

Integración de Arduino y Design Thinking en la Educación: Un Enfoque Innovador

Facultad de Educación

Autor

Angye Alejandra Quiroga Ávila

Asesor

Diego Fernando Becerra Rodriguez

Universidad de La Sabana

Integración de Arduino y Design Thinking en la Educación: Un Enfoque Innovador

¹Quiroga-Ávila, Angye Alejandra, estudiante licenciatura en Ciencias Naturales, angyequav@unisabana.edu.co

Resumen

En la actualidad, la educación se presenta como una vía crucial para desarrollar competencias del siglo XXI, integrando diversas áreas de conocimiento para formar ciudadanos capaces de enfrentar desafíos contemporáneos. El enfoque es fundamental para renovar la alfabetización científica y destacar la creatividad estudiantil. La innovación educativa, que incluye metodologías activas y el uso de tecnologías como Arduino Uno, facilita que los estudiantes obtengas conocimientos de forma autónoma, mejorar su compromiso e interés, y desarrollar habilidades críticas y empáticas.

Este estudio cualitativo exploratorio se desarrolló con educandos de grado 11 de la Institución Educativa Fagua, utilizando el design thinking (DT) como metodología de innovación educativa. Por medio de las etapas de empatizar, definir, idear, prototipar y testear, se abordaron problemáticas reales del entorno escolar, como la contaminación auditiva, desarrollando soluciones prácticas como un semáforo de ruido.

Gracias a los resultados se evidencia haciendo uso de Arduino y metodologías activas se favorece el pensamiento crítico, la conciencia del entorno y la discusión entre estudiantes. Además, la integración de conocimientos disciplinares y prácticos permite tomar decisiones fundamentadas, fortaleciendo el aprendizaje profundo y significativo. La implementación del design thinking en contextos escolares fomenta la creatividad, pensamientos como el crítico y el científico, y la empatía, permitiendo a los educandos participar activamente en la búsqueda de soluciones a problemas reales de su entorno.

Palabras clave: STEM, ciencias naturales, contaminación auditiva, innovación.

Justificación

En el momento actual, la educación se presenta como una vía crucial para desarrollar competencias del siglo XXI. Gracias a sus características, es posible integrar diversas áreas de conocimiento para formar ciudadanos capaces de resolver y aportar a los desafíos contemporáneos.

En este sentido, uno de los enfoques más relevantes en el siglo XXI es el enfoque STEM. Según Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015) el acrónimo STEM se utiliza comúnmente para referirse a un conjunto de campos educativos y ocupacionales relacionados con la ciencia, la ingeniería, la tecnología y las matemáticas. Sin embargo, enfatizan la inconsistencia de esta definición, ya que el enfoque puede variar según el nivel escolar en el que se aplique. Por otro lado, Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021) comparten la idea fundamental de STEM como un acrónimo que incluye las cuatro disciplinas mencionadas anteriormente, pero añaden STEAM (STEM + Artes), el enfoque integrando las artes. Los dos enfoques tienen como objetivo desarrollar la alfabetización científica en distintas poblaciones y, cuando se incluyen las artes, es posible desarrollar habilidades como la creatividad. Akpan, B. B. (2016) añade que, el foco de este enfoque es cooperar a la comprensión de situaciones desde el conocimiento científico, permitiendo así resolver los retos emergentes en la sociedad.

Según la Unión Europea (2015), para desarrollar este enfoque es necesario aprender ciencia desde distintas disciplinas, así como otras áreas del conocimiento. En otras palabras, se requiere un conocimiento holístico que permita comprender situaciones desde diversas perspectivas. Además, se destaca la importancia de fortalecer e integrar ciencia, creatividad, espíritu empresarial e innovación, formando así ciudadanos activos con las herramientas necesarias para el mundo actual.

De acuerdo con lo anterior, se hace evidente la necesidad de la innovación educativa para fortalecer estos procesos. Según Palacios Núñez, M. L., et al. (2021), la innovación educativa hace referencia a el desarrollo de actividades novedosas y originales enfocadas a mejorar los procesos pedagógicos. Esta innovación incluye interacciones novedosas entre estudiantes y profesores, innovaciones metodológicas y el uso de la tecnología.

Vidal Ledo, et al. (2022) comparten la idea de que la innovación educativa implica actividades novedosas. Sin embargo, según el Tecnológico de Monterrey, la innovación educativa puede ser disruptiva, revolucionaria, incremental o de mejora continua. La innovación disruptiva tiene el potencial de transformar significativamente el contexto educativo, alterando permanentemente las relaciones entre los actores educativos, los medios y el entorno. La innovación revolucionaria introduce un nuevo paradigma que representa un cambio fundamental en los procesos pedagógicos. La innovación incremental se basa en componentes de una estructura ya existente, refinando y mejorando elementos, metodologías, estrategias, procesos, medios de entrega o procedimientos previamente establecidos. Finalmente, la mejora continua implica cambios que afectan parcialmente algunos elementos de la innovación educativa, mejorando aspectos como la eficiencia de operación, entrega o procedimientos, sin alterar significativamente el proceso en su conjunto.

En este sentido, para lograr responder estas necesidades deben considerarse las habilidades a desarrollarse. Desde este campo algunas de estas según Akpan, B., & Kennedy, T. J. (2020). con la resolución de problemas, creatividad, pensamiento, colaboración, comunicación; y ética, acción y responsabilidad.

Por consiguiente, es importante desarrollar metodologías de innovación que integren los elementos anteriormente mencionados a manera de respuesta de las necesidades actuales, en este sentido, una opción es el design thinking (DT), esta es una herramienta que permite seguir una serie de pasos para proponer posibles soluciones a un problema, tal como lo menciona Panke, S. (2019), el DT les permite a los estudiantes pensar y trabajar de acuerdo a un contexto específico, además que por medio de este proceso les permite identificar necesidades humanas para la creación de posibles soluciones y tal como lo menciona Culén, A. L., & Gasparini, A. A. (2019), el DT promueve una visión sistémica y holística del contexto en el que se identifica el problema, esto permite, dar una solución con mayor alcance pues se evidencian todas las causas posibles que generan el problema.

Añadiendo a lo anterior Lor, R. (2017), menciona como en su estudio por medio de una revisión y análisis de 68 artículos fue posible identificar dimensiones que comparten estos artículos uno de este es el pensamiento de diseño como enfoque en los procesos de aprendizaje y enseñanza, además Panke, S. (2019) señala por medio de su revisión

documental que el educación la implementación de esta estrategia en los procesos pedagógicos, permitiendo a los estudiantes tener experiencias reales, fortalecer su empatía, se reduce el sesgo cognitivo, se genera un aprendizaje más fluido, se mejora la colaboración, se generan soluciones sorprendentes y se mejora la confianza creativa.

Ahora bien, es necesario ampliar este panorama en un país como Colombia. A través de una consulta en Google Académico, se evidenció que, del 100% (1650) de los documentos publicados desde 2019 hasta la fecha sobre Design Thinking (DT) enfocados en la enseñanza de las ciencias naturales en colegios, mientras que el 15,15% (260) está relacionado con el DT en la enseñanza de las ciencias naturales y apenas el 5,22% aborda el DT y la enseñanza de las ciencias naturales desde un enfoque STEM. Por lo tanto, es fundamental profundizar en cómo estas estrategias pueden potenciar elementos de interés como conocimientos o habilidades necesarias para el siglo XXI.

Dentro del marco ya establecido, se propone hacer uso de un microcontrolador llamado Arduino Uno pues este dispositivo presenta una oportunidad en la enseñanza de las ciencias y como bien lo menciona Sierra, D. H., Rojas, J. G., & García, Á. R. (2019), esta herramienta permite realizar prototipos de código abierto con un software y hardware fáciles de usar, además, Trinidad, O., Furci, V., & Peretti, L. (2019), por medio del uso en el aula de estos dispositivos es posible abordar contenidos disciplinares y Velásquez Murcia, S., & Becerra Rodríguez, D. F. (2023), aboga por que Arduino Uno es una herramienta innovadora, genera curiosidad y dadas estas características permite centrar la atención en un objetivo puntual para que se dé el aprendizaje de manera colaborativa.

Método

La investigación desarrollada por Quiroga Ávila, A. A., Bobadilla Estupiñán, L. N., & Becerra Rodríguez, D. F. (2023), se caracteriza por ser cualitativa de carácter exploratoria en la cual se tuvo como foco responder al siguiente interrogante ¿Cómo la implementación del Design Thinking como metodología de innovación educativa permite desarrollar procesos pedagógicos desde la identificación de problemas del contexto con educandos de grado 11° de la Institución Educativa Fagua?

La investigación se desarrolló con una población de 10 estudiantes de grado 11 de la I.E.O Fagua, conformada por 4 mujeres y 6 hombres, con edades comprendidas entre los 16 y 18 años. Estos estudiantes pertenecen a los estratos socioeconómicos 1 y 2 y están inscritos en la especialidad de electricidad y electrónica en la institución. Se caracterizan por mantener un rol pasivo, aunque comparten opiniones e ideas de manera espontánea.

Además, para la ejecución de esta investigación se hizo uso de las etapas del DT como se describen a continuación de acuerdo con lo mencionado por Quiroga Ávila, A. A., Bobadilla Estupiñán, L. N., & Becerra Rodríguez, D. F. (2023):

- **Empatizar:** Por medio de esta etapa es posible identificar las necesidades o problemáticas en el aula de clase, con las cuales, se logra investigar sobre soluciones que podría tener el problema, proceso que desarrollan los estudiantes.
- **Definir:** En esta etapa del DT se focaliza con uno de los problemas evidenciados anteriormente, para que, con esto, se empiecen a identificar las y problema se abordará relacionado con el contexto inmediato de la población.
- **Idear:** En esta etapa se presentan teniendo en cuenta necesidad público, se define una solución para dar respuesta a la problemática evidenciada.
- **Prototipar:** Se piensa con las manos, en esta fase se consolida una herramienta o solución que brinde elementos de solución al problema.
- **Testeo:** Se implementa la solución con el fin de identificar en qué medida el desarrollo de todas estas etapas permite responder al problema.

Los elementos anteriormente mencionados son esenciales para el desarrollo de la investigación, el seguimiento de cada uno de estos aporta a la consolidación del problema y su posible solución.

Resultados

Los resultados se describirán a continuación de la siguiente manera: Fase 1. Resultados obtenidos por medio del desarrollo de las fases del DT realizado durante la investigación por la investigadora, y Fase 2. Resultados de la intervención con la población derivada de los resultados obtenidos en la fase 1.

Fase 1. Desarrollo del Design Thinking por la investigadora

Durante esta fase se tuvo en cuenta las etapas del DT descritas anteriormente, esta metodología abordada por el docente en formación permite proponer procesos pedagógicos sin desconocer el contexto inmediato de los estudiantes. Los resultados por etapa se presentan a continuación:

- **Empatizar:** Al estar observando las distintas aulas de la institución y luego de hablar con algunos docentes que trabajan en este espacio, fue posible identificar que uno de los problemas más recurrentes, es el de la contaminación auditiva, la cual se da debido a la infraestructura de los salones pues como se evidencia en la imagen 1, la zona que se muestra no aísla completamente a un salón del otro. Este problema se evidencia en la mayoría de las infraestructuras nuevas de la institución.



Imagen 1. Zona del salón que no está aislada completamente

- **Definir:** Una de las razones por las cuales la contaminación auditiva es un problema es porque tal como se menciona en Quiroga Ávila, A. A., et al. (2023), los estudiantes al percibir un sonido prestan atención para determinar la fuente de la que viene, frente a esto, se evidencia que estos estímulos alejados del proceso pedagógico que se pretende desarrollar generan distracción. En este sentido, es esencial que el estudiante sea consciente del escenario en el que se encuentra para desarrollar acciones que beneficien su aprendizaje.
- **Idear:** Frente a esta problemática se propone diseñar una ruta que permita al estudiante hacer uso de las habilidades de carácter científico para comprender el fenómeno del sonido, desde sus características y como este a su vez, puede beneficiar el ambiente en el que se encuentra. La propuesta desarrollada por la investigadora fue

el diseño de una intervención por medio de la cual los estudiantes consolidarán como proyecto final un semáforo de ruido.

- **Prototipar:** Para esta fase se planteó hacer uso de: un sensor de ruido, un Arduino uno, leds de colores rojo, amarillo y verde. Con estos elementos, se construirá el semáforo teniendo en cuenta que: El led rojo debe encenderse cuando los dB sean mayores a 100 dB, el led amarillo debe encenderse cuando los dB estén entre 70 y 100 y, finalmente, el led verde debe encenderse con dB menores a 70. Lo anteriormente mencionado, se desarrollará acompañado de programación del Arduino uno.
- **Testeo:** Esta fase se realiza por medio de la implementación de la ruta desarrollada por la investigadora y por el funcionamiento adecuado de la herramienta prototipada. Los resultados de esta etapa se describen en la fase 2 de resultados.

Fase 2. Implementación derivada de la fase 1

A continuación, se describirán los resultados logrados a partir de los momentos desarrollados durante la implementación del DT con los estudiantes. Inicialmente, se llevó a cabo la activación de saberes previos, relacionados con las propiedades del sonido. En un segundo momento, se presentan los resultados obtenidos gracias a las observaciones desarrolladas durante el proceso de intervención con los estudiantes. Finalmente, se describe el proceso de testeo mencionado en la fase 1 de los resultados mencionados anteriormente, además de la verificación de hipótesis realizada por los estudiantes.

Saberes previos

En este momento de la intervención se desarrolló la pregunta guía ¿Qué cree que es el sonido?, de acuerdo con Quiroga Ávila, A. A., et al. (2023), el 50% de los estudiantes considera que el sonido es una percepción, por otro lado, el otro 50% considera que es una onda mecánica, las percepciones de los educandos se muestran en la tabla 2.

Tabla 1. Saberes previos tomada de Quiroga Ávila, A. A., Bobadilla Estupiñán, L. N., & Becerra Rodríguez, D. F. (2023)

Tipo de percepción	Interpretación de los estudiantes
Sonido como percepción	Percepciones que producen emociones y sensaciones.
	Empleo de la audición para comprender los sonidos del ambiente que nos rodea.
	Canal de comunicación que facilita la obtención de información.
Sonido como ondas	Percepción auditiva generada por movimientos o vibraciones
	Ondas que alcanzan el cerebro y provocan una respuesta.
	Ondas generadas por diversos objetos.
	Se compone de ondas que se desplazan a una frecuencia medida en Hz.
	Se propaga mediante ondas.

Desarrollo de la intervención

En el segundo momento de la intervención, se les preguntó a los estudiantes cuáles eran las características o propiedades del sonido. A partir de esta pregunta guía, se concluyó que las principales son: intensidad, altura, timbre y duración. Con respecto a esto, se decidió trabajar con los conceptos de intensidad y altura para comprender estas dos características y su relación. Se les propuso a los estudiantes la siguiente pregunta: ¿La intensidad del sonido está relacionada con su tono, es decir, con si el sonido es grave o agudo? Las respuestas a esta pregunta se exponen en la tabla 2. En cuanto a las respuestas, se encontró que el 25% de la población considera que la intensidad tiene relación con la altura, mientras que el 75% considera que no existe ningún tipo de relación, como se evidencia en la gráfica 1.

Tabla 2. *Concepciones sobre intensidad dependiente de la altura tomado de Quiroga Ávila, A. A., Bobadilla Estupiñán, L. N., & Becerra Rodríguez, D. F. (2023)*

Relación entre características	Respuesta de los estudiantes
La intensidad relacionada con altura	Sí, depende de la altura, ya que a mayor altura, el efecto del sonido cambia.
	La altura se entiende como intensidad, ya que puede ser más fuerte.
	Sí, depende de la distancia y la proyección del sonido.
	Sí, depende porque hay sonidos más graves que son más fuertes.
La intensidad no relacionada con la altura	No, la altura no depende de si es agudo o grave, sino de la intensidad con la que se transmite el sonido.
	No, no depende de nada, ya que la altura no influye en los sonidos.

Gráfica 1. *Percepciones de la de la relación entre intensidad y la altura.*



Testeo y comprobación de hipótesis

Una vez mencionadas las hipótesis en el segundo momento de la fase dos de resultados, se les pidió a los estudiantes comprobarlas haciendo uso de los elementos mencionados en la fase uno

de resultados, en la etapa de prototipado, además, tuvieron que crear el código que permitiera identificar los decibeles presentes en el aula.

Los estudiantes llevaron a cabo la construcción del prototipo de la imagen 2, luego, decidieron formar grupos de niñas y grupo de niños con la finalidad de identificar si un sonido grave o agudo tiene relación con la intensidad. De acuerdo con lo evidenciado por Quiroga Ávila, A. A., et al. (2023) desarrollado por el grupo de las niñas, es posible determinar que un sonido agudo puede tener una intensidad alta, en la misma vía, los estudiantes masculinos decidieron realizar su verificación de hipótesis por medio de aplausos que produjeran los sonidos más graves posibles.

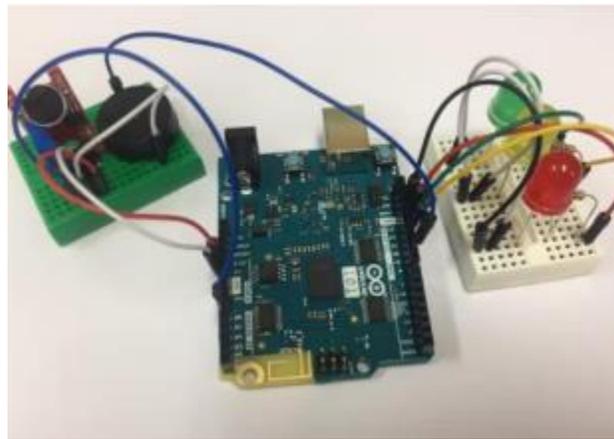


Imagen 2. Prototipo circuito desarrollado por los estudiantes.

Luego del proceso anteriormente mencionado se les pidió a los estudiantes realizar una interpretación sobre el tema abordado obteniendo lo siguiente:

- **Grupo femenino:** Entendimos que el sonido se crea a través de ondas que generan intensidad y dependen de una altura específica. Para que el sensor capte la información más rápido, debemos producir el sonido frente a él. El encendido del LED rojo indica que la intensidad es alta, sin importar la altura.
- **Grupo masculino:** Concluimos que el sensor de sonido detecta la intensidad de las ondas, y la fuerza aplicada determina el encendido del LED, que siempre dependerá de dicha intensidad.

Para dar cierre a la intervención se le pregunto a los estudiantes de qué forma consideran que una herramienta puede solucionar un problema presente en su contexto, luego de discutirlo, llegaron a la conclusión de que esta herramienta permite identificar el estado del ambiente de aprendizaje en términos de contaminación auditiva, el prototipo es visualmente atractivo y podría permitir que demás estudiantes de la institución se autorregulen aportando a tener un espacio de aprendizaje con menos cantidad de ruido.

Discusión y conclusiones

Durante este proceso de investigación fue posible identificar elementos de interés en el proceso de formación de profesores de ciencias naturales, desde la fase uno, la cual fue desarrollada por la profesora en formación – investigadora, se puede decir que hacer uso de herramientas como Arduino uno y metodologías activas permite desarrollar procesos pedagógicos en las que el estudiante, como bien lo menciona Buenaño-Barreno, P. N., et al. (2021), puede adquirir su propio conocimiento, mejora su autonomía, aumenta su nivel de compromiso, interés y responsabilidad frente a lo que está aprendiendo, en contraste, Granados Romero, J. F., et al. (2020), menciona que la implementación de estas metodología favorece al pensamiento crítico, la conciencia del entorno y la discusión entre estudiantes. Con la anterior, se resalta que la innovación educativa comienza en la formación profesional y en esta vía, es posible desarrollarlas en contextos escolares de básica y media en los cuales se puede tener en cuenta un problema para desarrollar conocimientos desde ese punto.

Por otro lado, fue posible identificar que por medio de la experiencia desarrollada se pueden abordar conocimientos de carácter disciplinar como eje central en la resolución de problemas enmarcados en un contexto, este conocimiento permite según Porlán, R. y Martín, J. (2000), realizar conexiones significativas pues, se hace uso del conocimiento disciplinar y conocimiento práctico permitiendo tomar decisiones de forma más fundamentada, pues, si se desconoce el conocimiento teórico no es posible comprender completamente la situación a analizar.

Asimismo, se considera en la planificación de los procesos de enseñanza y aprendizaje cómo se pueden utilizar las habilidades y conocimientos de los estudiantes, los cuales se vienen desarrollando desde la institución como una fortaleza en el proceso de enseñanza, pues, como bien se mencionó, lo estudiantes con los que se implementó la propuesta desarrollaban su técnica en electricidad y electrónica lo que permite desarrollar este tipo de experiencias y de acuerdo con

Rocha, J. C. R. (2021), el hacer uso de estos conocimientos en un contexto real permite darle un sentido desde la estructura conceptual que se posee permitiendo desarrollar el aprendizaje profundo que, como lo plantea Álvarez Cedillo, J. A., et al. (2019), es fundamental desarrollar experiencias desde un significado práctico, el cual se desarrolla por el vínculo entre el conocimiento previo y el nuevo.

En síntesis, de la fase 1, se evidencia que los elementos descritos son esenciales en los procesos pedagógicos, sin embargo, no se desconoce la importancia de ambientes de aprendizaje óptimos para lograr los objetivos esperados, tal como lo menciona Castro Florez, M. C. (2019), los ambientes de aprendizaje son una herramienta en la adquisición de conocimiento nuevo y extrapolación en situaciones del contexto, en este se da interacción entre estudiantes enriqueciendo la producción de saberes. Con la anterior, se evidencia que las metodologías activas como el DT permite innovar en los procesos pedagógicos en los procesos de planeación e intervención en el aula.

Ahora bien, desde la fase 2 de resultados es posible evidenciar en primera instancia que los saberes previos pueden potenciar el desarrollo de la clase y focalizar en objetivo en el tema a desarrollar o problema a resolver, como se menciona en Espinal, M. L. M., & Gelvez, D. Y. P. (2019), en la resolución de problemas es necesario tener en cuenta los saberes previos pues son estos los que, por medio de la identificación, permite al estudiante modificar estructuras con base en la nueva información dando lugar al aprendizaje.

También, en el proceso de intervención si se tiene un conocimiento claro desde la dimensión disciplinar es posible llevar a cabo análisis cada vez más complejos como lo puede ser el análisis de variables, determinando si son de carácter dependientes o independientes entre sí, desde la taxonomía de Bloom, desarrollar este tipo de análisis corresponde a procesos de orden superior que como bien lo menciona Jensen, J., et al. (2014), el análisis tiene en cuenta la comprensión de las partes de un fenómeno / situación / problema el cual por medio de la detección de la relación entre sí para llegar a una comprensión general permite desarrollar estos conocimientos de orden superior.

Latorre-Coscolluela, C., Vázquez-Toledo, S., Rodríguez-Martínez, A., & Liesa-Orús, M. (2020), mencionan que mediante el design thinking, los estudiantes enfrentan problemas reales de su entorno, participando activamente en la búsqueda de soluciones conjuntas. Esta metodología

activa fortalece la confianza en sus capacidades creativas y fomenta el desarrollo de habilidades empáticas. Además, la implementación del design thinking en contextos escolares permite a los estudiantes utilizar su creatividad, considerar la verificación de hipótesis y desarrollar procesos de planificación, pensamiento crítico y pensamiento científico.

A manera de conclusión, la investigación ha demostrado que el uso de herramientas como Arduino y metodologías activas en la formación de profesores de ciencias naturales permite a los estudiantes adquirir su propio conocimiento, mejorar su autonomía y aumentar su compromiso e interés en el aprendizaje, como señalan Buenaño-Barreno et al. (2021). Además, si estas estrategias se extrapolan a la formación de estudiantes en educación media se favorecen el pensamiento crítico, la conciencia del entorno y la discusión entre estudiantes, según Granados Romero et al. (2020). La innovación educativa comienza desde la formación profesional y puede desarrollarse en contextos escolares de básica y media, abordando problemas específicos para generar conocimiento. La experiencia desarrollada también resalta la importancia de integrar conocimientos disciplinares y prácticos para tomar decisiones fundamentadas, como indican Porlán y Martín (2000). Asimismo, la planificación de procesos de enseñanza debe considerar las habilidades y conocimientos previos de los educandos, lo que fortalece el aprendizaje profundo y significativo, como menciona Rocha (2021). Finalmente, la implementación de metodologías activas como el DT fomenta la creatividad, pensamientos como el crítico y la empatía, proporcionando a los estudiantes un marco para abordar problemáticas reales de su entorno y participar activamente en la búsqueda de soluciones, tal como lo destacan Latorre-Cosculluela et al. (2020).

Referencias

Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences*, 11(7), 331.

Akpan, B. B. (2016). Science education research and national development. *Journal of the Science Teachers Association of Nigeria*, 51(1), 105–116

Akpan, B., & Kennedy, T. J. (2020). *Science Education in Theory and Practice: An Introductory Guide to Learning Theory* (1st Edition 2020). Springer Nature.

<https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9>

- Álvarez Cedillo, J. A., Álvarez Sánchez, T., Sandoval Gómez, R. J., & Aguilar Fernández, M. (2019). La exploración en el desarrollo del aprendizaje profundo. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 9(18), 833-844.
- Buenaño-Barreno, P. N., González-Villavicencio, J. L., Mayorga-Orozco, E. G., & Espinoza-Tinoco, L. M. (2021). Buenaño-Barreno, P. N., González-Villavicencio, J. L., Mayorga-Orozco, E. G., & Espinoza-Tinoco, L. M. (2021).
- Castro Florez, M. C. (2019). Ambientes de aprendizaje. *Sophia*, 15(2), 40-54.
- Culén, A. L., & Gasparini, A. A. (2019). STEAM education: Why learn design thinking?. *Promoting Language and STEAM as Human Rights in Education: Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*, 91-108.
- Espinal, M. L. M., & Gelvez, D. Y. P. (2019). Método de Pólya como estrategia pedagógica para fortalecer la competencia resolución de problemas matemáticos con operaciones básicas. *Zona próxima*, (31), 8-25. Porlán, R. y Martín, J. (2000). *El diario del profesor*. Recuperado de: <https://ariselaortega.files.wordpress.com/2013/11/4-porlan-rafael-el-diario-del-profesor.pdf>
- Granados Romero, J. F., Vargas Pérez, C. V., & Vargas Pérez, R. A. (2020). La formación de profesionales competentes e innovadores mediante el uso de metodologías activas. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(1), 343-349.
- Jensen, J., McDaniel, M., Woodard, S., & Kummer, T. (2014). Teaching to the test...or testing to teach: exams requiring higher order thinking skills encourage greater conceptual understanding. *Educational Psychology Review*, 26(2), 307-329.
- Latorre-Cosculluela, C., Vázquez-Toledo, S., Rodríguez-Martínez, A., & Liesa-Orús, M. (2020). Design Thinking: creatividad y pensamiento crítico en la universidad. *Revista electrónica de investigación educativa*, 22.
- Lor, R. (2017). Design Thinking en educación: una revisión crítica de Literatura. En Conferencia académica internacional sobre cuestiones sociales Ciencias y gestión / Conferencia asiática sobre educación y psicología. actas de congresos (págs. 37-68). Bangkok, Tailandia

- Palacios Núñez, M. L., Toribio López, A., & Deroncele Acosta, A. (2021). Innovación educativa en el desarrollo de aprendizajes relevantes: una revisión sistemática de literatura. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(5), 134-145.
- Panke, S. (2019). Design thinking in education: Perspectives, opportunities and challenges. *Open Education Studies*, 1(1), 281-306.
- Quiroga Ávila, A. A., Bobadilla Estupiñán, L. N., & Becerra Rodríguez, D. F. (2023). ARDUINO UNO, OPORTUNIDAD DE APRENDIZAJE EN LA ENSEÑANZA DEL SONIDO. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 18.
- Rocha, J. C. R. (2021). Importancia del aprendizaje significativo en la construcción de conocimientos. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 63-75.
- Sánchez, Y. G., & Díaz, Y. F. (2014). Efectos de la contaminación sónica sobre la salud de estudiantes y docentes, en centros escolares. *Revista cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 402-410.
- Sierra, D. H., Rojas, J. G., & García, Á. R. (2019). Implementando las metodologías steam y abp en la enseñanza de la física mediante Arduino. In *Memorias de Congresos UTP* (pp. 133-137).
- Trinidad, O., Furci, V., & Peretti, L. (2019). Formación docente en contexto STEM: actividades experimentales abiertas mediadas por tecnología Arduino en la enseñanza de la física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31, 707-714.
- Unión Europea. (2015). Science education for responsible citizenship. Luxemburg: Publications Office of the European Union
- Velásquez Murcia, S., & Becerra Rodríguez, D. F. (2023). SENSOR DE PROXIMIDAD, ARDUINO EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN EL COLEGIO JORBALÁN. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 18.
- Vidal Ledo, M. J., Miralles Aguilera, E. D. L. Á., Morales Sánchez, I. D. R., & Gari Calzada, M. (2022). Innovación educativa. *Educación Médica Superior*, 36(3).

Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015). STEM education. *Annual review of sociology*, 41(1), 331-357.