coeficiente de competencia K y otra para conocer sus valoraciones sobre los componentes de la concepción propuesta. Había expertos especialistas en Tecnología y expertos especialistas en Pedagogía. Se le presentó una tabla con las fuentes de argumentación: análisis teóricos realizados por usted; experiencia obtenida; trabajo de autores nacionales; trabajo de autores extranjeros; propio conocimiento del estado del problema en el extranjero; su intuición. Además, se les orientó que marcaran con una X las fuentes que consideraban que han influido más en el nivel del conocimiento que posee sobre los procesos de Tecnología o Pedagogía, según fuera su especialidad. Se le dieron tres opciones en cada una: alto, medio y bajo.

A partir de las selecciones realizadas se obtuvieron los datos, en correspondencia con una tabla patrón. A continuación, se sumaron todos los valores obtenidos y dio como resultado el coeficiente de argumentación ka de cada experto. Teniendo como datos los coeficientes de conocimientos kc y de argumentación ka , se calculó el coeficiente de competencia de cada experto (K).

En la segunda tabla, los expertos seleccionados ofrecieron su opinión sobre cada uno de los elementos a través de cinco categorías evaluativas: 5-Muy adecuada (MA); 4-Bastante adecuada (BA); 3-Adecuada (A); 2-Poco adecuada (PA); 1-No adecuada (NA).

Inicialmente se establecieron los denominados puntos de corte (del C1 al C5), que se hacen corresponder con las cinco categorías evaluativas: MA-C1, BA-C2, A-C3, PA-C4, NA-C5. A continuación, se construyó una tabla de frecuencias acumuladas. Seguido se construyó una tabla de frecuencias relativas acumuladas. El cociente de esa división debe aproximarse hasta las diez milésimas. La última columna no se necesita, pues al ser cinco categorías solamente se necesitan cuatro puntos de corte. Los puntos de corte se obtienen al dividir la suma de los valores correspondientes a cada columna entre el número de componentes. N , P , son los promedios; por tanto, $N-P$ es el valor promedio que le otorgan los expertos a cada elemento del sistema.

Los puntos de corte sirvieron para la determinación de la categoría o grado de adecuación de cada elemento del sistema. Después se buscó la imagen de cada uno de los valores de las celdas de la tabla anterior, mediante la inversa de la curva normal. Este proceso se repitió en tres rondas de evaluación para alcanzar un consenso.

Los métodos matemáticos-estadísticos se utilizaron para la prueba de los signos, al considerar un comportamiento normal de la variable por ser 30 los expertos considerados. Se determinó el coeficiente de competencia (K) de los expertos, los puntos de corte y el valor promedio que otorgaron los expertos en la determinación de la categoría evaluada.

RESULTADOS

En la determinación de las similitudes y diferencias acerca del PEA para la robótica educativa internacional y nacionalmente, se estudiaron dieciocho países que incluyeran los distintos continentes, de forma que representaran una variedad de enfoques y contextos, lo que permitió tener una visión bastante amplia del tema a estudiar.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- El enfoque STEM es ampliamente adoptado en países desarrollados, como Estados Unidos, Australia, Reino Unido y Japón. Países como Alemania, Canadá y Finlandia han adoptado esta filosofía en talleres y laboratorios equipados con tecnología.
- El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es ampliamente utilizado en el mundo como un método para la enseñanza de la robótica, a educandos de todas las edades.
- En cuanto a la incorporación de la robótica en los sistemas educativos, se observa que, en los países desarrollados, forma parte del currículo escolar oficial, ya sea como asignatura propia o como recurso educativo. En cambio, en países en desarrollo, la robótica tiende a introducirse mediante programas piloto o actividades extracurriculares, sin ser obligatoria. La mayoría de los países la integran en los niveles de primaria y secundaria, aunque en contextos en desarrollo es más común encontrarla en secundaria.
- Por último, las diferencias en el tipo de financiación también son evidentes. En países desarrollados, la financiación suele ser mixta, combinando recursos públicos y privados. En países en desarrollo, predomina la financiación pública, a menudo con el apoyo de organizaciones internacionales o iniciativas locales.

Estas tendencias reflejan la influencia de factores económicos, socioculturales y políticos en la implementación de la robótica educativa. Las metodologías activas y el enfoque interdisciplinario son clave para preparar a los educandos para los desafíos tecnológicos del futuro.

A partir de estos resultados y el análisis documental realizado, se encontraron numerosas coincidencias entre el modelo STEAM, la metodología *Maker* y el modelo de enseñanza-aprendizaje desarrollador. Las coincidencias fueron:

- Los tres enfoques proponen la realización de una actividad intelectual productiva y creadora en todos los momentos de su proceso de aprendizaje.
- Fomentan la búsqueda de significados y problematización permanente, lo que favorece el alcance de aprendizajes de calidad.
- Aspiran a que el educando asuma gradualmente la responsabilidad de su propio aprendizaje, lo que favorece el tránsito hacia el autoaprendizaje, a partir del compromiso e implicación afectiva con el mismo y la creciente habilidad para valorar y controlar su actividad.

- Proponen metas estratégicas de aprendizaje a corto y largo plazo, establece planes de acción para lograrlas, toma de decisiones y despliega un aprendizaje estratégico.
- Permiten al educando conocer sus deficiencias y limitaciones como aprendiz, y sus fortalezas y capacidades, autoevaluar sus procesos, sus avances, y los resultados de su trabajo.
- Enfatizan en la importancia de asumir una actitud positiva frente a los errores, analiza sus fracasos y sus éxitos en función de factores controlables; percibe el esfuerzo como un factor esencial en sus resultados, y, en general, tienen expectativas positivas respecto a su aprendizaje.
- El educando es parte activa de los procesos de comunicación y colaboración grupal. Favorece el aprendizaje a partir del conocimiento de los otros y comprende que los demás también pueden aprender de él. Permite la valoración del aprendizaje como fuente de crecimiento personal (no solo intelectual, sino también afectivo, moral, social).

No obstante, se encontraron dos diferencias significativas a considerar desde el punto de vista de la adquisición del conocimiento y, es ahí donde la didáctica derivada del enfoque histórico-cultural gana en claridad, sobre todo atendiendo a los procesos de formación del ser humano.

1. Utilización del método ensayo-error:

- STEM: integra el ensayo-error como estrategia para resolver problemas técnicos y científicos, utilizando datos objetivos para ajustar procesos y reforzar competencias.
- Metodología *Maker*: hace del ensayo-error un eje central, permitiendo la experimentación libre y la creatividad autónoma como principales motores del aprendizaje.
- Aprendizaje desarrollador: utiliza el aprendizaje del error de manera controlada, orientada y reflexiva, mediada por el educador, para garantizar un aprendizaje sólido, consciente y enfocado. Fomenta la comprensión profunda, la capacidad de transferir conocimientos a la solución de nuevos problemas y el desarrollo de habilidades analíticas y críticas.

2. La otra diferencia clave observada entre las didácticas usadas en el mundo y la utilizada en Cuba, se refiere a los momentos de la actividad de aprendizaje. En los métodos foráneos se va directamente al momento de ejecución, conllevando a la desatención de los momentos de la orientación y del control y valoración, de la actividad.

- STEM: propone ofrecer una estructura inicial de orientación, fomentar la aplicación práctica y utilizar el análisis de resultados objetivos para la valoración. Sin embargo,

en la práctica, se observa una tendencia a centrarse rápidamente en la **ejecución**, especialmente en actividades prácticas como la construcción o programación de proyectos robóticos, dejando menos tiempo para una orientación sólida o una valoración reflexiva al final. Esto puede deberse a la naturaleza dinámica y práctica del enfoque STEM.

- Metodología *Maker*: da prioridad a la ejecución, con menor atención a la orientación previa y al análisis posterior. El énfasis está en el proceso de creación y exploración libre.
- Aprendizaje desarrollador: estructura cuidadosamente los tres momentos de la actividad de aprendizaje para guiar al educando en cada etapa del aprendizaje, y asegura la reflexión profunda al final del proceso. Para el logro de un aprendizaje desarrollador, es un presupuesto significativo, el tratamiento a la base orientadora para la acción y las acciones de control. Estas permiten alcanzar niveles de generalización que favorecen un proceso sólido de asimilación. Se destaca así la importancia de estas acciones como elementos esenciales para garantizar una educación orientada al desarrollo pleno de habilidades cognitivas y formativas.

Se considera importante, además de la utilización del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), aplicar métodos heurísticos en la enseñanza de la robótica. Estos permiten a los educandos buscar soluciones innovadoras a problemas complejos. De conjunto, el ABP y los métodos heurísticos, no solo potencian la adquisición de habilidades técnicas relacionadas con la robótica, sino también promueven el desarrollo de habilidades como la colaboración y la comunicación, preparándolos para ser pensadores autónomos y resolutivos en un mundo cada vez más tecnológico.

Con base en el análisis previamente realizado, se diseñó una propuesta integral que estructura de forma general, el PEA de la robótica educativa, adaptado a las particularidades de las bases de la pedagogía cubana. A continuación, esta se muestra a grandes rasgos y se propone centrar la mirada en dos aspectos medulares:

El primero, enfocado en las características generales, no personales, del proceso de enseñanza-aprendizaje, constituido por las categorías del PEA desarrollador: objetivo, contenido, métodos de enseñanza, medios de enseñanza, formas de organización y evaluación.

Características fundamentales de cada una:

Objetivos

- Reflejar el carácter práctico del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Ser específicos, medibles, alcanzables y aplicables.
- Enfocarse en el proceso, no solo en el resultado final.
- Adaptarlos a los recursos disponibles, a las necesidades y el nivel de los educandos, así como a sus potencialidades.
- Organizar acciones conjuntas de colaboración entre los educandos.

Los contenidos deben

- Incluir conceptos básicos de robótica, programación, diseño y construcción de robots.
- Solucionar problemas del contexto en que se desarrolle y también a nivel social macro (país, mundo).
- Estimular la imaginación, la fantasía y la creatividad.
- Esgrimir, en ellos, las nociones, los conceptos, las teorías y las leyes de la ciencia.
- Propiciar el desarrollo de valores y de ética.
- Potenciar el uso independiente y crítico de las tecnologías y favorecer el paso de usuario a creador de las tecnologías.

Métodos de enseñanza

- Deben ser interactivos, prácticos y motivadores.
- Dependen de los objetivos, de las necesidades de aprendizaje, del nivel, del momento del proceso y del tipo (o los tipos) de contenido predominantes.
- La propuesta es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) complementado con los métodos heurísticos.

Medios de enseñanza

- Utilización de la tecnología para promover la enseñanza y el aprendizaje de manera integrada e interdisciplinaria.
- Es el enlace entre lo diseñado, lo elaborado, lo programado y la realidad.

- Facilitan la comprensión y aplicación del contenido de estudio de las disciplinas que se integran.
- La tecnología no es un fin en sí mismo sino un medio para alcanzar los objetivos.
- Debe cumplir con los estándares de seguridad y ser accesible a todos los educandos.

Formas de organización del proceso

- El proceso de enseñanza-aprendizaje debe ser desarrollador.
- La dirección de la actividad cognoscitiva del educando debe ser flexible.
- No es un proceso de enseñanza tradicional, y puede adoptar, según las circunstancias, diferentes formas organizativas.
- Planificar cómo, cuándo y para qué se va a utilizar el robot, de forma que contribuya significativamente al desarrollo de habilidades intelectuales para resolver problemas.
- Este medio entretiene fácilmente a los educandos y pueden perder la concentración de lo que exprese el educador, por lo que se requiere de preparación y entrenamiento en la dirección del PEA con la integración de este medio.
- La programación del robot debe contribuir al desarrollo intelectual de los educandos y nunca debe usarse en contra de dicho desarrollo ni del desarrollo y el bien social.
- Los proyectos pueden tener diversidad de tiempos para su solución y no necesariamente ser solucionados en una clase, puede ser en un conjunto de ellas.
- Debe fomentar el aprendizaje colaborativo y el trabajo en equipos.

Evaluación

- No debe ser de manera convencional, ya que el PEA no lo es.
- Debe ser flexible e individualizada. Su propósito es proporcionar retroalimentación individual con los niveles de ayuda que requieran.
- Debe realizarse mediante la reflexión conjunta y de forma sistemática, identificar y mostrar los errores generales que aparecen.

El segundo aspecto medular tiene que ver con la estructura general del proceso de enseñanza-aprendizaje para la robótica educativa; determinada a partir de los momentos de la actividad: motivación y orientación, ejecución, control y evaluación.

Primer momento: motivación y orientación.

Este primer momento se debe realizar en el grupo general. Coadyuvar a que el educando logre una posición consciente y reflexiva de su proceso de aprendizaje exige al educador, en el momento de preparación, garantizar la motivación, el vínculo entre los conocimientos precedentes y los nuevos, la participación activa del educando en el análisis de las condiciones para la solución del problema o reto robótico y sus posibles vías de solución.

La relación con los conocimientos previos les permitirá la reestructuración y el surgimiento de un nuevo nivel de generalización. Favorecer un proceso de asimilación más sólido, con mayores posibilidades de generalización y el desarrollo, expresados en la posibilidad de transferir conocimientos a las nuevas situaciones; o sea, operar con éxito en actividades del nivel de aplicación y creatividad.

Segundo momento: ejecución.

Se agrupan los educandos en grupos pequeños. El momento central consiste en el planteamiento de una situación problémica o reto. Este puede ser planteado por el educador o por otros educandos.

En este segundo momento de la actividad los educandos deben generar ideas y discutir las posibles soluciones. Para ello es necesario investigar y planificar el camino a seguir, determinar qué componentes de la mecánica y la electrónica van a utilizar, determinar cómo estos componentes interactúan con el entorno, cómo se pueden programar para responder a los estímulos y darle solución al reto. Proponer un diseño que integre los componentes.

En la investigación a realizar, se pueden buscar proyectos previos o soluciones similares que hayan sido implementadas por otros. Esto les dará ideas y ejemplos concretos sobre cómo abordar su propio reto. Se debe mantener un registro claro de la información recopilada, lo que será útil para la ejecución del proyecto, para su presentación final y para solucionar proyectos futuros. Se debe finalizar este momento con la elaboración de un procedimiento general que guíe el trabajo a realizar.

Una vez construido el robot, los grupos los prueban en situaciones reales. Se deben hacer los ajustes según los resultados obtenidos.

Tercer momento: control y evaluación.

Este momento debe realizarse en el grupo general (grupo grande). Cada grupo presenta su proyecto, explicando su proceso, decisiones tomadas y cómo enfrentaron los desafíos. El resto puede hacer preguntas y ofrecer retroalimentación constructiva.

En este momento es necesario:

- Reflexionar acerca de las estrategias utilizadas para solucionar el problema propuesto.
- Realizar un análisis retrospectivo y prospectivo de la solución encontrada, tanto desde el punto de vista del aprendizaje a nivel técnico, incluido el diseño, construcción y programación, como de habilidades de trabajo en equipo, relaciones interpersonales, o solución de problemas.
- Identificar los aciertos, búsqueda de nuevos conocimientos, fallas, áreas de mejora, olvidos durante el desarrollo de los retos realizados e intercambiar estrategias, algoritmos de solución y aprendizajes adquiridos que contribuyan a crear la base para los próximos retos a resolver.

Para la validación de la propuesta general de PEA para la robótica educativa elaborada, se aplicó la valoración de los expertos por el Método Delphi.

Los expertos seleccionados ofrecieron su opinión sobre cada uno de los aspectos propuestos, a través de cinco categorías evaluativas: 5-Muy adecuada (MA); 4-Bastante adecuada (BA); 3-Adecuada (A); 2-Poco adecuada (PA); 1-No adecuada (NA) (Figura 1).

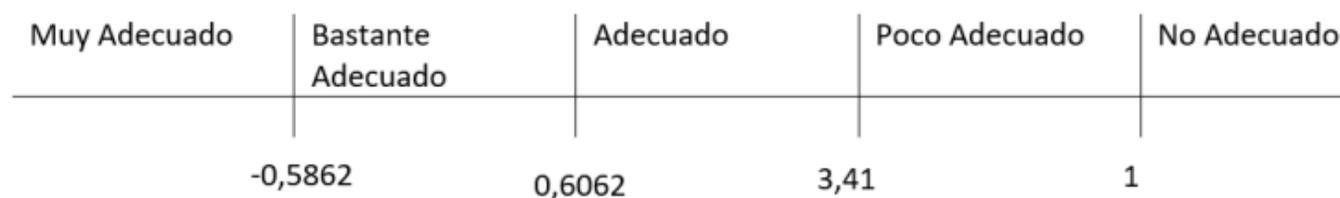


Figura 1. Puntos de corte determinados quedaron de la siguiente manera

Los resultados (N-P) del valor promedio que le otorgan los expertos a cada componente, se encuentran todos entre los puntos de cortes -0,5862 y 0,6062; por lo que se valoran todos los componentes en la categoría: Bastante adecuado.

El procesamiento estadístico de los datos, el análisis de las respuestas y las recomendaciones, realizadas por los expertos, permitieron apreciar el consenso de estos en relación a cada elemento.

En el análisis de las respuestas referidas a las características del PEA, el 23 % de los expertos determinó como Muy adecuada la propuesta. El 47 % en la categoría Bastante adecuada y resto (30 %) estableció la categoría Adecuada. Referido a la estructura general del PEA, el 20 % estableció Muy adecuada, el 47 % Bastante adecuada y el 33 % estableció la categoría Adecuada.

Después del análisis estadístico se determinó que ambos aspectos fueron valorados en la categoría: Bastante adecuado. Los resultados de la encuesta aplicada a los 30 expertos se muestran en los gráficos siguientes (Figura 2).

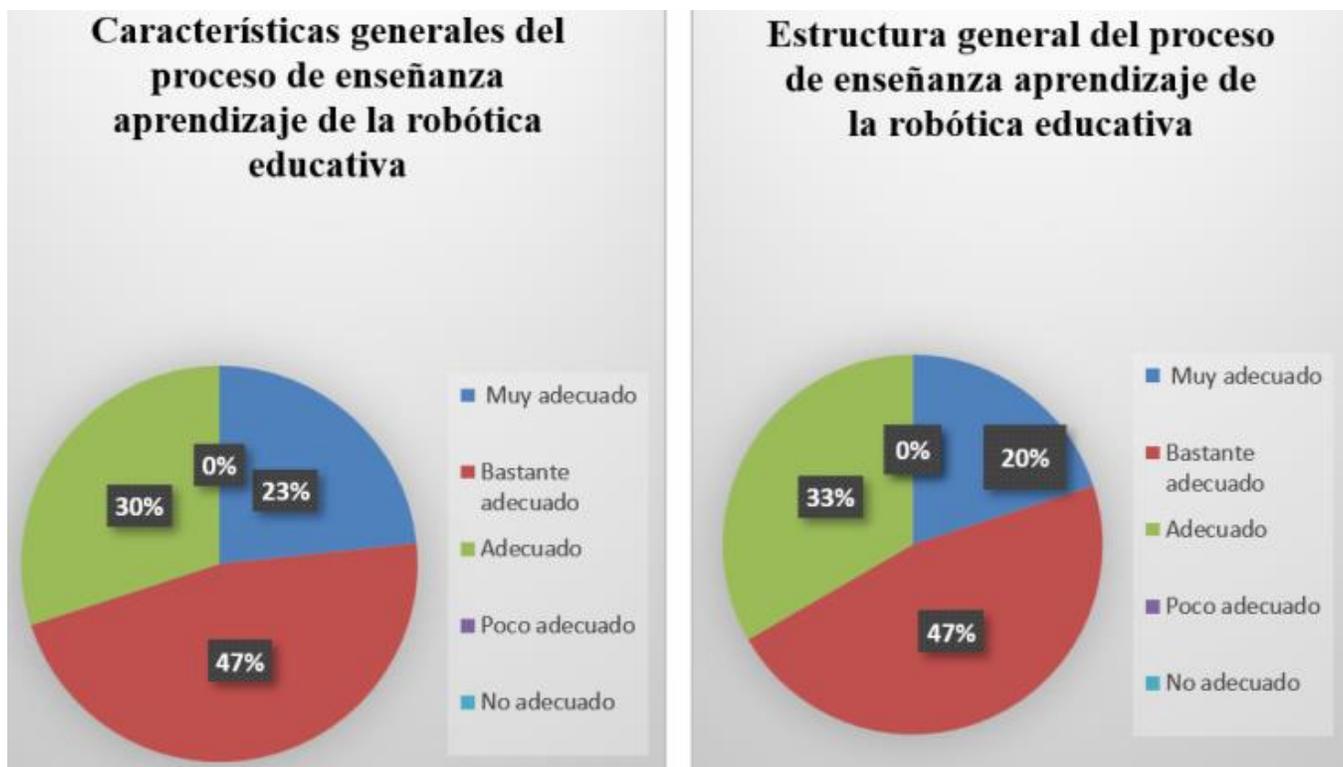


Figura 2. Resultados de la encuesta aplicada a los 30 expertos

Los análisis realizados por los expertos, sus sugerencias de mejora y de cambios, permitieron perfeccionar la propuesta elaborada sobre el PEA para la robótica educativa, presentada inicialmente. Los cambios realizados fueron los siguientes:

- Al explicar las características generales de PEA para la robótica educativa, se ampliaron informaciones y se agregaron referencias bibliográficas, de forma que quedara más comprensible la información declarada.
- Respecto a la estructura general del PEA para la robótica educativa, se amplió la explicación del primer momento del proceso.

Al ampliar estos aspectos se perfeccionó el documento elaborado, puesto que brinda mayor respaldo teórico, ofrece herramientas y permite enriquecer el conocimiento de educadores y estructuras educacionales que utilicen estos recursos. Además, permite comprender mejor los fundamentos pedagógicos que orientan PEA para la robótica educativa desde los principios básicos de las Ciencias de la Educación en Cuba.

DISCUSIÓN

Disponer de un referente general para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la robótica educativa desde las bases pedagógicas nacionales, es esencial para establecer una estructura para la enseñanza de la robótica en la Educación General cubana; tema totalmente nuevo en los niveles educativos que abarca este subsistema del Sistema Nacional de Educación. La investigación, cuyos resultados se presentan en este artículo, profundiza en el enfoque desarrollador del proceso de enseñanza-aprendizaje para la robótica educativa. Se concibe como un complemento y enriquecimiento de las metodologías foráneas adaptadas al contexto nacional.

En la elaboración de la propuesta general para el PEA de la robótica educativa, se realizó un estudio que aporta una visión comparativa sobre las metodologías utilizadas para la enseñanza de la robótica educativa en distintos países. Las diferencias encontradas entre ellos están basadas en el nivel de desarrollo económico. Esto permitió entender los desafíos de accesibilidad y financiamiento en contextos menos favorecidos e identificar factores relevantes que determinen la calidad del PEA para la robótica educativa. Tal es el caso de la formación docente especializada y la utilización de enfoques prácticos e interdisciplinarios como el enfoque multidisciplinar STEM y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

Entre las limitaciones de esta parte del estudio, se señala que la selección de dieciocho países puede no representar la diversidad global, lo que podría sesgar las conclusiones. Sin embargo, los resultados siguen siendo válidos y relevantes, ya que el estudio determina tendencias, que

proporcionan pautas para la elaboración de un modelo general de proceso PEA para la robótica educativa en Cuba y una base para futuras investigaciones.

Otro aspecto significativo del trabajo realizado es la presentación de un análisis comparativo entre el modelo STEM, la metodología *Maker* y el modelo desarrollador de enseñanza-aprendizaje. Su relevancia radica en que evidencia principios comunes, como la actividad intelectual productiva, el autoaprendizaje y la evaluación estratégica del proceso de aprendizaje. La convergencia de estos enfoques refuerza la necesidad de una educación que integre diferentes disciplinas y metodologías, que favorezca el pensamiento crítico, reflexivo y la autonomía del educando. Además, se destaca la importancia de la colaboración grupal y el aprendizaje social, lo que sugiere que la complementación de estos modelos educativos no solo impacta el desarrollo cognitivo, sino también el crecimiento emocional y social del educando.

En el análisis de los modelos también se identificaron dos diferencias fundamentales: el uso del método ensayo-error y los momentos de la actividad de aprendizaje. Se destaca la claridad que aporta la didáctica derivada del enfoque histórico-cultural sobre la formación del ser humano, lo que sugiere que la perspectiva cubana enfatiza procesos reflexivos y estructurados en condiciones de colaboración frente a la experimentación autónoma predominante en los modelos foráneos. La diferencia en los métodos sugiere que, la metodología *Maker* y el enfoque STEM promueven una autonomía creativa, pero carecen de un proceso de consolidación de conocimientos. En contraste, el aprendizaje desarrollador refuerza habilidades analíticas, y permite mayor transferencia de conocimientos a nuevos problemas.

Una de las limitaciones en este aspecto es la ausencia de evidencia empírica. Se requiere de una investigación complementaria que analice su implementación práctica, el impacto y las estrategias necesarias para adaptar estos enfoques a diversos contextos educativos.

Otro aspecto significativo del trabajo que se presenta es que propone, basado en los hallazgos expuestos con anterioridad, un modelo general para el PEA de la robótica educativa; basado en las particularidades de la pedagogía cubana y estructurado según el PEA desarrollador. Su valor radica en que sistematiza las categorías: objetivos, contenidos, métodos de enseñanza, las formas en que se organiza el proceso, los medios de enseñanza y la evaluación. Los robots son un medio de enseñanza e influyen en las restantes categorías.

La adaptación del enfoque desarrollador a la enseñanza de la robótica es innovadora, pues enfatiza en el aprendizaje estructurado y guiado, en contraste con modelos más exploratorios usados en otros países. Además, la complementación del ABP y métodos heurísticos, refuerzan la participación activa del educando y promueve un aprendizaje significativo.

La elaboración de una propuesta general del PEA para la robótica educativa es de vital importancia en el contexto nacional, donde su implementación en la Educación General es una necesidad por las repercusiones que posee. Este esfuerzo es crucial porque permite articular los principios y valores pedagógicos de la tradición educativa cubana a la enseñanza de la robótica. Esto favorece que su enseñanza no solo se centre en el desarrollo de habilidades técnicas, sino también en el desarrollo integral de los educandos. Además, es una propuesta coherente y contextualizada que sirve de base a la elaboración de nuevas propuestas especializadas para el PEA de las diferentes disciplinas del currículo general que involucren la robótica educativa como herramienta para el aprendizaje.

La originalidad y el valor de los hallazgos radican en la determinación de las características y componentes del proceso, diseñado y fundamentado en un marco conceptual actualizado, coherente y contextualizado. La propuesta presentada puede constituirse en un referente teórico-metodológico para la introducción de la enseñanza de la robótica en Cuba y servir de base para futuras investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castro, A., Aguilera, C., & Chávez, D. (2022). Robótica educativa como herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la formación universitaria de profesores de educación básica en tiempos de COVID 19. *Formación Universitaria*, 15(2), 151-162.

<https://doi.org/10.4067/s0718-50062022000200151>

Cuéllar, J., Hernández, W., Gutiérrez, M., & Vega, H. (2024). Tecnología para el aprendizaje: una reflexión desde la robótica educativa y stem en el desarrollo de competencias del siglo XXI. *Revista Praxis*, 20(3), 18. <https://doi.org/10.21676/23897856.5864>

Díaz Rivera, M. M., & Salas Álvarez, D. (2023). Fortalecimiento de competencias computacionales en estudiantes de la media académica utilizando Scratch *Teknos Revista Científica*, 23(1), 10-18. <https://doi.org/10.25044/25392190.1058>

- González, M., Flores, Y., & Muñoz, C. (2020). panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje steam. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 18(2). <https://doi.org/10.25267/rev-eureka-ensen-divulg-cienc.2021.v18.i.2.2301>
- Marín, A., Cano, J., & Mazo, A. (2023). Apropiación de la educación stem/steam en colombia: una revisión a la producción de trabajos de grado. *Revista Científica*, (47), 55-70. <https://doi.org/10.14483/23448350.20473>
- Navarro, S. M., & Valle A. D. (2024). Tercer perfeccionamiento del sistema nacional de educación en Cuba. *Gade: Revista Científica*, 4(2), 78-88. <https://revista.redgade.com/index.php/gade/article/view/420>
- Pincay M. A., & Cuero D. A. L. (2024). Innovación tecnológica educativa en la práctica docente para potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje. *episteme koinonía. Episteme Koinonia*, 7(13), 271-288. <https://doi.org/10.35381/e.k.v7i13.3226>
- Recalde, E. M., Chicaiza, V., Guanga, U. R., & Bravo (2024). Importancia del aprendizaje basado en proyectos para el aprendizaje significativo. *Ciencia Latina. Revista científica Multidisciplinar*. 7(6): 7068-7081. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9229
- Remond Recio, Y. A., & Figueredo Rodríguez, R. M. (2020). Metodología de la enseñanza de la programación con scratch: una innovación disruptiva de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (Tic) en la educación cubana. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 13(11), 104-118. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/608>
- Rico, P., Santos, E., & Martín, V. (2004). *Proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador en la escuela primaria. Teoría y práctica*. Editorial Pueblo y Educación.
- Rosero, O. A. (2024). Fundamentos teóricos del uso de la robótica educativa. *Ciencia Latina. Revista Multidisciplinar*, 8(1). <https://doi.org/10.37811/cl-rcm.v8i1.9979>
- Ruiz, D., & Ortega-Sánchez, D. (2022). El aprendizaje basado en proyectos: una revisión sistemática de la literatura (2015-2022). *Revista Internacional de Humanidades*, 11(monográfico), 1-14. <https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.4181>

Sánchez M. D., & Prendes M. P. (2022). Investigar en tecnología educativa: un viaje desde los medios hasta las TIC. *Hallazgos*, 19(37), 299-328.

<https://doi.org/10.15332/2422409x.6325>

Zambrano Briones, M. A., Hernández Díaz, A., & Mendoza Bravo, K. L. (2022). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica. *Conrado*, 18(84), 172-182.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442022000100172&lng=es&tlng=es

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores

Los autores participaron en el diseño y redacción del artículo, en la búsqueda y análisis de la información contenida en la bibliografía consultada.



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional