

ESTUDIO DE CASO STEM: LA MEDIACIÓN DE MICROCONTROLADORES EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS, EVIDENCIADA EN UN DISEÑO CUASIEXPERIMENTAL

Oscar Orlando Ortiz Corredor¹
Código Orcid: 0009-0002-2430-5653
E-mail: oscartizo3c@gmail.com
Colegio Toberín I.E.D. Bogotá D.C.
Colombia

Lady Alexandra Gelvez Ortega²
Código Orcid: 0009-0000-5735-8108
E-mail: ladygelvez1979@gmail.com
Colegio Santos Apóstoles. San José de
Cúcuta N.S.
Colombia

Recibido: 12/01/2026

Revisado: 14/02/2026

Aprobado: 18/03/2026

RESUMEN

La cultura escolar actual tiende a promover el uso de microcontroladores para facilitar un acercamiento concreto a soluciones tecnológicas de problemas cotidianos con enfoque STEM. En este estudio se muestra un caso que permite interpretar bondades y dificultades al mediar el Aprendizaje Basado en Proyectos con el uso de la micro:bit. La metodología corresponde a un estudio de caso instrumental explicativo con enfoque STEM sustentada en la vivencia de una estudiante que propone una solución a una situación ambiental, con base en las conclusiones de un cuasiexperimento en el aula que reveló un cambio estadísticamente significativo en los promedios de los decibeles generados en momentos de una clase, por un lado 55 tiempos de ausencia y, por el otro 55 de presencia, de una advertencia visual creada por una micro:bit. Se obtienen dos hallazgos clave. Uno, el reconocimiento del avance en el proceso de aprendizaje de la estudiante que identificó el problema real y propuso una solución. Dos, las diferencias significativas de las medias aritméticas de los promedios que arrojaron los momentos del pretest y del posttest, con base en una prueba de hipótesis pareada con uso del estadístico t-Student. Se concluye que la mediación de la micro:bit disminuyó los decibeles en el aula y se reflexiona a partir del caso, sobre la necesidad de orientar a los estudiantes hacia el desarrollo de habilidades para definir problemas, explorar soluciones, crear prototipos funcionales, resolverlos de manera efectiva en un contexto tecnológico cada vez más complejo, en coherencia con el enfoque STEM.

¹ Docente Matemáticas Colegio Toberín I.E.D Bogotá D.C., Colombia. Campo de Pensamiento STEM. Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia UNAL. Estudiante Doctorado Educación UPEL.

² Docente Inglés Colegio Santos Apóstoles San José de Cúcuta N.S., Colombia. Área de Humanidades. Magíster en Comunicación Multilingüe y Gestor del Conocimiento, Universidad de Pamplona. Estudiante Doctorado en Educación UPEL.

PALABRAS CLAVE:

Enfoque STEM, Aprendizaje Basado en Proyectos, Ambiente escolar, Estudio de Caso, Micro:bit.

**STEM CASE STUDY: THE MEDIATION OF MICROCONTROLLERS IN
PROBLEM SOLVING, EVIDENCED IN A QUASI-EXPERIMENTAL DESIGN**

ABSTRACT

Current school culture tends to promote the use of microcontrollers to facilitate a concrete approach to technological solutions to everyday problems with a STEM focus. This study presents a case that allows us to interpret the benefits and difficulties of mediating Project-Based Learning with the use of micro:bit. The methodology corresponds to an explanatory case study with a STEM approach based on the experience of a student who proposes a solution to an environmental situation, based on the conclusions of a quasi-experiment in the classroom that revealed a statistically significant change in the average decibels generated during class, with 55 instances of absence on one hand and on the other, 55 times of presence, of a visual warning created by a micro:bit. Two key findings were obtained. One, the recognition of progress in the learning process of the student who identified the real problem and proposed the respective solution. Two, the significant differences in the arithmetic means of the averages obtained in the pretest and posttest, based on a paired hypothesis test using the Student's t-statistic. It is concluded that the micro:bit mediation reduced the decibels in the classroom and, based on the case, reflects on the need to guide students towards developing skills to define problems, explore solutions, create functional prototypes, and solve them effectively in an increasingly complex technological context, in line with the STEM approach.

Keywords.

STEM Approach, Project-Based Learning, School Environment, Case Study, Micro:bit.

Introducción

En la cultura educativa contemporánea, de acuerdo con Digranes et al., (2021, p.10), se observa un esfuerzo por trasladar la codificación fuera de los laboratorios y promover en el aula prácticas de tinkering - que en este contexto significa manipular, experimentar, retocar-, de creación y de trabajo con componentes materiales. Con base en este propósito, se evidencia en el desarrollo de iniciativas educativas como Colombia Programa 2023 – 2026, BRITISH COUNCIL, (2025); que la micro:bit funciona como una puerta de entrada a la codificación para principiantes, facilitando un acercamiento concreto y accesible a la tecnología desde el enfoque STEM para el desarrollo de competencias del siglo XXI.

Aunado al fomento del pensamiento computacional y de acuerdo con Tsai, (2024, p.2), la combinación de la micro:bit con módulos Wi-Fi permite dar respuesta a la necesidad de implementar proyectos de aula aplicados en el Internet de las Cosas (IoT). Y con la finalidad mayor mencionada en el párrafo precedente, Digranes et al., (2021, p.11), indica que la integración de la micro:bit en procesos de diseño y fabricación permite situar estas prácticas dentro de un contexto educativo más amplio, asociado a la ciudadanía y la sostenibilidad; especialmente en escenarios tan importantes como los ambientales. El estudio de caso se basa en la inquietud de una estudiante de un Colegio Privado en Bogotá D.C., sobre el exceso de ruido en el entorno escolar que afecta la concentración y el rendimiento académico, por lo que resulta necesario implementar soluciones innovadoras que reduzcan su impacto en el aula. Esto corresponde a una

necesidad educativa de innovaciones curriculares basadas en el uso de tecnologías como la micro:bit que promueven un enfoque centrado en el estudiante y a la integración interdisciplinaria propia de la perspectiva STEM.

Esta es una necesidad global, pues en Tsai, (2024, p.2, 3) se muestra que procesos de reforma curricular en Taiwán acuden al uso de microcontroladores como la micro:bit para cubrir demandas de capacitación docente en pensamiento computacional, aprendizaje de lenguajes de programación visual, creaciones físicas inéditas para dar respuesta a proyectos auténticos, gamificación, electrónica, entre otros. De manera análoga, en Kièu et al.,(2023, p.1) se señala que el uso de la micro:bit mejora la comprensión de los contenidos científicos y favorece una mayor motivación y participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Con base en lo expresado por (Cheng, 2021), citado por Kièu et al.,(2023, p.8); resulta imprescindible contar con programas de capacitación docente que faciliten a los profesores la incorporación efectiva de la micro:bit en el diseño curricular.

Adicionalmente, autores como Rafti et al., (2025, p.101), Cheng et al., (2021, p.22) y Kièu et al.,(2023, p.1), concuerdan que un elemento de especial interés es la facilidad de uso y accesibilidad de la micro:bit por su diseño compacto e intuitivo; lo cual facilita la introducción de los estudiantes en la programación y la electrónica. El entorno MakeCode basado en bloques de arrastrar y soltar, simplifica la codificación y disminuye las dificultades iniciales de aprendizaje. Otro punto importante formulado por 2025 Rafti et al., (2025, p.108 y 109) es el fomento de la interdisciplinariedad que genera el uso de

la micro:bit desde la perspectiva STEAM, lo cual permite la integración de las ciencias, la tecnología, el diseño y las matemáticas con el arte, potenciando la creatividad y enfoques de pensamiento más amplios y multidimensionales.

En este artículo se pretende mostrar un estudio de caso instrumental explicativo que permite interpretar tanto bondades como dificultades que se pueden presentar al mediar el Aprendizaje Basado en Proyectos dentro del marco STEM de manera concreta con el uso de la micro:bit, para resolver la situación de contaminación auditiva en un aula de clase. El cuasiexperimento realizado por la estudiante se convierte en una herramienta interna del caso que permite observar el nivel de eficacia de la intervención de este microcontrolador. El caso está dirigido por el enfoque STEM, esto es; la integración de saberes relacionados con la Física del fenómeno audible, la programación en MakeCode, manipulación de componentes tecnológicos de la micro:bit, calibración o transformación de los datos arrojados por el microcontrolador a decibeles utilizando una correlación matemática y por último, el desarrollo de la prueba de hipótesis aplicando técnicas estadísticas.

Teniendo en cuenta lo expresado por Kelley & Knowles, (2016, p.3-5), el enfoque STEM se sustenta en teorías educativas como La Cognición Situada donde el aprendizaje es inseparable del contexto donde se desarrolla, siendo los elementos físicos y sociales de las actividades propuestas los que más influyen en la adquisición de conocimientos y habilidades; El Constructivismo donde el aprendizaje se fortalece cuando los estudiantes pueden construir conocimiento a partir del diseño y la

investigación científica, integrando actividades prácticas con procesos mentales activos; La Comunidad de Práctica o participación de los estudiantes en prácticas de diseño e ingeniería como de ciencias puras, Brown et al. (1989, p.12), como se cita en Kelley & Knowles, (2016, p.5); como teorías más destacadas.

Desarrollo temático

La convergencia de teorías del aprendizaje como el cognitivismo, el socioconstructivismo, el aprendizaje experiencial, el conectivismo y algunas metodologías activas; configuran el sustento teórico de la decisión metodológica concerniente al uso intencionado de algunas tecnologías digitales para apoyar la solución de problemas cotidianos. Desde esta perspectiva, se puede considerar específicamente que las bases conceptuales del Aprendizaje basado en Proyectos (ABP) se encuentran directamente asociadas con el empleo estratégico de estas herramientas dentro del enfoque STEM.

Según Morocho et al., (2025, p.2 y 12), el ABP es una metodología activa tiene sus fundamentos en el socioconstructivismo y promueve el rol activo del estudiante en la construcción del conocimiento. Tanto para Tsai, (2024, p.2) como para Lu et al., (2021, p.2556) es un método de enseñanza significativo que fomenta el aprendizaje activo de los estudiantes. Adicionalmente, con base en lo expresado por Bartholomew, (2017), citado por Tsai, (2024, p.4), recientemente el ABP realiza un rol notable en la educación primaria y secundaria, por su contribución al desarrollo de competencias esenciales para el siglo XXI, tales como el pensamiento crítico y la creatividad. Así mismo, el ABP es un

enfoque de enseñanza que busca que los estudiantes aprendan a través de experiencias similares a situaciones reales del ámbito profesional, promoviendo un aprendizaje activo, duradero e interdisciplinario. (Hawari et al., 2020), citado en Lu et al., (2021, p.2556). Esto coincide con algunas habilidades que promueve el Conectivismo como “organización de actividades basadas en experiencias auténticas”, expresado en Islas, (2021, p. 9).

Como se ha venido mencionando en el desarrollo del artículo, la metodología utilizada corresponde a un estudio de caso instrumental explicativo orientado desde un marco referencial con enfoque STEM, y de acuerdo con las recomendaciones hechas por Simons, (2009, p. 49-55), se realizó una encuesta a pequeña escala a la estudiante que desarrolló la propuesta de solución al problema ambiental en el aula previsto, compuesta de 5 preguntas relacionadas con el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional, razonamiento probabilístico, análisis y resolución de problemas en contextos cotidianos, favorecimiento del pensamiento crítico, la creatividad, las dinámicas colaborativas entre estudiantes y profesores y la facilidad de un aprendizaje activo; manteniéndose la confianza en su máximo nivel, y así facilitar la comprensión de su experiencia. Para dar solución al problema de los altos niveles de intensidad sonora en el aula, la estudiante implementó un proceso de intervención con micro:bit organizado en las siguientes etapas:

- Midió los niveles de intensidad del sonido producido en el aula en diferentes momentos y días de la clase de matemáticas entre el 27 de marzo y 11 de abril de 2025, valiéndose

del sensor de sonido ensamblado en la micro:bit, la cual captura y registra los niveles de intensidad sonora del entorno en una escala diferente a las medidas en decibeles, a partir de una programación implementada en MakeCode. En este primer momento del pretest, el código en bloques solamente programa al microcontrolador para capturar los datos, sin emitir señales de alerta visuales a los estudiantes de la clase. La medición se repitió en 55 momentos de diferentes horas y días, dando como resultado el promedio de cada momento que finalmente conformaría el tamaño muestral del pretest, esto es; 55 promedios de niveles de intensidad sonora hacen parte de esta muestra.

- En otros 55 momentos medidos entre el 21 de abril y el 2 de mayo de 2025, la estudiante midió los niveles pero esta vez, la programación en MakeCode permitía que la micro:bit emitiera una alerta visual cuando se superaban aproximadamente 70 decibeles (dB), según los límites máximos permisibles de emisión de ruido, expresados en decibeles (dB), aplicables a los sectores B donde se incluyen los entornos educativos³ -este valor se calculó utilizando una correlación lineal entre las unidades utilizadas por la micro:bit y su calibración en dB-. De nuevo, se calculó el promedio de intensidad sonora de cada momento, con lo cual se configuró el tamaño muestral del postest.
- Acto seguido, utilizó el software R para calcular algunos parámetros descriptivos de cada muestra del pre y postest: tamaño, media, desviación estándar y coeficiente de variación. Adicionalmente, los números de Tukey para las medidas de posicionamiento de cada

³ Artículo 9 de la Resolución 627 de 2006, por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. D.O. No. 46239.

muestra: mín., Q_1 , Q_2 , Q_3 y máx. También, la generación de los histogramas y Boxplot de cada muestra para confirmar visualmente, la posible procedencia de los datos muestrales de una distribución normal.

- Después aplicó la Estadística Inferencial para realizar una prueba de hipótesis. Empezó programando en R la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para comprobar que ambas muestras provenían de una distribución normal, después la prueba de test pareado con estadístico t , para encontrar si que existía una diferencia significativa entre los promedios del pretest y postets de los niveles de intensidad sonora producidos en el aula, es decir; en ausencia y en presencia de la alerta visual generada por la micro:bit. Finalizó programando en R el cálculo del tamaño del efecto de la diferencia de las medias medido en desviaciones estándar.
- Por último, redactó un conjunto de recomendaciones para optimizar el experimento que realizó.

Proposición

A partir del marco teórico y de la descripción del estudio de caso, el artículo argumenta que desde una perspectiva STEM, el desarrollo de un proyecto mediado por microcontroladores como la micro:bit permite reducir de manera significativa problemas ambientales como los altos niveles de intensidad sonora en el aula, además de ofrecer evidencia de un aprendizaje integrado y significativo, tanto desde un enfoque cuantitativo como cualitativo.

Argumentos

Es importante mencionar que, los resultados cuantitativos del experimento de prueba de hipótesis realizado por la estudiante se deben integrar en el análisis del estudio de caso de tal manera que, logren apoyar la proposición precedente. Para esto es importante examinar la eficacia de la intervención de la micro:bit con base en la evidencia estadística y reflexionar sobre las fortalezas y posibles limitaciones derivadas de la articulación metodológica seleccionada, en consonancia con lo planteado por Simons, (2009) sobre la explicación contextualizada del objeto de estudio. El principal argumento que favorece el beneficio de la intervención de la micro:bit en la solución de un auténtico problema detectado por la estudiante, corresponde a los resultados empíricos, pues:

- En lo calculado en la prueba de normalidad de las muestras del pre y posttest, se encontró que el estadístico **W** para los datos en ausencia de la alerta visual generada por la micro:bit es de 0.97559 con un **p-valor** de 0.3237 y para la muestra en presencia de la alerta visual es de 0.97826 y **p-valor** de 0.417. Esto significa que en ambos casos el **p-**

valor > nivel de significancia $\alpha=0.05$, por lo tanto; se acepta el supuesto H_0 : Los datos sin alerta provienen de una distribución Normal.

- En lo concerniente a la prueba de hipótesis pareada, se obtuvo que el valor del estadístico **t** fue de 24.094 con 54 grados de libertad, con un **p-valor** de 2.2×10^{-16} para un nivel de significancia α de 0.05, un intervalo de confianza del 95% establecido entre los valores [5.24, 6.19] y un promedio de las diferencias de 5.71; lo cual implica que la media de las diferencias está aproximadamente a 24 desviaciones estándar alejada de cero, la verdadera media de las diferencias está el intervalo comprendido entre [5.24, 6.19], los datos sin alerta tienen un valor de 5.71 dB mayor que los datos con alerta y como el **p-value** $= 2.2 \times 10^{-16} < 0.05 = \alpha$, se encuentra que hay evidencia estadísticamente muy significativa para rechazar el supuesto H_0 : La diferencia entre las medias es distinta de cero y aceptar el supuesto H_1 : La diferencia entre las medias es distinta de cero.
- El cálculo del tamaño del efecto de la diferencia de las medias, medida en unidades de desviación estándar o la diferencia estandarizada entre los promedios fue de $E=4.716037$, aproximadamente 5 desviaciones estándar de efecto.

En coherencia con lo dicho anteriormente, los hallazgos obtenidos permiten inferir que la implementación del sistema de alerta con la micro:bit fue estadísticamente significativa y generó un impacto positivo a nivel ambiental. Ahora, como se indicó párrafos atrás, el diseño del estudio de caso se apoyó en el desarrollo de una encuesta a la estudiante en cuestión, cuyas respuestas citadas fielmente fueron:

- Pregunta uno: ¿El uso de la Micro:bit contribuyó al desarrollo de tus habilidades de pensamiento computacional? ¿Por qué?
- Sí, el uso de la Micro:bit ayudó a desarrollar mis habilidades de pensamiento computacional, ya que me permitió aprender a programar desde lo práctico y no solo desde lo teórico. El proyecto me ayudó a analizar problemas reales paso a paso y a entender cómo la tecnología puede usarse en distintos contextos. Esto contribuyó a construir una forma de pensar más estructurada y lógica frente a la resolución de problemas.
- Pregunta dos: ¿Piensas que el desarrollo de este proyecto mejoró tu razonamiento probabilístico? ¿Por qué?
- Sí, el proyecto mejoró mi razonamiento probabilístico porque aprendí a trabajar con datos reales y a interpretarlos. Esto me permitió comprender que los resultados no siempre son exactos, sino que se analizan a partir de probabilidades y tendencias. Además, aprendí a usar herramientas de la estadística, como pruebas de normalidad, lo que me ayudó a sacar conclusiones a partir de los datos obtenidos.
- Pregunta tres: ¿El proyecto te permitió el análisis y resolución de problemas en contextos de la cotidianidad? ¿Por qué?
- Sí, el proyecto me permitió analizar y resolver un problema de la vida cotidiana, como la contaminación auditiva. Tuve que pensar cómo medir el ruido y cómo mediante la comunicación visual se podría ayudar a reducirlo. Esto me demostró que es posible buscar soluciones prácticas desde la matemática, estadística y programación.

- Pregunta cuatro: ¿El desarrollo de este proyecto favoreció tu pensamiento crítico, tu creatividad y las dinámicas colaborativas entre estudiantes y profesores? ¿Por qué?
- Sí, este proyecto favoreció mi pensamiento crítico y mi creatividad, ya que tuve que tomar decisiones, hacer cambios, indagar y buscar nuevas ideas para que el experimento funcionara y lo pudiera comprender por completo. Además, el acompañamiento del profesor y de mi papá fue muy importante, porque a través de sus explicaciones y correcciones pude mejorar el trabajo mientras daba lugar a una relación más cercana y colaborativa entre profesor, papá y estudiante.
- Pregunta cinco: ¿Este proyecto te facilitó un aprendizaje activo, la opción de participar colaborativamente en la gestión de proyectos y la integración de múltiples disciplinas? ¿Por qué?
- Sí, este proyecto facilitó un aprendizaje activo porque participé directamente en todas las etapas del trabajo. Al organizar ideas, tomar datos, construir un marco teórico y combinar conocimientos de diferentes áreas como tecnología, matemáticas y estadística. Además, me dio a entender que los aprendizajes no se dan solo en una materia, sino que requieren de varias disciplinas que al integrarse pueden resolver un mismo problema.

Asimismo, las respuestas a estas preguntas resaltan aspectos muy relevantes de la mediación de la micro:bit en este tipo de proyectos, pues según la estudiante entrevistada, siente que hubo aprendizaje práctico en programación, reconoce que los datos reales tomados por la tecnología y combinados con un estudio estadístico evidencian cambios que representan soluciones palpables a situaciones cotidianas como

la contaminación auditiva, también, que proyectos como estos traen consigo un alto nivel de exigencia académica, aprendizaje activo e integrado, y colaboración entre expertos y aprendices. Con base en los resultados cuantitativos y las reflexiones de la estudiante, es palmario que en este caso, la mediación de la micro:bit demostró el ¿cómo? y el ¿por qué? se obtienen resultados benéficos en procesos de aprendizaje más significativos.

En coordinación con esta reflexión, el creciente valor otorgado al pensamiento computacional como competencia del siglo XXI ha favorecido en otros escenarios la incorporación y fortalecimiento de la enseñanza de la programación mediante la micro:bit, así lo reconocen Tsai, (2024, p.1) y Cheng et al., (2021, p.22). En Tsai, (2024, p.1) se menciona que en la actualidad los procesos educativos desde el grado cero (0) al grado máximo de secundaria -11° o 12° de acuerdo con el país- le dan prelación al favorecimiento del pensamiento computacional, encontrando en microcontroladores como la micro:bit una herramienta poderosa para su desarrollo, dado que la programación es una vía efectiva para este aprendizaje.

Por su lado, según (Milic, 2018), como se cita en Kiều et al., (2023, p.7), la implementación de la micro:bit favorece el desarrollo del pensamiento computacional y promueve aprendizajes más significativos, al tiempo que potencia habilidades de resolución de problemas y colaboración entre los estudiantes, ya que los proyectos se desarrollan a través del trabajo en equipo, tal como se muestra en los resultados de Tsai, (2024, p.8). Adicionalmente, Kiều et al., (2023, p.7), indica que su aplicación en el aula contribuye al desarrollo de habilidades de programación e impacta positivamente la

creatividad, el pensamiento crítico y el desarrollo de habilidades digitales en general, estas últimas sintetizadas en La habilidad para identificar problemas, analizar múltiples alternativas de solución, diseñar propuestas funcionales y, finalmente, desarrollar prototipos operativos para la resolución de problemas en distintos contextos, según lo expresado por Digranes et al., (2021, p.9).

En la misma línea de consideración, dado el inmenso número de posibilidades que proporcionan las herramientas tecnológicas, la micro:bit favorece una estrategia centrada en la experimentación activa, postura que se alinea con lo planteado por Digranes et al., (2021, p.10 y 11). En común acuerdo con Rafti et al., (2025, p.118), un elemento de interés verificable en el aula es el alto grado de motivación que genera en los estudiantes la experiencia práctica y significativa de encontrar una respuesta inmediata del código programado en acciones reales concretas. Por lo tanto, como lo señala Rafti et al., (2025, p.109 y 115), los proyectos basados en el uso de microcontroladores como la micro:bit, facilitan la articulación de conceptos teóricos abstractos, como la secuenciación o el uso de variables; con aplicaciones prácticas en contextos reales o digitales.

Esto se puede confirmar en lo expresado por Tsai, (2024, p.2 y 11); la micro:bit permite la realización de proyectos variados, desde dispositivos simples de conteo de pasos hasta la construcción de automóviles de juguete con control remoto y concluye, la participación en proyectos como estos genera en los estudiantes sensaciones de diversión y logro personal, aspecto clave, dado que las experiencias educativas ligadas

a emociones positivas aumentan la probabilidad de convertirse en aprendizajes significativos, duraderos y transferibles en futuros contextos.

No obstante, se deben reconocer algunas inconsistencias que se presentan al tomar la decisión de utilizar tecnologías como la micro:bit en los escenarios de aprendizaje realizados en las aulas, tanto de Colegios Colombianos como de otros países. La experiencia directa en Colombia, relacionada con la participación en la iniciativa del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones MINTIC en compañía del British Council y con el apoyo del Ministerio de Educación MEN, BRITISH COUNCIL (2025); en escenarios de evaluación de sesiones de trabajo en los nodos, por ejemplo del Colegio Toberín I.E.D., se observan obstáculos importantes, a pesar de la capacitación y dotación ofrecida a los colegios participantes de un número considerable, pero insuficiente, de estos microcontroladores.

También se han reportado dificultades típicas como la falta de infraestructura en los colegios que poseen un número insuficiente de aulas configuradas para el fortalecimiento del aprendizaje computacional y otras como la falta de interés de algunos docentes de las asignaturas de Ciencias y Matemáticas para involucrarse en los proyectos integradores y comprometerse a recibir capacitación o emprender una autocapacitación en programación por bloques, para lograr un nivel aceptable de experiencia, sobre todo en la depuración de los códigos; que les permita orientar la complejidad de los proyectos que pueden llegar a proponer los estudiantes motivados por resolver problemas legítimos de su cotidianidad, apatía hacia la manipulación de la

micro:bit y la sensórica asociada tomando distancia de la estrategia aprender haciendo o la búsqueda de apoyo en docentes pares expertos o en cualquier maestro de informática y tecnología.

Esto sugiere que, en al menos algunos colegios de Colombia, aún no se reconoce plenamente la importancia de incluir la tecnología en el diseño de proyectos integradores para facilitar aprendizajes más activos, significativos y profundos aprovechando el enfoque STEM; lo cual abre la posibilidad de mejorar algunas políticas educativas afines en todos los niveles, esto es; institucional, regional y nacional; para catalizar la autoformación o construcciones de redes o nodos conformados por docentes y estudiantes interesados en incluir la tecnología disponible en pro de mejorar los futuros saberes.

También, se advierte que la gran mayoría de estudiantes se abstienen o no se les ocurre cuestionar los resultados obtenidos por los artefactos tecnológicos, algo así, como una fe indiscutible en los procesos que ocurren internamente dentro de la caja negra. Esta situación crea la necesidad de planear acciones pedagógicas que permitan ir más allá de la programación necesaria para desarrollar aplicaciones tecnológicas y profundizar en la conceptualización que proviene de las ciencias exactas y naturales que explican el funcionamiento de estos dispositivos. Un ejemplo de esto es, las unidades de medida de los niveles de intensidad auditiva que arroja la micro:bit, las cuales se relacionan de manera indirecta con los decibeles; si todos en el aula pasan por alto un detalle como este, los resultados serán contradictorios con los arrojados por otros

instrumentos de medida calibrados como los sonómetros comerciales o los profesionales.

Inconvenientes informados por otras fuentes se relacionan con limitaciones técnicas de la micro:bit tales como; la baja capacidad de procesamiento para ejecutar códigos complejos, restricciones asociadas a su pantalla pequeña y a su número reducido de funciones que limitan o simplifican la complejidad de algunos diseños iniciales. Otra traba es la posible limitación de la innovación y de las propuestas surgidas por parte de los estudiantes, como consecuencia de la desmotivación cuando perciben que este tipo de tecnología o su escasa experiencia en la identificación y corrección de errores en las líneas de código o funcionalidad de los diferentes tipos de bloques, son insuficientes para resolver las problemáticas identificadas y priorizadas, Shahin et al., (2021, p. 18-19, 24, 26).

Coincidiendo con lo argumentado por Kiều et al., (2023, p.1, 8), dado que la pericia y la experiencia previa de los docentes son condiciones necesarias muy significativas para procurar el éxito en la implementación de la micro:bit en los proyectos de aula; la falta de capacitación de los maestros, el desarrollo de habilidades pertinentes y la percepción de adquirir un compromiso adicional de introducir el uso de este microcontrolador en los planes de estudio; son impedimentos considerables y posibles razones por las cuales se obtiene poco avance en los resultados de aprendizaje.

Los autores también mencionan que la carga cognitiva se incrementa cuando los estudiantes deben procesar gran cantidad de textos y seguir instrucciones detalladas,

llevándolos a sentirse académicamente presionados y muchas veces incapaces de explicar con sus propias palabras los conocimientos adquiridos; esto último, según Sentance (2017), como se cita en Kiều et al., (2023, p.8). Asimismo, se reportan barreras de índole técnica, conceptual y de accesibilidad, vinculadas a la programación de funciones de control, al entendimiento de conceptos como variables, condicionales y bucles, y a la disponibilidad limitada de dispositivos micro:bit en determinados contextos (Kiều et al., 2023, pp. 1 y 8).

En síntesis, haciendo un balance entre fortalezas y debilidades, los elementos expuestos evidencian la solidez y supremacía de los argumentos que respaldan la proposición central de este artículo sin demeritar los obstáculos considerados, sosteniendo que la implementación de la tecnología con enfoque STEM debe adaptarse a las condiciones específicas de los contextos escolares y de manera especial, deben tenerse presentes los posibles errores de medición implícitos en el uso de los artefactos tecnológicos. Todo esto enmarcado en políticas, iniciativas y proyectos con intencionalidades investigativas que permitan vislumbrar los efectos de la mediación tecnológica en el avance de los aprendizajes.

Propuesta

En virtud de los análisis y reflexiones anteriores, una manera de abordar la proposición de este artículo para el desarrollo de proyectos mediados por la micro:bit relacionados con problemas identificados por los estudiantes, -sin exclusividad a situaciones de tipo ambiental en el aula- en búsqueda de aprendizajes integrados y significativos, desde un enfoque mixto cuantitativo y cualitativo; se presenta la propuesta como una secuencia didáctica o ciclo compuesto por las siguientes fases:

Fase uno: Indagar con los estudiantes o compañeros de trabajo sobre el nivel de conocimientos previos adquiridos en la realización de proyectos en las clases de informática y tecnología, alrededor de la programación en bloques usando plataformas como Microsoft MakeCode. Las siguientes fases se deben poner en marcha en el transcurso de unas cuantas clases o semanas dependiendo de las circunstancias.

Fase dos: Realizar la transferencia de los conocimientos previos referidos en la etapa anterior, a las actividades propuestas en las asignaturas de Matemáticas, ciencias (Biología, Física, Química, entre otras), Informática o Tecnología, en escenarios diseñados con enfoque STEM. Estas actividades son de aprestamiento y deben cubrir al menos aspectos que faciliten el reconocimiento de la plataforma makecode.microbit.org, tales como:

- Crear un proyecto asignándole un nombre específico según el contexto.
- Exploración de las partes del simulador de la micro:bit, clases de bloques y entorno de programación donde se arrastran y ensamblan los bloques que representan instrucciones para finalmente construir el código deseado.
- Desarrollar tareas con el fin de acumular experiencia en el uso de la programación por bloques, preferiblemente aquellas que se encuentran en los tutoriales de la plataforma makecode.microbit.org o videos y páginas de la web, como por ejemplo los que se pueden encontrar haciendo clic en el siguiente vínculo. Este paso de la fase dos resulta fundamental para el futuro desarrollo de propuestas innovadoras generadas a partir de las siguientes fases.

Fase tres: Desarrollar una lluvia de ideas de los estudiantes para identificar, priorizar y seleccionar algún fenómeno que afecte el ambiente del aula, colegio o comunidad, o algún requerimiento propio del momento, que se pueda convertir en objeto de estudio para cada estudiante o grupo de ellos; teniendo en cuenta criterios revelados gracias a la solución de las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es finalidad o necesidad a cubrir?
- ¿Qué conceptos de las asignaturas STEM son esenciales para fundamentar una posible solución a la necesidad referida?
- Con base en los conceptos considerados, ¿qué variables están asociadas a esta necesidad?
- ¿Existe alguna relación de dependencia e independencia entre las variables?

- Las variables señaladas, ¿son susceptibles de medir con algún sensor propio o adaptable a la micro:bit?
- ¿En qué condiciones de estas variables se obtienen mediciones más efectivas?
- ¿Cuántas micro:bit son necesarias para abordar este estudio?
- ¿Cuál es el nivel de dificultad del código o conjunto de códigos que permiten encontrar una solución a la necesidad establecida?
- ¿En quiénes me puedo apoyar (compañeros, docentes, blogs de comunidades de expertos, tutoriales, entre otros) para superar los obstáculos de las complejidades emergentes en los códigos que permitirán la implementación de la posible solución?
- ¿Es posible realizar una prueba preliminar utilizando la micro:bit (u otro microcontrolador) que confirme la viabilidad del estudio?
- ¿Qué tipo de análisis estadístico (descriptivo o inferencial) y procesos de muestreo se necesitan aplicar para validar la solución que cubre la necesidad detectada?
- ¿Por medio de qué aplicaciones tecnológicas basadas en lenguajes como Python, R o S; o plataformas como RStudio o la consola de R, SPSS o Excel, se realizará el tratamiento de los datos cuantitativos?

Fase cuatro: Planear la recolección y procesamiento de los datos que representarán los estados (valores) de las variables asociadas al objeto de estudio seleccionado con base en los criterios anteriores, y así dar comienzo a la implementación de la solución propuesta, esto es; las condiciones de medición efectiva, la elección de plataformas para hacer tratamiento estadístico de los datos cuantitativos, identificación

de parámetros estadísticos necesarios, representaciones gráficas, selección de estadísticos para pruebas, diseño de encuestas, entrevistas, análisis de documentos; entre otros; y formas de documentar los procesos a desarrollar como bitácoras, hojas de cálculo, notas para cambios emergentes, entre otros.

Fase cinco: Interpretar los resultados en términos del avance obtenido en la solución de la respectiva necesidad. Examinar posibles ajustes en el procedimiento de las fases tres y cuatro y analizar si se encontraron diferencias significativas antes y después de la mediación de la micro:bit.

Fase seis: Realizar un proceso de reflexión sobre lo aprendido en la realización del proyecto, respecto a algunos aspectos como:

- Desarrollo de habilidades relacionadas con el pensamiento computacional.
- Avances en el planteamiento y resolución de problemas en contextos cotidianos.
- Favorecimiento del pensamiento crítico, la creatividad, las dinámicas colaborativas entre estudiantes, profesores, blogueros, u otros, y el aprendizaje autónomo.
- Favorecimiento del aprendizaje activo, la opción de participar en la gestión de proyectos y la integración de múltiples disciplinas (asignaturas).
- Mejoramiento de la argumentación con base en resultados estadísticos o probabilísticos.

Fase siete: Comunicar la experiencia del desarrollo del proyecto utilizando diferentes estrategias como, sustentaciones frente a fracciones de estudiantes o cursos de la Institución Educativa, participación en Foros o Encuentros Educativos a nivel local, nacional o internacional de ser posible, asistir a competencias propuestas por

organismos gubernamentales, o publicar sus desarrollos en espacios provistos por las Secretarías de Educación o Ministerios, entre otras.

La planeación y desarrollo del ciclo precedente genera mayor conocimiento pedagógico y didáctico en la medida que el docente tenga clara la intencionalidad de enfocarse en la amplia participación de cada estudiante en el desarrollo de las fases, que encuentren sentido a la integración de las asignaturas STEM -claridad en el aporte para realizar la solución propuesta-, y además, lograr que traduzcan la conciencia de resolver el problema al aprendizaje y dominio de las tecnologías empleadas -MakeCode, micro:bit, lenguajes de programación adicionales y plataformas para el tratamiento de datos cuantitativos-.

Atendiendo a las consideraciones de adaptabilidad y mejoramiento de la propuesta, se ofrecen las siguientes recomendaciones:

- Si hay una disponibilidad insuficiente de tarjetas micro:bit, el ciclo se puede desarrollar utilizando plataformas como Arduino - ArduinoBlocks o Visualino- u otras que permitan el uso de microcontroladores en programación por bloques.
- Como se mencionó anteriormente, los problemas van más allá del dominio de las soluciones ambientales; para lo cual es necesario prever los límites que se presentan en la complejidad de los códigos necesarios para una solución realizada con los conocimientos reales de los estudiantes, tales como su creatividad y propia validación.
- Como la propuesta tiene bases en un estudio de caso, debe contrastarse y perfeccionarse en distintos contextos para poner a prueba su efectividad y mejorarla.

- La fase siete es de imperativo cumplimiento para procurar altos niveles de aprendizaje, dentro del marco establecido por el enfoque STEM.

Conclusiones o reflexiones finales:

En el artículo se ha elaborado un análisis acentuado en el proceso de mediar la solución de problemas cotidianos identificados y priorizados en los ambientes de los estudiantes con el uso de la micro:bit, y en virtud de las evidencias obtenidas por el carácter instrumental del estudio de caso explicativo dentro de un enfoque STEM, Simons, (2009, p.37); la recapitulación de los resultados con relación a los objetivos propuestos corresponde a las siguientes consideraciones. El estudio logró dar respuesta a la operacionalización de cómo se puede mediar el uso de la micro:bit en la solución de problemas reales, que son producto de las reflexiones a las necesidades identificadas y priorizadas por los estudiantes, en escenarios cotidianos.

Por lo tanto la respuesta se presenta por medio de una secuencia didáctica compuesta por un ciclo de siete fases -Conocimientos previos, Actividades de aprestamiento para la programación de la micro:bit, Identificación y priorización de Objetos de Estudio, Implementación de la solución, recolección y procesamiento de datos; Interpretación de resultados y ajustes, Reflexión de lo aprendido y finalmente Comunicación de la Experiencia-; con los propósitos de poner este microcontrolador al servicio de soluciones realizables por los propios estudiantes y de integrar las

asignaturas de Ciencias, Tecnología, Informática-Ingeniería y Matemáticas en la realización de los proyectos.

Asimismo, la realización del diseño cuasiexperimental por parte de la estudiante proporcionó evidencia firme de la reducción significativa del nivel de intensidad de sonido producido en el aula, gracias a las alertas visuales de la micro:bit; con **p-value**= $2.2 \times 10^{-16} < 0.05 = \alpha$ **nivel de significancia**, lo cual permite aceptar que la diferencia entre las medias del pre y postest de los niveles de intensidad es distinta de cero, con una diferencia estandarizada entre los promedios de aproximadamente 5 desviaciones estándar; valores aceptables para validar la eficacia de la solución propuesta por la estudiante.

También, la observación de los datos cualitativos del estudio de caso, apoyan la identificación de aspectos que responden al por qué hay un favorecimiento del aprendizaje activo y significativo en acciones pedagógicas como éstas. Tales aspectos se relacionan con las prácticas de programación de la micro:bit, el efecto positivo de trabajar con datos reales obtenidos por medio del dispositivo, al hacerles un tratamiento estadístico que exigió una segunda programación en R y una descripción cualitativa de la realidad percibida en torno a la contaminación auditiva en el aula; el reconocimiento de la exigencia académica, la integración de asignaturas STEM y la necesidad de un trabajo colaborativo entre pares y expertos, producidas por la implementación de un proyecto de este tipo.

Las dificultades para el desarrollo de proyectos de esta naturaleza reportadas en este artículo revelan los siguientes aspectos: carencia de infraestructura tecnológica en algunas Instituciones Educativas, actitudes de resistencia al cambio por parte de algunos docentes especialmente de asignaturas como Ciencias y Matemáticas, falta de capacitación de los docentes en lenguajes de programación o programación en bloques que afecta la competencia de los maestros y por ende el avance en los resultados de aprendizaje, baja exigencia en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes al aceptar pasivamente resultados de los artefactos tecnológicos o algunos casos donde la agencia -aprendizaje autónomo- del estudiante frente a los principios científicos que sustentan los proyectos y la depuración de códigos es poco significativa, guías de aprendizaje que aumentan la carga cognitiva de los estudiantes y algunas limitaciones técnicas de la micro:bit con relación al procesamiento de códigos complejos y su pequeña matriz de LEDs.

En síntesis, las reflexiones obtenidas a partir de este estudio tienen un carácter múltiple. Por un lado, la comparación de los datos del pretest y el posttest confirman la eficacia de la mediación de la micro:bit en la solución implementada. Por otro lado, desde el punto de vista pedagógico, se evidencia el valor metodológico del enfoque de estudio de caso, pues se muestra cómo una didáctica basada en un proyecto tecnológico puede generar una experiencia significativa para el desarrollo de competencias STEM, la conciencia ambiental -específicamente la contaminación auditiva- y la participación activa de los estudiantes.

Adicionalmente, las dificultades se relacionan con elementos de la cultura escolar como la formación y actitud del docente, diseños instruccionales extensos y poco centrados en el pensamiento crítico, limitaciones técnicas de la micro:bit; todos en conjunto afectando el aprendizaje activo y profundo. No obstante, la articulación entre los hallazgos precedentes dados por los resultados cuantitativos y la riqueza de la autogestión razonada -agencia del estudiante- para resolver situaciones problema, corresponden al principal aporte de este trabajo.

Siempre debe admitirse la incompletitud de cualquier propuesta, por lo tanto; es sano presentar algunos cuestionamientos que pueden ser fuente de futuros trabajos investigativos relacionados con este estudio, tales como: ¿cómo mejorar la validación de cambios actitudinales proambientales mediados por el uso de tecnologías disponibles?, ¿qué adaptaciones requiere la secuencia didáctica propuesta de manera precedente, para mejorar la democratización tecnológica en situaciones de limitación de recursos o conectividad intermitente? y ¿cómo impactar las políticas ambientales por medio de proyectos como el documentado en este artículo, para avanzar en la sostenibilidad de este tipo de propuestas? Por último, los autores de este artículo desean comunicar a los lectores que las intenciones de propuestas de acción pedagógica y sus impactos, solo tendrán sentido en la medida que aporten a un cambio ético legítimo en los estudiantes que les permita ejercer desde ya un ejercicio de ciudadanía activa y crítica, en pro de asumir la responsabilidad de mejorar la sociedad actual y venidera.

Referencias:

- BRITISH COUNCIL. (2025, 12 de diciembre). Colombia Programa: Innovando la educación a través del pensamiento computacional. BRITISH COUNCIL Colombia. <https://www.britishcouncil.co/sistemas-educativos/colegios/colombia-programa#:~:text=Metas%20para%202026,la%20experiencia%20del%20Reino%20Unido.>
- Cheng, P.-J., Liao, Y.-H. y Yu, P.-T. (2021). Curso de Robótica Micro:bit: Inculcando el razonamiento lógico y la capacidad de resolución de problemas en estudiantes de quinto grado mediante un sistema de estudio grupal en línea. *Revista Internacional de Investigación en Aprendizaje Abierto y Distribuido* , 22 (1), 21–40. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v22i1.4844>.
- Digranes, I., Hoem, J. Øivind, & Stenersen, A. L. (2021). Learning about materiality through tinkering with Micro:bits. *Form Akademisk*, 14(4). <https://doi.org/10.7577/formakademisk.4636>.
- Islas, C. (2021). Conectivismo y neuroeducación: transdisciplinas para la formación en la era digital. *CIENCIA ergo-sum*. 28(1), e117 1-13. <http://doi.org/10.30878/ces.v28n1a11>.
- Kelley, T.R., Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *IJ STEM Ed* 3, 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>.
- Kiều, Quỳên & Bien, Nguyen & Thuan, Nguyen. (2023). Micro: bit in Science Education: A Systematic Review. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran*. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JPPPI/article/view/19491>.
- Lu, SY., Lo, CC. & Syu, JY. (2022). Project-based learning oriented STEAM: the case of micro-bit paper-cutting lamp. *Int J Technol Des Educ* 32, 2553–2575. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09714-1>.
- Morocho Carrión, M. L., López Chávez, J. A., Rivas Chuya, F. P., & Villagrán Yascaribay, M. J. (2025). Aprendizaje basado en problemas y proyectos: claves socio-

- constructivistas para la enseñanza en secundaria. Sapiens Discoveries International Journal, 3(1), e-3107. <https://doi.org/10.71068/vmwnye35>.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10299978.pdf>.
- Rafti, M., Milakis, E. D., Argyrakou, C. C., Vangelis, D. G., & Katsarou, M. C. (2025). Hands-On STEAM Programming: Microteaching with Micro:bit for Enhanced Learning. Journal of Hypermedia & Technology- Enhanced Learning, 3(2), 108–127. <https://doi.org/10.58536/j-hytel.172>.
- Shahin, M., Gonsalvez, C., Whittle, J., Chen, C., Li, L. & Xia, X. (2021). How secondary school girls perceive Computational Thinking practices through collaborative programming with the micro:bit. Journal of Systems and Software. Volumen 183. 111107, ISSN 0164-1212. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.111107>.
- Simons, H. (2009). El Estudio de Casos: Teoría y práctica, Ediciones Morata, España. Recuperable en: <https://archive.org/details/simons-h.-el-estudio-de-caso-teoria-y-practica/page/n277/mode/2up>
- Tsai, F.-H. (2024). Development and Evaluation of an Internet of Things Project for Preservice Elementary School Teachers. Sustainability, 16, 7632. <https://doi.org/10.3390/su16177632>.