

Impacto del aprendizaje a través de la Plataforma Arduino en colegios rurales

Caso de estudio: Institución Educativa Montesitos en Huila, Colombia

Impact of E-learning-e-learning the Arduino Platform in rural School

Case Study: Montesitos Educational Institution in Huila, Colombia

^aEstudiante de Doctorado en Educación. Universidad Americana de Europa. UNADE. toto_1084@hotmail.com 

^bDepartamento de Formación. Universidad Americana de Europa. UNADE, fabiola.colmenero@aulagrupo.es /

Instituto de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València fcolfon@upvnet.upv.es 

How to cite: Oviedo Parra, L. A., Colmenero Fonseca, F. 2023. Impacto del aprendizaje basado en problemas mediante Plataforma Arduino en colegios rurales. En libro de actas: *IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16599>

Abstract

In Colombia, despite government efforts, in the education sector, the level of secondary education in rural schools is significantly lower than in urban schools, with an extensive educational gap between these areas. This leads to the need for more knowledge of technological tools, so the use of Arduino Platform is established as an innovative low-cost didactic strategy to know the impact of this on the cognitive improvement of students. Within the educational institution Montesitos, the collective method is used as an organizational tool, allowing the use of the constructivist method applying Problem-Based Learning and the Maker Movement, using a mixed methodology (qualitative, quantitative) enables the collection of information from instruments such as the questionnaire and direct observation. For this, the tenth and eleventh grades integrated by 28 students were taken as a sample, to which a specific problem of the Municipality was presented as a didactic strategy, giving a technological solution through the Arduino Platform. It is concluded that critical and creative thinking was stimulated by developing problem-solving, collaboration, and teamwork skills, contributing to reducing dropouts between the rural and urban middle school levels.

Keywords: *Problem-based learning, secondary education, educational robotics, Arduino, computational thinking, TIC.*

Resumen

En Colombia, a pesar de los esfuerzos gubernamentales, en el sector educativo el nivel de educación media en colegios rurales es significativamente inferior al de los urbanos,

existiendo una gran brecha educativa entre estas áreas. Lo que conlleva al desconocimiento de herramientas tecnológicas, por lo que se establece el uso de Plataforma Arduino como estrategia didáctica innovadora de bajo costo para conocer el impacto de esta en el mejoramiento cognitivo de los estudiantes. Al interior de la institución educativa, Montesitos se utiliza el método colectivo como herramienta organizacional, permitiendo emplear el método constructivista aplicando el Aprendizaje Basado en Problemas y el Movimiento Maker, usando metodología mixta (cualitativo, cuantitativo) permite la recolección de información a partir de instrumentos como el cuestionario y la observación directa. Para esto, se tomó como muestra los grados décimo y undécimo, integrada por 28 estudiantes, a la que se le presentó como estrategia didáctica un problema específico del Municipio, dando solución tecnológica mediante la Plataforma Arduino. Se concluye que se estimuló el pensamiento crítico y creativo, desarrollando habilidades de resolución de problemas, de colaboración, de trabajo en equipo, aportando a la disminución del porcentaje de rezago entre el nivel de educación media rural y urbano.

Palabras clave: *Aprendizaje basado en problemas, educación media, robótica educativa, Arduino, pensamiento computacional, TIC.*

Introducción

La Educación Media Académica es un nivel fundamental en el Sistema Educativo colombiano, de acuerdo con el artículo 27 de la Ley General de Educación, su principal objetivo es otorgarle herramientas necesarias al estudiante para ingresar a la Educación Superior, o a la Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano (Art. 27 Ley 115/1994); orientada a la promoción de la formación humanística, científica, tecnológica y artística; existiendo una necesidad urgente de mejorar la calidad de esta para que los estudiantes desarrollen habilidades cognitivas y competencias para la vida.

Para ello, el Sistema Educativo Colombiano requiere estar a la vanguardia en los cambios que se generan en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), convirtiéndose en la actualidad en un pilar fundamental en el entorno de los ciudadanos, lo que conlleva a la constante actualización del conocimiento a la par de las innovaciones tecnológicas que cada día se originan.

En el quinto desafío estratégico establecido en el Plan Nacional Decenal de Educación (PNDE) 2016-2026 de Colombia, encontramos el fomentar el desarrollo de competencias para este siglo, tales como la convivencia, la creatividad, la innovación, el pensamiento crítico, la solución de problemas, la comunicación, el manejo de información, la colaboración, las competencias ciudadanas, y la capacidad de liderazgo. El sexto desafío estratégico tiene como objetivo incentivar la utilización de las TIC y de las diversas tecnologías en el proceso de aprendizaje de los estudiantes en las áreas fundamentales y en el desarrollo de competencias y habilidades para el siglo XXI, para ser aplicadas tanto en el sistema educativo colombiano como en el diario vivir. (PNDE 2016-2026, 2016).

De igual manera, en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2023-2026 para Colombia, en sus artículos 114, 115 y 116 como base de una política gubernamental está el emplear como herramienta de transformación social el internet y las tecnologías digitales; promoviendo el acceso por parte de profesores, niños, niñas y adolescentes a nuevos medios de conocimiento, mediante el uso de estas, permitiendo desenvolverse en

una sociedad altamente tecnológica; de igual manera apoyar el uso de software con licencia de código abierto y tecnologías digitales emergentes. (PND 2023-2026, 2023).

A la asociación entre robótica y educación se le conoce como Robótica Educativa (RE). Esta disciplina de conocimiento permite que los estudiantes puedan desarrollar habilidades como el pensamiento computacional, crítico, el aprendizaje por indagación; al igual que competencias innovadoras, de tipo cultural, tecnológico e impulsar aspectos relacionados con el desarrollo y la interacción social del individuo como el liderazgo, el trabajo en equipo, la comunicación y la creatividad. (Caballero & García, 2020).

Siendo la RE una de las estrategias didácticas emergentes para lograr el desarrollo de habilidades cognitivas y de las competencias del siglo XXI mediante la programación, estas, de acuerdo con las orientaciones curriculares para el área de tecnología e informática en educación básica y media para Colombia (2022), le permiten al estudiante ir construyendo su propio conocimiento de manera participativa propiciando el aprendizaje significativo. De esta manera se aporta a disminuir la brecha digital entre los estudiantes, fortaleciendo la capacidad de cálculo, la lógica matemática, la creatividad, la autonomía, la capacidad de atención y de concentración, y el pensamiento computacional (orientaciones curriculares para el área de tecnología e informática en educación básica y media, 2022).

Los beneficios de desarrollar habilidades cognitivas y competencias para la vida son amplios. Según un estudio realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2019), los estudiantes que desarrollan estas habilidades tienen mayor éxito en la vida, desempeñan mejores ocupaciones, participan de manera más activa en la comunidad, trabajan en equipo y resuelven problemas. Estos beneficios se deben a que ayuda a los estudiantes a comprender conceptos complejos, aplicar conocimientos a situaciones específicas, así como a desarrollar habilidades de pensamiento crítico, creativo e innovador.

Los RES, como recurso pedagógico, facilita el aprendizaje del estudiante a través de la investigación y la experimentación, contribuyendo al desarrollo del conocimiento en las áreas STEM y al fortalecimiento de habilidades sociales como la creatividad, la comunicación y la colaboración. (Caballero & García, 2020).

Teniendo en cuenta lo definido en las orientaciones curriculares para el área de tecnología e informática en educación básica y media para Colombia (2022), los productos del Pensamiento Computacional pueden ser completamente computacionales de tipo informático como los sistemas de Inteligencia Artificial (IA) o pueden combinar circuitos análogos con digitales como es el caso de un robot seguidor de línea. Ambos casos son automatizados y autónomos que aumentan la cognición humana. (orientaciones curriculares para el área de tecnología e informática en educación básica y media, 2022).

Entendiendo los proyectos como “instrumento de aprendizaje cooperativo que aborda la realidad para que el alumnado la analice e intervenga en ella; y cuyo objetivo no es buscar la mera transmisión de contenidos, sino crear experiencias educativas a nivel personal y del grupo de alumnos que intervienen en la realización del mismo” (Cascales, Carrillo, & Redondo, 2020, p.50). La Plataforma Arduino, actualmente se ha convertido en una herramienta de gran uso para llevar a cabo diferentes proyectos autómatas; demostrando tener un impacto importante en el campo de la RE contribuyendo a la consecución de habilidades cognitivas junto con actitudes como lo son las competencias para la vida; ya que es más fácil de usar que otras Plataformas; no necesita un sistema operativo y, por lo tanto, es menos propensa a los problemas de software; la capacidad de memoria del microcontrolador es suficiente para desarrollar los proyectos; y es de bajo costo con una amplia variedad de sensores y actuadores.

Colombia cuenta con gran diversidad geográfica y cultural, donde la ruralidad desempeña un papel importante para el país, de acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), representa para el año 2021 el 42,1% de la población y el 89% de sus municipios pueden considerarse rurales. (OCDE, 2022). Sin embargo, en el campo educativo existe una gran brecha entre las áreas urbanas y rurales, donde está última enfrenta limitaciones y desafíos que afectan la calidad de la educación que reciben los estudiantes.

A pesar de los esfuerzos realizados por el gobierno y otros actores en el sector educativo para mejorar las condiciones en estas zonas, las cifras muestran que el nivel de educación media en colegios rurales es significativamente inferior al de los colegios urbanos. Según los resultados de la Encuesta Longitudinal de Colombia, (ELCA, 2017), citada en el portal virtual Colombia Aprende (2022), después de seis años de formación, el porcentaje de rezago en el nivel de aprendizaje de los estudiantes de los colegios de la zona rural es 11,5%, mientras que los de la ciudad es 8,7%. Esto significa que, aunque los jóvenes alcancen con éxito el final de sus estudios, la calidad de la educación recibida es mucho menor que la de los colegios ubicados en las zonas urbanas.

El Ministerio de Educación Nacional Colombiano (MEN), es el máximo ente regulador del sector, encargado de diseñar y planificar las políticas públicas, conformando los niveles del sistema educativo en: la educación inicial (de 3 años a 4 años), la educación preescolar (5 años), la educación básica (primaria cinco grados –de 6 años a 11 años- y secundaria cuatro grados –de 12 años a 15 años-), la educación media (dos grados y culmina con el título de bachiller –de 16 años en adelante-), y la educación superior. (MEN, 2022). El MEN descentraliza la educación en Entidades Territoriales Certificadas por Departamentos, Distritos y Municipios, donde estos últimos no han logrado la certificación, la Secretaría de Educación del Departamento respectivo es el responsable por la oferta educativa. Las escuelas públicas se organizan por instituciones educativas, en las cuales la sede principal ofrece todos los niveles educativos hasta la educación media; las demás sedes que conforman la institución educativa ofrecen algunos niveles de educación.

Dentro de las Instituciones Educativas que ofertan hasta el nivel de educación media, se encuentra la de Montesitos, ubicada en zona rural del Municipio de El Agrado, Departamento del Huila. Este centro educativo inicia ofertando educación básica el 15 de febrero de 1998; sin embargo, debido a que los jóvenes no continuaban con sus estudios de bachillerato, por las condiciones de distancias geográficas, al no contar con un establecimiento educativo cercano a sus viviendas; la institución logra el permiso por parte de la Secretaría de Educación Departamental del Huila para iniciar a ofertar la educación media en el año 2009, graduando su primera promoción de bachilleres académicos en el mismo año.

En la Institución Educativa Montesitos se trabaja desde una perspectiva colectiva, como herramienta organizacional, en donde un docente orienta varias ciencias del saber en diferentes grados. De hecho, su Proyecto Educativo Institucional (PEI) junto con el modelo pedagógico de escuela activa, propone hacer que la educación se centre en los estudiantes, siendo vistos como la base esencial del proceso educativo en el que el aprendizaje se desarrolla de forma reflexiva, centrada en la formación humanística del estudiante con una interacción más cercana con el entorno, siendo el profesor un colaborador y tutor de los procesos de aprendizaje, lo anterior permite hacer referencia al método constructivista aplicando el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Movimiento Maker para llevar a cabo la aplicación de la Plataforma Arduino.

La Institución Educativa Montesitos, cuenta con una sala de informática, con 25 equipos de cómputo portátiles, sin embargo, estas no poseen conexión a internet. También hay 50 tabletas, aunque no son muy

usadas debido a su baja capacidad de memoria RAM. El encargado de custodiar los dispositivos es el docente del área de tecnología e informática.

La programación curricular del área de tecnología e informática de la Institución Educativa Montesitos está encaminada a impartir la temática sobre el paquete office, reduciendo el campo de acción del área a simplemente el manejo y uso de Word, Excel, PowerPoint, Publisher; no creando prácticas pedagógicas que permitan una participación activa del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje mediado por TIC, enfocado en la producción de conocimiento mediante la investigación, aportando al desarrollo de habilidades cognitivas en los educandos.

En la Figura 1, se presenta mediante el diagrama de Ishikawa las causas del bajo desarrollo de habilidades y competencias de los estudiantes de la Institución Educativa Montesitos.

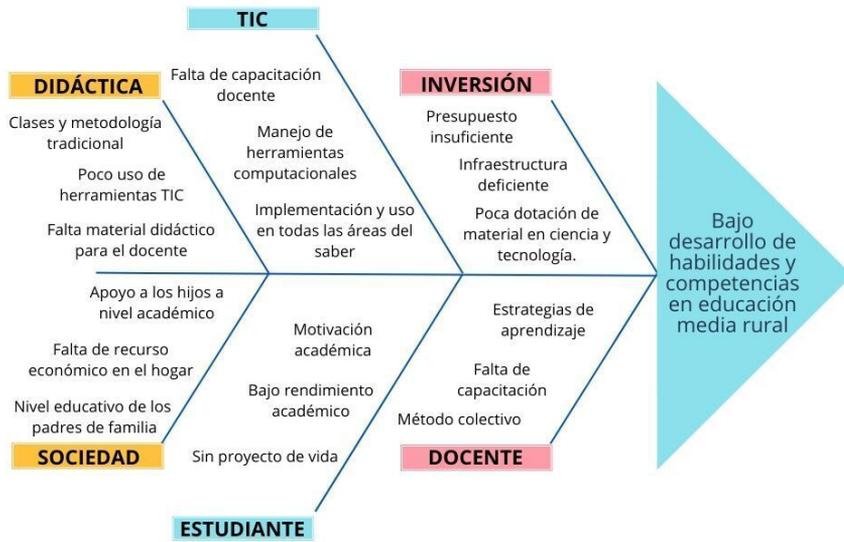


Fig. 1 Diagrama de Ishikawa sobre las causas del insuficiente desarrollo de habilidades y competencias prácticas para la vida en la educación media en el contexto rural. Fuente elaboración propia, 2023

El trabajo de investigación sobre el “Impacto del Aprendizaje a través de la Plataforma Arduino en Colegios Rurales” cuyo caso de estudio es la Institución Educativa Montesitos ubicada en zona rural del Departamento del Huila, Colombia, se encuentra alineado a los desafíos estratégicos propuestos en el Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026 de Colombia, así como con las Orientaciones Curriculares del MEN para el área de tecnología e informática en los niveles de educación básica y media, llevando al aula de clase la Plataforma Arduino, siendo una estrategia didáctica emergente de software libre y de código abierto, en concordancia a lo planteado en el Plan Nacional de Desarrollo 2023-2026 para Colombia, contribuyendo a lograr el desarrollo de habilidades cognitivas y de las competencias del siglo XXI en los estudiantes de Educación Media.

1. Objetivos

El objetivo general es diseñar una estrategia didáctica emergente desde el método constructivista mediante el Aprendizaje Basado en Problemas y el Movimiento Maker para dar solución a un problema específico

del Municipio empleando la Plataforma Arduino. Para ello, se realiza una serie de actividades que contribuyen a la estrategia didáctica, las que se mencionan a continuación:

- Se elabora un análisis diagnóstico acerca del conocimiento de los estudiantes sobre la Plataforma Arduino.
- Se establece y analiza la relación entre el aprendizaje de la Plataforma Arduino con el desarrollo de habilidades cognitivas, actitudinales y de competencias prácticas para la vida en los alumnos de educación media.
- Se verifica la aplicación de la Plataforma Arduino a través de una población total de 28 estudiantes, utilizando un muestreo de manera aleatoria por conveniencia.
- Se evalúa la pertinencia de la Plataforma Arduino en estudiantes de educación media en entornos rurales.

Dicho lo anterior, esto, con el fin de medir el impacto de sus aportes y determinar la viabilidad para ser replicada en entornos rurales de la región.

2. Desarrollo de la innovación

La metodología empleada corresponde a la de una investigación mixta, la cual es una agrupación de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación mediante la recoleta y análisis de información de enfoque cuantitativo y cualitativo (Hernández Sampieri y Mendoza, 2008).

La muestra objeto de estudio se enfocará en los estudiantes del grado décimo y undécimo de educación media académica matriculados en la Institución Educativa Montesitos del Municipio del Agrado Huila, Colombia; conformada por un total de 28 participantes de entre los 15 y 18 años de edad.

Teniendo en cuenta que es un estudio de innovación educativa empleando las potencialidades de la robótica educativa, específicamente la Plataforma Arduino, el diseño metodológico es el método constructivista, aplicando como estrategia didáctica el Aprendizaje Basado en Problemas y el Movimiento Maker, donde según (Martínez Ramos, 2018), Bruner postula en su teoría de aprendizaje por descubrimiento que en el proceso de enseñanza se presenta el material adecuado y el estudiante relaciona lo relevante para la resolución del problema, reforzando y retroalimentando el éxito del problema resuelto, sumergiendo al estudiante en situaciones concretas y significativas de desarrollo cognitivo fortaleciendo la capacidad de cálculo, la lógica matemática, la creatividad, la autonomía, el trabajo en equipo, la creatividad, la capacidad de atención y de concentración, y el pensamiento computacional. En la primera fase se realiza una contextualización del objeto de estudio y diagnóstico inicial del mismo, seguido de una segunda fase donde se desarrollan las actividades prácticas diseñadas, finalmente en la tercera fase se crea el prototipo que da solución al problema planteado, como se muestra en la Figura 2.



Fig. 2 Fases metodológicas. Fuente elaboración propia, 2023.

En la fase 1 se muestra que los estudiantes pertenecientes a la educación media no han tenido contacto con estrategias didácticas tecnológicas, esto debido al bajo presupuesto institucional que impide invertir en infraestructura, en acceso a la tecnología, en adquisición de material didáctico, lo que profundiza aún más el atraso existente en el sector educativo. En la fase 2, a través de la aplicación de la actividad 1, los estudiantes se familiarizaron con los sensores y actuadores de la Plataforma, así como con el entorno de programación. Con la actividad 2, se discutió y analizó el escenario del problema mediante una lluvia de ideas realizando un diagrama de flujo del funcionamiento del semáforo requerido, para así empezar en la actividad 3 con el diseño del prototipo y puesta en funcionamiento por etapas del mismo, en esta actividad, los estudiantes crearon inicialmente el programa secuencial de luces, después el de un semáforo único, seguidamente, el semáforo doble y por último el de la vía peatonal. Una vez culminado con el diseño, en la etapa 3 inician con la creación del prototipo a pequeña escala, el cual debe funcionar tal cual como funcionaría instalado en la vía pública del Municipio, lo que acarrea un grado de dificultad en la conexión circuital y en la realización de la maqueta.

Según (Wood, B., & Ganago, A., 2018) los atractivos proyectos que se desarrollan con Arduino mantienen entusiasmados a los estudiantes, pudiendo utilizarlo como fuerza impulsora para un aprendizaje más profundo. Así, los estudiantes son guiados desde lo obvio a lo esencial.

La Plataforma Arduino es una herramienta didáctica emergente que genera una buena innovación, y al ser aplicada en estudiantes entre las edades del objeto de estudio es posible replicarla en otras comunidades rurales de Colombia en educación media e inclusive en educación universitaria, contribuyendo a mejorar la calidad educativa de niños, niñas y adolescentes que nunca han tenido la posibilidad de acceder a nuevos medios de conocimiento convirtiéndose en una herramienta de transformación social aportando a disminuir la brecha educativa y digital existente entre los estudiantes colombianos de las zonas urbanas y rurales, y a nivel internacional.

La Plataforma Arduino facilita aplicar conceptos electrónicos en el nivel universitario para la creación de proyectos educativos, de entretenimiento, de arte, y para la solución de proyectos industriales; permitiendo el desarrollo de competencias en programación, puesto que los estudiantes logran la comprensión de la estructura empleada en el lenguaje de ésta. De igual manera, favorece la atención, la motivación y el interés

de los estudiantes universitarios logrando que se involucren activamente en su proceso de enseñanza aprendizaje. Esto, prepara a los nuevos profesionales para enfrentar los desafíos técnicos del mundo globalizado actual cooperando de manera efectiva a proyectos y equipos profesionales.

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos partió del cuestionario y la observación directa. En el caso del cuestionario, se realizaron dos a partir de 30 preguntas de opción múltiple a respuesta cerrada; el primer cuestionario aplicado nos permitió establecer el conocimiento que los alumnos tenían acerca de la Plataforma Arduino, es decir, determinar el nivel de comprensión que tenían respecto al tema. El segundo cuestionario se aplicó finalizando la estrategia didáctica permitiendo comprobar si hubo o no mejoras en el nivel de aprendizaje cognitivo en los estudiantes. Una vez aplicado el primer cuestionario, se inició con la presentación de los conceptos básicos de dicha Plataforma, tanto el manejo del software como el montaje del hardware por parte del docente hacia los estudiantes, de igual manera, se les presentó un problema específico del Municipio, el cual consistía en ubicar un semáforo inteligente sobre la vía principal del mismo para dar solución a este empleando la Plataforma Arduino; con esto se buscó que los estudiantes decidieran la programación adecuada y los componentes óptimos requeridos. Se llevó a cabo la observación directa a los estudiantes durante el desarrollo de la estrategia didáctica para medir el impacto de la Plataforma Arduino en el aprendizaje, es decir, su efectividad, restringiendo acontecimientos dentro del contexto, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: robustez de la programación realizada por los estudiantes; el trabajo grupal teniendo en cuenta la comunicación, el manejo de información y colaboración entre ellos; la creatividad e innovación para dar solución a la problemática, evidenciado en la Figura 3 y en la Figura 4.

Para el análisis de la información recopilada con la aplicación de los cuestionarios, se utilizó el paquete estadístico R, valorando las medidas de tendencia central y las de dispersión tales como, índice t-Student, desviación estándar.

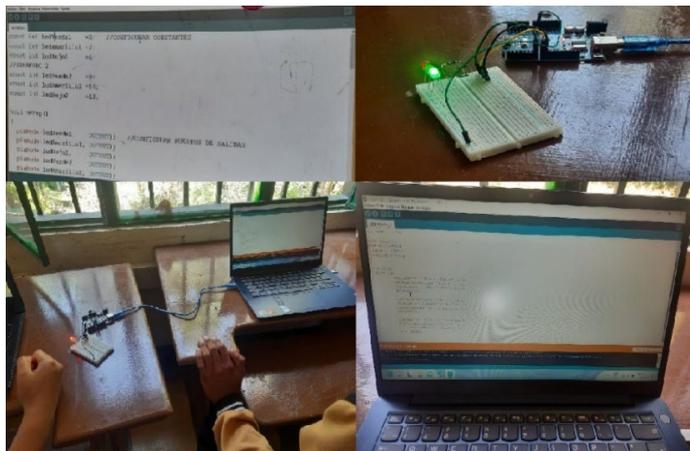


Fig. 3 Robustez de la programación realizada por los estudiantes para dar solución al problema planteado. Fuente elaboración propia, 2023



Fig. 4 Actividades desarrolladas durante la ejecución de la investigación para dar solución al problema planteado. Fuente elaboración propia, 2023

3. Resultados

Durante el desarrollo de las actividades diseñadas en la segunda fase metodológica y aplicando las técnicas e instrumentos de recolección de datos, en la traslatividad realizada por parte de los estudiantes se obtuvo que el 63% de la población objeto de estudio tienen mayor aceptación de las estrategias tecnológicas emergentes como la Plataforma Arduino, en comparación con el 37% que prefieren continuar con una metodología tradicional, tal y como se muestra en la Figura 5.

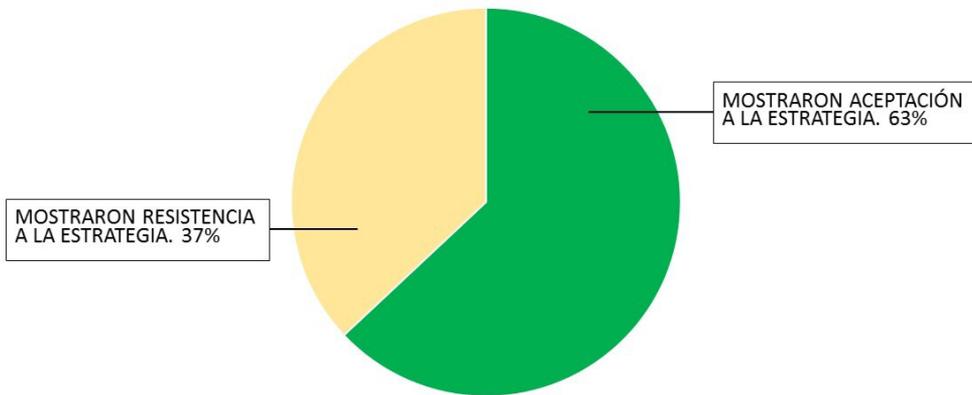


Fig. 5 Aceptación de la estrategia tecnológica emergente observada durante las actividades. Fuente elaboración propia, 2023.

Mientras los estudiantes desarrollaban la actividad 1, es decir, se familiarizaban con la Plataforma Arduino, se notó que en el 50% de los estudiantes se acrecentaba el entusiasmo, la motivación y deseo de adquirir

conocimiento de forma innovadora, en busca de lograr solucionar el desafío propuesto. En cuanto los sensores y actuadores requeridos, en la Figura 6 se presenta que el 78% de los estudiantes generó una lluvia de ideas argumentada con criterios sobre el diseño del prototipo a menor escala, de tal manera que su funcionamiento se aproximara en gran medida al funcionamiento real. En vista de que los estudiantes no habían trabajado con la Plataforma Arduino y que los conocimientos adquiridos son de un nivel básico, la robustez conseguida en la programación creada es idónea.

Del grupo de estudiantes, a seis (22%) se les dificultó el trabajo en equipo, no les gustaba compartir sus ideas o discutir argumentadamente las ideas de sus compañeros, tampoco les gustaba socializar las posibles soluciones encontradas a dificultades de programación. Se puede decir, que estos jóvenes no lograron un trabajo en equipo aunque sí un trabajo autónomo.

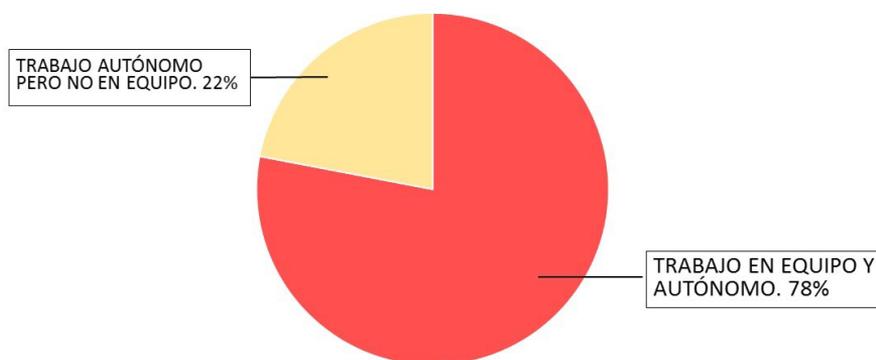


Fig. 6 Aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos y del Movimiento Maker durante las actividades. Fuente elaboración propia, 2023.

En la Figura 7 se presenta la asistencia a cada una de las sesiones programadas para el desarrollo de las actividades en sus respectivas etapas. A partir de esta, se observa que en el grupo hubo un aumento en la creatividad e innovación, solucionando los problemas presentados durante la aplicación de la estrategia didáctica, incrementado el nivel de motivación en cada sesión de trabajo en el anhelo de culminar el prototipo y dar solución al problema planteado.

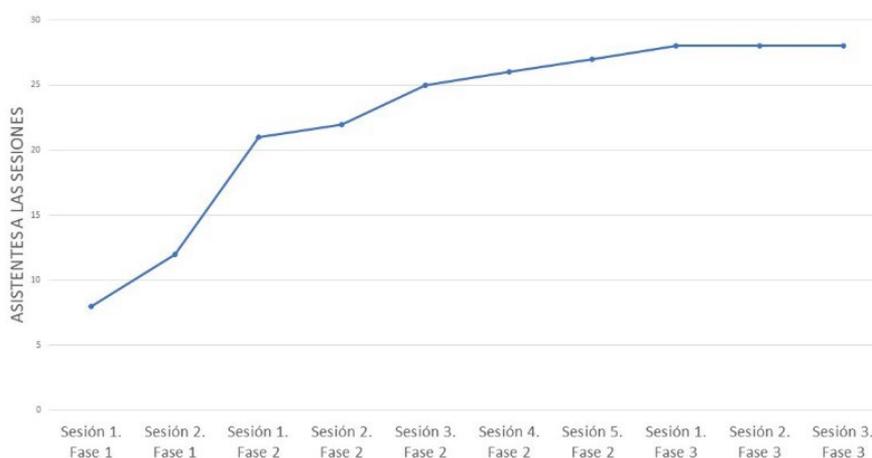


Fig. 7 Asistencia a las sesiones, evidenciando el incremento de motivación. Fuente elaboración propia, 2023.

En la Figura 8 se presenta el prototipo que lograron diseñar, programar y elaborar los estudiantes.



Fig. 8 Prototipo diseñado por los estudiantes durante el desarrollo de la investigación. Fuente elaboración propia, 2023.

Se pudo observar que los alumnos trabajaron de forma independiente, con el profesor actuando como guía para resolver dudas y preguntas que surgieron durante el proceso de programación, o incluso prestando una tercera opinión sobre algunos problemas presentados durante el desarrollo del prototipo, es decir, no es el docente quien tiene el dominio del conocimiento, sino el estudiante quien busca y adquiere habilidades para su desarrollo. De esta manera los estudiantes fueron avanzando, logrando participar en un certamen local denominado “Feria de Emprendimiento Tecnológico” como se muestra en la Figura 9, donde expusieron el proyecto desarrollado, obteniendo una muy buena calificación; cabe mencionar que es la primera ocasión donde los estudiantes de zona rural logran asistir a un evento de esta índole.



Fig. 9 Participación en la Feria de Emprendimiento Tecnológico de la Institución Educativa La Merced. Fuente elaboración propia, 2023.

Los participantes adquirieron el aprendizaje que necesitaban para la discusión sobre la temática propuesta de manera activa al interactuar con personas con los mismos intereses, lo que les ayudó a aclarar sus dudas, mejorar sus habilidades cognitivas y competencias prácticas para la vida, de acuerdo con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo y en las Orientaciones Curriculares para el área de Tecnología e Informática en Educación Básica y Media.

Según (Múnera, et al., 2020) la Plataforma Arduino puede ser una herramienta útil para el modelo de aprendizaje híbrido, ya que puede utilizarse para diferentes niveles de estudiantes, desde primaria hasta el

universitario, sin conocimiento experto, posibilitando extender estas tecnologías emergentes replicando la estrategia didáctica en la educación superior, brindando herramientas que, apropiadamente orientadas por entornos de aprendizaje, pueden potenciar la formación de los profesionales competentes que demanda la sociedad. (Tumino & Bournissen, 2020).

Como menciona Tupac-Yupanqui et al. (2021) la Plataforma Arduino, aplicada a un curso de programación de primer año a nivel universitario, muestra un impacto positivo en el desarrollo de competencias de los estudiantes respecto a cursos previos, así como el desarrollo de competencias básicas en el área de circuitos digitales y electrónica computacional. (Tupac-Yupanqui, et al., 2021). De igual manera, Perenc et al. (2019) citado en (Tupac-Yupanqui, et al., 2021) mostró que en el estudio sobre el uso de Arduino para la programación de enseñanza en estudiantes de pregrado, el uso de esta herramienta generó un alto compromiso con los estudiantes y mejoró el atractivo del curso.

4. Conclusiones

Según (Wood, B., & Ganago, A., 2018) de acuerdo con el análisis de resultados basados en la estrategia didáctica, se encontró que en el interior del aula el entusiasmo en los estudiantes fue incrementando, permitiendo un aprendizaje más profundo. El 80% de estudiantes mantuvo la asistencia a las sesiones, incrementando el nivel de motivación hacia las estrategias emergentes.

La aplicación de la Plataforma Arduino como estrategia didáctica en un colegio rural de Colombia, es innovadora porque ofrece una forma novedosa para que los estudiantes aprendan de manera divertida sobre la tecnología, permitiendo participar en proyectos prácticos, mientras se les enseña los fundamentos sobre la programación y la electrónica, algo que es difícil de encontrar en los establecimientos educativos rurales de Colombia. Esto también les permite desarrollar habilidades prácticas que pueden aplicarse a otras disciplinas, como las ciencias, la tecnología, las matemáticas y la ingeniería; ofreciéndole la posibilidad de desarrollar sus propias soluciones tecnológicas para los problemas del contexto, creando mayor autonomía y creatividad, al tiempo que tiene la oportunidad de mejorar la comunidad. En última instancia, la Plataforma Arduino ofrece a los estudiantes una oportunidad única de desarrollar habilidades de vanguardia que les ayudarán a tener éxito en el futuro, situación poco común en el contexto rural donde los recursos son limitados.

Dentro de los aportes de la Plataforma Arduino a la educación encontramos que al ser una herramienta *open source* de bajo costo permite a los estudiantes explorar y experimentar con la robótica por medio de la interdisciplinariedad entre diferentes materias logrando desarrollar habilidades cognitivas en varias disciplinas para un aprendizaje significativo; fomentando la creatividad en niños, niñas y adolescente a través de la creación de proyectos o prototipos innovadores y únicos, enriqueciendo su experiencia de aprendizaje ayudando a desarrollar habilidades de pensamiento crítico, de colaboración y de trabajo en equipo hasta en un 78% de la población estudiada, las cuales son útiles para desarrollar las competencias prácticas para la vida real, como lo es el razonamiento lógico, la solución y la resolución de problemas. El entorno de programación es intuitivo para principiantes, permitiéndoles aprender los conceptos básicos de la programación, al igual que permite la experimentación con diferentes sensores y actuadores, es decir, con un software y un hardware de fácil uso, siendo una gran ventaja para los estudiantes de zonas rurales que aunque nunca han interactuado con tecnologías innovadoras emergentes presentan una aceptación del 63% por parte de la población objeto de estudio.

Las principales razones para seleccionar Arduino como Plataforma de aprendizaje es su facilidad de uso y bajo costo. (Torroja, et al., 2015). Al ser una Plataforma de bajo costo, la hace accesible para los estudiantes de todos los niveles educativos, desde primaria hasta universitaria, posibilitando la exploración y experimentación de estas tecnologías emergentes replicando la estrategia didáctica en zonas rurales apartadas de la región sin tener que preocuparse por los costos elevados; de esta manera se reduciría los porcentajes de rezago en el nivel de aprendizaje de los jóvenes rurales en comparación con el de los jóvenes ubicados en zonas urbanas, en otras palabras, se mejoraría la calidad de la educación recibida en zonas no urbanas del país.

La Plataforma Arduino proporciona el desarrollo de soluciones con una interacción entre la electrónica y la computación para aquellos estudiantes de poca o nula formación previa en electrónica y computación. (Vidal-Silva, et al., 2019).

La Plataforma Arduino, usada como estrategia didáctica emergente del Movimiento Maker, ha proporcionado una formación autónoma evidenciada en la observación directa; ayudando a los estudiantes a construir habilidades de pensamiento crítico, de colaboración, de trabajo en equipo, entendiendo diversos conceptos electrónicos, matemáticos, así como principios físicos y mecánicos.

De acuerdo con el análisis de resultados, se concluye que el cambio a la metodología constructivista estimuló el pensamiento crítico y creativo al permitir que los estudiantes descubrieran sus propios conocimientos, ayudándolos a desarrollando habilidades de resolución de problemas y a entender mejor los temas a partir de la experimentación y la exploración de los mismos. De igual manera, se evidencia mejoría en el compromiso por parte de los estudiantes, puesto que se les permitió participar activamente en la construcción de su propio conocimiento, estimulando la autoevaluación a través de la reflexión sobre su propio progreso.

Las aplicaciones como Arduino, en las horas clase, permite mejor la iteración entre docentes y estudiantes. (Chiluisa, et al., 2022).

La estrategia didáctica presentada a nivel de educación media permite mejorar el rendimiento escolar preparando a los estudiantes para el nivel de educación superior, evitando la deserción escolar en dicho nivel, debido a que mejora las habilidades para desarrollar los trabajos académicos requeridos en la universidad antes que lleguen a ella.

Agradecimientos:

A la Institución Educativa Montesitos, por permitirnos aplicar la herramienta emergente de innovación en sus instalaciones.

A los padres de familia y estudiantes por abrirse a nuevas estrategias pedagógicas para el beneficio académico.

A la Universidad Americana de Europa (UNADE) por el conocimiento impartido; eje fundamental para crecer en mi profesión, y poder llevar a cabo el desarrollo herramientas innovadoras en beneficio de la educación de niños, niñas, jóvenes y adolescentes.

Ayudas María Zambrano (UPV, Ministerio de Universidades, Recuperación, Transformación, y Resiliencia—Financiado por la Unión Europea—Next Generation EU y Universitat Politècnica de València).

5. Referencias

- Caballero González, Y. A., & García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. M. (2020). Fortaleciendo el pensamiento computacional y habilidades sociales mediante actividades de aprendizaje con robótica educativa en niveles escolares iniciales. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 58, 117-142. Disponible en <https://doi.org/10.12795/pixelbit.75059>
- Cascales Martínez, A., Carrillo García, M. E., & Redondo Rocamora, A. M. (2020). Innovación educativa y ABP en educación infantil. Disponible en <http://hdl.handle.net/10201/87058>.
- Chiluisa Chiluisa, M., Guaña Moya, J., Carvajal Proaño, A., & Boada Flores, R. P. (2022). Arduino como elemento notable en prototipos electrónicos. *ConcienciaDigital*, 5(1), 104-117. Disponible en <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i1.1975>
- Departamento Nacional de Planeación de Colombia. (2023). Plan Nacional de Desarrollo 2023-2026.
- Hernández Sampieri, R., Mendoza, C., (2008). El matrimonio cuantitativo cualitativo: el paradigma mixto.
- La Educación rural, un gran desafío para Colombia. (2022). Colombia Aprende. Disponible en <https://www.colombiaprende.edu.co/agenda/tips-y-orientaciones/la-educacion-rural-un-gran-desafio-para-colombia>. Fecha de consulta 06/03/2023
- Martínez Ramos, G. R. (2018). Transformación Educativa con apoyo de la Informática. *Revista Científica Tecnológica*, 1(1), 42-52. Disponible en <https://revistarecientec.unan.edu.ni/index.php/recientec/article/view/184>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (1991). Ley General de Educación de 1991.
- Ministerio de educación nacional. (2022). Orientaciones curriculares para el área de tecnología e informática en la educación básica y media. ISBN: 978-958-785-381-0
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2016). Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026.
- Munera, J. F. H., Jimenez, A., Botero, M. L., Rivas, K., & López, J. R. (2020). La educación moderna al alcance de Arduino. *Revista ESPACIOS*, 41(30). Disponible en <https://www.revistaespacios.com/a20v41n30/20413024.html>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2022). Revisión OCDE de la política rural Colombia, 2022. Disponible en <https://www.oecd.org/regional/rural-development/Resumen-Ejecutivo-Politca-Rural-Colombia.pdf>. Fecha de consulta 06/03/2023
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019). Estrategia de Competencias de la OCDE 2019. ISBN: 978-84-680-5755-2
- Perenc, I., Jaworski, T., & Duch, P. (2019). Teaching programming using a dedicated Arduino educational board. *Computer Applications in Engineering Education*, 27(4), 943-954. DOI: 10.1002/cae.22134.
- Sistema Educativo Colombiano. (2022). Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Disponible en <https://www.mineduacion.gov.co/portal/Preescolar-basica-y-media/Sistema-deeducacion-basica-y-media/233839:Sistema-educativo-colombiano>. Fecha de consulta 06/03/2023
- Torroja, Y., López, A., Portilla, J., & Riesgo, T. (2015). A Serial Port-Based Debugging Tool To Improve Learning With Arduino. 2015 Conference on Design of Circuits and Integrated Systems.

- Tumino, M. C., & Bournissen, J. M. (2020). Integración de las TIC en el aula e impacto en los estudiantes: elaboración y validación de escalas. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 13, 62–73. Disponible en <https://doi.org/10.46661/ijeri.4586>
- Tupac-Yupanqui, M., Vidal-Silva, C. L., Sánchez-Ortiz, A., & Pereira, F. (2021). Experiencias y beneficios del uso de Arduino en un curso de programación de primer año. *Formación universitaria*, 14(6), 87-96. Disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000600087>
- Vidal-Silva, C., Lineros, M. I., Uribe, G. E., & Olmos, C. J. (2019). Electrónica para Todos con el Uso de Arduino: Experiencias Positivas en la Implementación de Soluciones Hardware-Software. *Información tecnológica*, 30(6), 377-386. Disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000600377>
- Wood, B., & Ganago, A. (2018). Using Arduino in engineering education: Motivating students to grow from hobbyists to professionals. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*.