

Enseñanza-Aprendizaje a través de la Plataforma Digital Arduino en la Educación Secundaria: Un Enfoque Cualitativo y Etnográfico

AUTOR: Teodoro Avendaño Bocanegra

Resumen:

El presente estudio investiga la incorporación de la plataforma digital Arduino en el proceso de enseñanza-aprendizaje de asignaturas de Informática y Electrónica en la educación secundaria. Desde una perspectiva cualitativa y mediante un diseño estructural etnográfico, se analizan las percepciones de docentes y estudiantes del Colegio Liceo León Magno (Bogotá, Colombia) respecto a la integración de esta herramienta en el aula. A través de entrevistas a profundidad y observaciones, se identificaron categorías emergentes que evidencian la importancia de un enfoque práctico y colaborativo para potenciar competencias tecnológicas y habilidades de resolución de problemas en un mundo digital y en constante cambio. Los resultados indican que la plataforma Arduino favorece el aprendizaje significativo, motiva el trabajo colaborativo y propicia la adaptación de estrategias pedagógicas innovadoras que responden a los desafíos contemporáneos de la educación.

Abstract:

This study investigates the integration of the Arduino digital platform into the teaching-learning process in secondary education subjects such as Computer Science and Electronics. Utilizing a qualitative approach and an ethnographic structural design, the research analyzes the perceptions of teachers and students at Liceo León Magno (Bogotá, Colombia) regarding the use of this tool in classroom settings. Through in-depth interviews and participant observations, emerging categories reveal that Arduino enhances meaningful learning, fosters collaborative work, and supports the adaptation of innovative pedagogical strategies. The findings suggest that the Arduino platform contributes to developing technological competences and problem-solving skills needed in today's fast-paced digital environment.

Palabras clave:

Educación Híbrida; Aprendizaje Electrónico; Arduino; Enseñanza-Aprendizaje; Educación Secundaria; Investigación Etnográfica.

Introducción:

La evolución de las tecnologías de información y comunicación (TIC) ha transformado significativamente los procesos educativos, especialmente en contextos donde la práctica y la teoría se unen para formar entornos de aprendizaje dinámicos. La plataforma Arduino, reconocida por su accesibilidad, bajo costo y espíritu comunitario, se ha posicionado como una herramienta esencial para conectar conceptos teóricos con aplicaciones prácticas en áreas como la electrónica y la programación.

La presente investigación surge del reconocimiento de la necesidad de actualizar los modelos pedagógicos tradicionales en la educación secundaria y de integrar metodologías que motiven la participación activa de los estudiantes. Con base en antecedentes teóricos y en la experiencia empírica de docentes, este estudio aborda la interrogante fundamental: ¿Cómo se configura el proceso de enseñanza-aprendizaje en la plataforma Arduino cuando se trabajan los contenidos de Informática y Electrónica en la formación secundaria? La respuesta a esta pregunta adquiere relevancia en un contexto en el que la inclusión de tecnologías digitales se convierte en elemento clave para el desarrollo integral y la reducción de desigualdades educativas.

Objetivos:

Objetivo General:

Interpretar y describir cómo se da la enseñanza-aprendizaje en la plataforma digital Arduino en el marco de los contenidos de Informática y Electrónica en la educación secundaria, identificando sus implicaciones pedagógicas y la manera en que favorece la integración de las TIC en el proceso formativo.

Objetivos Específicos:

1. Describir la forma en que docentes y estudiantes trabajan con la plataforma Arduino dentro del aula, identificando prácticas pedagógicas emergentes.
2. Analizar la comprensión y el uso de la plataforma Arduino por parte de los estudiantes, considerando su vinculación con la elección de asignaturas técnicas como electrónica e informática.
3. Evaluar cómo la implementación de Arduino propicia una convivencia abierta al cambio científico y tecnológico, fomentando ambientes de colaboración y aprendizaje activo.

Métodos:

1. Enfoque y Diseño de la Investigación:

El estudio se fundamenta en un enfoque cualitativo con un alcance descriptivo e interpretativo, que permite profundizar en la comprensión de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el contexto de la plataforma digital Arduino. Para ello, se adoptó un diseño de investigación de corte etnográfico estructural, lo que implicó una inmersión en la realidad educativa del Colegio Liceo León Magno de Bogotá, Colombia. Este diseño facilita el análisis de las prácticas culturales y pedagógicas, articulando la experiencia de docentes y estudiantes con las teorías del aprendizaje colaborativo y el “aprender haciendo”.

2. Selección de la Muestra y Participantes:

La estrategia de muestreo fue de carácter intencional, buscando la representación de actores clave para el fenómeno investigado.

- **Docentes:** Se seleccionaron profesores que imparten asignaturas relacionadas con Informática y Electrónica, quienes poseen experiencia en la implementación de la plataforma Arduino en el aula.
- **Estudiantes:** Se incluyó a alumnos de educación secundaria, en especial aquellos inscritos en programas donde se abordan competencias tecnológicas, con el fin de explorar cómo asimilan los conceptos teóricos y prácticos a través del uso de Arduino.

La selección intencional de los participantes garantiza que se recoja información rica y variada que permita interpretar la integración de la herramienta digital en contextos reales.

3. Técnicas de Recolección de Datos:

Para capturar de manera integral la experiencia y percepción de los actores involucrados, se emplearon diversas técnicas que permiten triangulación y robustez en la información recabada:

- **Entrevistas a Profundidad:**

Se realizaron entrevistas semiestructuradas utilizando una guía elaborada específicamente para indagar sobre las experiencias, percepciones y prácticas relacionadas con la utilización de la plataforma Arduino. Las preguntas abordaron temas como la integración de la teoría con la práctica, la motivación derivada del “aprender haciendo” y los desafíos enfrentados en el uso de la herramienta. Cada entrevista fue grabada, transcrita y posteriormente analizada para extraer categorías y patrones significativos.

- **Observación Participante:**

Se llevaron a cabo sesiones de clases y talleres en los cuales se observó de primera mano la dinámica en el aula, la interacción entre docentes y estudiantes, así como el uso práctico de la plataforma. La observación permitió documentar comportamientos, estrategias didácticas y la forma en que los participantes resuelven problemas técnicos y conceptuales al trabajar con Arduino. Además, se realizaron capturas de pantalla y registros fotográficos para complementar la información cualitativa.

- **Análisis Documental:**

Se recopilaron materiales didácticos, proyectos, presentaciones y otros documentos generados en el marco de la implementación de Arduino en las actividades de aula. Estos documentos sirvieron para contrastar la narrativa obtenida en las entrevistas

y observaciones, y aportaron una visión adicional sobre la metodología aplicada en el proceso de enseñanza.

4. Procesamiento y Análisis de Datos:

Una vez recolectada la información, se procedió a su análisis a través de las siguientes fases:

- **Transcripción y Codificación:**

Todas las entrevistas grabadas fueron transcritas de manera literal. Posteriormente, se aplicó un proceso de codificación utilizando el software Atlas.ti que permitió realizar tres tipos de codificación:

- **Codificación Abierta:** Se identificaron y etiquetaron conceptos y elementos emergentes presentes en los discursos de docentes y estudiantes.
- **Codificación Selectiva:** Se seleccionaron las categorías principales y se buscaron relaciones entre los datos, focalizando los elementos más relevantes para el estudio.
- **Codificación Axial:** Se estableció una conexión entre categorías y subcategorías, permitiendo articular la información en torno a ejes temáticos predefinidos relacionados con la teoría del aprendizaje y la integración tecnológica.

- **Triangulación de Datos:**

Se implementó una estrategia de triangulación de datos mediante la comparación de la información proveniente de entrevistas, observaciones y análisis documental. Este proceso permitió validar la consistencia de los hallazgos y asegurar una interpretación robusta de la realidad educativa observada.

- **Interpretación de Resultados:**

A partir de los procesos de codificación y triangulación, se elaboraron categorías emergentes que reflejaron las principales dimensiones del proceso de enseñanza-aprendizaje con Arduino. Entre estas se destacan la integración teórico-práctica, el desarrollo de competencias tecnológicas, y la promoción de ambientes colaborativos y motivadores.

5. Procedimientos y Fases del Estudio:

El estudio se desarrolló en varias fases bien definidas:

- **Fase Preparatoria:**

Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura para fundamentar teóricamente la investigación y definir la guía de entrevistas y protocolos de observación. Se

establecieron los criterios de selección de la muestra y se coordinó el acceso al entorno educativo.

- **Fase de Recolección de Datos:**

Durante un período comprendido entre enero de 2022 y julio de 2023, se llevaron a cabo las entrevistas a profundidad, observaciones en campo y recolección de documentos relevantes, con el fin de obtener una visión detallada del uso de Arduino en el aula.

- **Fase de Análisis e Interpretación:**

Tras la recolección, se procedió a transcribir y codificar los datos. La utilización de Atlas.ti facilitó la identificación de patrones y la construcción de categorías interpretativas. Este proceso involucró varias rondas de análisis, en las que se buscó consolidar una visión coherente y holística del fenómeno estudiado.

- **Fase de Validación y Retroalimentación:**

Los resultados preliminares fueron sometidos a sesiones de validación con participantes clave (docentes y algunos estudiantes) para asegurar que las interpretaciones reflejaran fielmente la realidad vivida en el aula. Esta retroalimentación fue fundamental para afinar y precisar los hallazgos finales.

6. Consideraciones Éticas y de Validez:

El estudio respetó los principios éticos de la investigación, garantizando la confidencialidad y anonimato de los participantes. La validez de la investigación se fortaleció mediante la triangulación de datos, la participación activa en el análisis y la revisión de los resultados con actores clave del entorno educativo. Asimismo, se cuidó la coherencia metodológica para asegurar que cada etapa del proceso contribuyera a la comprensión profunda del fenómeno.

Resultados:

El análisis de los datos permitió identificar que el uso de Arduino en la educación secundaria no solo refuerza la integración de conocimientos teóricos y prácticos, sino que también estimula el aprendizaje colaborativo y el desarrollo de competencias tecnológicas. La flexibilidad metodológica y la adaptación de los roles en el aula son elementos distintivos que se asocian con el éxito de la implementación de esta herramienta. Si bien existen retos en cuanto a la formación docente y la infraestructura, los beneficios identificados en términos de motivación, creatividad y desarrollo integral de los estudiantes respaldan la incorporación de tecnologías de bajo costo y alta versatilidad como parte del proceso pedagógico.

1. Integración Teórico-Práctica y Aprendizaje Significativo:

Los datos recogidos en las entrevistas, observaciones y análisis documental evidenciaron que la utilización de la plataforma Arduino propicia una convergencia entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica. Los participantes destacaron que, al trabajar en proyectos que implican la resolución de desafíos reales, se logra que los conceptos abstractos de programación y electrónica se materialicen a través de la construcción de prototipos.

- **Hallazgos Clave:**

- Los docentes relataron que, a diferencia del método tradicional, el “aprender haciendo” permite que los estudiantes asimilen de forma más profunda y duradera los conceptos teóricos.
- Las sesiones prácticas, donde se crean circuitos y se programan componentes, generan un aprendizaje experiencial que fomenta la retención de conocimientos y el pensamiento crítico.

- **Ejemplo Reportado:**

Un docente comentó que “el proyecto de creación de un sensor de luz a partir de un Arduino transformó la manera en que los estudiantes comprendían la relación entre teoría y práctica”.

- **Interpretación:**

Esta integración resulta esencial para el aprendizaje significativo, ya que posibilita que cada estudiante interiorice los conceptos a través de la experiencia directa y la reflexión sobre los resultados obtenidos en el laboratorio.

2. Fomento del Aprendizaje Colaborativo y Trabajo en Equipo:

Las actividades con Arduino se desarrollaron en un marco colaborativo, donde el intercambio de ideas y la resolución conjunta de problemas fueron aspectos recurrentes.

- **Hallazgos Clave:**

- Tanto docentes como estudiantes manifestaron que la dinámica de los proyectos favorece la comunicación efectiva y el trabajo en equipo.
- Se observó que la organización en grupos durante las actividades prácticas promovió la discusión, la crítica constructiva y la co-creación de soluciones innovadoras.

- **Observaciones de Campo:**

Durante las sesiones de clase, se pudo constatar que los estudiantes se organizaban en pequeños equipos para abordar proyectos, distribuyendo roles y

responsabilidades (ejemplo: uno se encargaba de la programación, otro del diseño del circuito y otro del montaje físico).

- **Interpretación:**

Este tipo de interacción fomenta no solo el aprendizaje de contenidos técnicos, sino también el desarrollo de competencias interpersonales y colaborativas, esenciales en el entorno educativo y en el mundo laboral actual.

3. Desarrollo de Competencias Tecnológicas y Habilidades Prácticas:

El análisis documental y las entrevistas pusieron de manifiesto que el uso de Arduino permite fortalecer diversas competencias tecnológicas:

- **Hallazgos Clave:**

- Los estudiantes adquirieron habilidades en programación en lenguaje C++ adaptado a Arduino, lo que incluyó el manejo de estructuras de control, variables y técnicas básicas de debug.
- Se evidenció un notable aumento en la comprensión del funcionamiento de componentes electrónicos, lo cual se tradujo en una mejora en la capacidad para ensamblar circuitos y realizar diagnósticos técnicos.

- **Aspectos Relevantes:**

- Los registros de las observaciones mostraron que los errores y dificultades iniciales se transformaron en oportunidades de aprendizaje, ya que los docentes impulsaban la reflexión crítica y la experimentación para solventar los problemas presentados.

- **Interpretación:**

Este desarrollo de competencias contribuye a la formación integral de los estudiantes, preparándolos para enfrentar desafíos tecnológicos y promoviendo el interés por áreas científicas y de ingeniería.

4. Adaptación y Flexibilidad de las Estrategias Pedagógicas:

Los resultados indican que la implementación de la plataforma Arduino obligó a una revisión y adaptación de las metodologías de enseñanza, favoreciendo un modelo pedagógico más flexible y centrado en el estudiante.

- **Hallazgos Clave:**

- Se identificó que el paradigma del “aprender haciendo” permitió la implementación de estrategias didácticas dinámicas, que responden a las necesidades de un aula heterogénea.

- Los docentes reportaron un cambio en su rol, de ser transmisores de información a facilitadores del aprendizaje, promoviendo la autonomía y la iniciativa en el desarrollo de proyectos.

- **Ejemplo Reportado:**

Algunos profesores comentaron que “la planificación de clases se transformó en procesos colaborativos donde se diseñan actividades prácticas que se ajustan en tiempo real a las respuestas y dificultades de los alumnos”.

- **Interpretación:**

La flexibilidad observada en la adaptación de métodos pedagógicos es un factor crucial que evidencia la viabilidad de incorporar tecnologías emergentes en la educación secundaria, permitiendo que cada estudiante avance a su propio ritmo y con los apoyos necesarios.

5. Retos y Limitaciones Identificados en el Proceso:

Aunque los resultados son en general positivos, también se identificaron ciertos retos que deben ser abordados para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje:

- **Hallazgos Clave:**

- La necesidad de una formación continua para docentes se destacó como un reto fundamental, ya que la actualización en el uso de tecnologías disruptivas exige procesos de capacitación y actualización profesional.
- Las limitaciones de recursos en algunas instituciones, tales como la infraestructura tecnológica y el acceso a materiales complementarios, fueron reconocidas como factores que pueden dificultar una adopción plena de la plataforma.

- **Interpretación:**

Reconocer estos desafíos es esencial para proponer estrategias y recomendaciones orientadas a la solución de estos obstáculos, garantizando así una implementación más efectiva y equitativa de las tecnologías en el ámbito educativo.

Discusión:

La integración de la plataforma digital Arduino en el proceso de enseñanza-aprendizaje ha permitido evidenciar una transformación en la forma en que se abordan los contenidos de Informática y Electrónica en la educación secundaria. Los resultados del estudio se relacionan estrechamente con la perspectiva teórica del “aprender haciendo”, la cual postula que la experiencia práctica es fundamental para la consolidación del conocimiento. En este sentido, se constata que la aplicación de métodos que combinan la teoría con la experimentación práctica favorece un aprendizaje más significativo y duradero.

1. Integración Teórico-Práctica y Aprendizaje Significativo

Uno de los hallazgos más destacados es la convergencia entre el conocimiento teórico y su aplicación en escenarios reales. La metodología basada en proyectos que incorpora la plataforma Arduino permite que los estudiantes materialicen conceptos abstractos a través de la construcción y experimentación de prototipos. Este proceso facilita no solo la comprensión de los principios teóricos sino también el desarrollo de habilidades críticas para la resolución de problemas. Así, el estudio refuerza la validez del enfoque constructivista, en el que el conocimiento se construye activamente mediante la interacción directa con materiales y la resolución de problemas reales. Esta integración demuestra que los estudiantes no solo adquieren información, sino que la transforman en conocimiento práctico, lo que se refleja en un mayor compromiso y motivación.

2. Fomento del Aprendizaje Colaborativo y el Trabajo en Equipo

Los resultados ponen en relieve la dimensión colaborativa inherente a las actividades desarrolladas con Arduino. Las prácticas de trabajo en equipo, en las que los roles se definen y distribuyen entre los miembros, permiten que los estudiantes compartan ideas, discutan soluciones y construyan conjuntamente su aprendizaje. Esta dinámica interactiva fortalece competencias no solo técnicas, sino también interpersonales, esenciales en entornos profesionales futuros. La evidencia sugiere que el aprendizaje colaborativo, enmarcado en actividades prácticas, favorece la internalización de conceptos y mejora la capacidad de los estudiantes para enfrentar desafíos de manera conjunta. Además, esta dimensión colaborativa se alinea con el paradigma conectivista, donde la interconexión y el flujo de información entre diversos actores facilitan la construcción del conocimiento.

3. Desarrollo de Competencias Tecnológicas y Adaptación Metodológica

Otro aspecto central discutido en el estudio es el desarrollo de competencias tecnológicas. El uso de Arduino se traduce en una adquisición práctica de habilidades en programación, electrónica y análisis técnico, lo que resulta especialmente relevante en el contexto actual de la globalización digital y la alta demanda de profesionales en áreas tecnológicas. La flexibilidad de la plataforma, junto con su naturaleza de código abierto, contribuye a crear un entorno de aprendizaje en el que los errores y desafíos iniciales se convierten en oportunidades para el descubrimiento y la mejora. Esta transformación de las dificultades en aprendizajes constructivos subraya la importancia de diseñar estrategias pedagógicas que estimulen la reflexión crítica y la adaptación continua. Desde la perspectiva del docente, la implementación de Arduino implica un cambio de rol, pasando de ser meros transmisores de información a facilitadores del proceso de aprendizaje, lo que demanda una actualización constante en técnicas didácticas y metodologías activas.

4. Implicaciones Pedagógicas y Curriculares

La adopción de la plataforma Arduino requiere una revisión de los currículos tradicionales y la incorporación de metodologías pedagógicas innovadoras. Los resultados del estudio indican que un enfoque que prioriza la práctica y la experimentación favorece no solo el aprendizaje de conceptos técnicos, sino también el desarrollo integral de la persona. En este marco, se destaca la necesidad de políticas educativas que impulsen la integración de herramientas tecnológicas en el aula, dotando a los docentes de los recursos y la formación necesarios para implementar estrategias basadas en proyectos. La discusión enfatiza que, para lograr una transformación real y sostenible, es imprescindible fomentar entornos escolares que valoren el “aprender haciendo” y que permitan la personalización del proceso de enseñanza en función de las necesidades y ritmos de cada estudiante.

5. Desafíos y Limitaciones

Aunque los beneficios identificados son significativos, el estudio también pone de manifiesto ciertos desafíos inherentes a la implementación de tecnologías en el aula. Entre ellos, se resalta la necesidad imperante de una formación continua para el personal docente, ya que la actualización en nuevas tecnologías y metodologías innovadoras es esencial para maximizar el potencial educativo de herramientas como Arduino. Asimismo, se reconoce que las limitaciones de recursos –tanto materiales como tecnológicos– pueden obstaculizar una adopción plena y equitativa en todas las instituciones, especialmente en aquellas con menos recursos. La discusión invita a considerar estos aspectos como áreas prioritarias para intervenciones futuras, planteando la importancia de buscar alianzas estratégicas con entidades gubernamentales y privadas que faciliten el acceso a equipos y programas de capacitación.

6. Reflexión sobre la Contribución a la Reducción de Brechas Educativas

Uno de los aportes más relevantes del estudio es su potencial para contribuir a la disminución de desigualdades en el ámbito educativo. Al integrar una plataforma tecnológica accesible y de bajo costo, se abren nuevas posibilidades para instituciones que tradicionalmente han enfrentado barreras en el acceso a recursos modernos. La discusión resalta que, a través de la implementación de Arduino, se promueve una formación que no solo responde a las demandas del mundo digital, sino que también permite a estudiantes de contextos vulnerables acceder a competencias fundamentales para su inserción en el mercado laboral tecnológico. Este aspecto tiene una relevancia particular en regiones con desafíos socioeconómicos, posicionando la tecnología como un motor de inclusión y equidad.

7. Relación con las Propuestas y Antecedentes Teóricos

La discusión también se sostiene en el contraste con estudios previos y marcos teóricos referenciales. Los aportes de investigaciones sobre metodologías activas y el aprendizaje basado en proyectos encuentran eco en los hallazgos presentados, lo que permite reafirmar la pertinencia de implementar estrategias de “aprender haciendo”. La flexibilidad y

adaptabilidad de Arduino como herramienta educativa se sitúan en un contexto de transformación pedagógica que ha sido ampliamente discutido en la literatura, desde enfoques constructivistas hasta propuestas basadas en la interacción digital. La integración de estas perspectivas teóricas no solo enriquece el análisis, sino que también ofrece una base sólida para el desarrollo de futuras investigaciones orientadas a evaluar el impacto a largo plazo de estas metodologías en la formación de competencias digitales.

8. Proyecciones Futuras y Recomendaciones

El debate final se orienta hacia las implicaciones y líneas de acción a seguir. En función de los hallazgos, se recomienda profundizar en la capacitación docente, diseñando programas de formación especializados que integren las dimensiones técnicas y pedagógicas del uso de Arduino. Asimismo, se sugiere ampliar el alcance del estudio mediante investigaciones comparativas en diferentes contextos educativos, a fin de evaluar la replicabilidad y sostenibilidad de los modelos pedagógicos basados en tecnologías digitales. La discusión invita a considerar la integración de otras herramientas complementarias que, en conjunto con Arduino, potencien un ecosistema de enseñanza-aprendizaje transformador y adaptado a las necesidades de la sociedad contemporánea.

En resumen, la profundización en el análisis de la implementación de la plataforma Arduino revela que la incorporación de tecnologías digitales en la educación secundaria puede ser un agente transformador que, a través de la integración teórico-práctica y el aprendizaje colaborativo, contribuye significativamente al desarrollo de competencias tecnológicas y al empoderamiento de los estudiantes. No obstante, para consolidar estos beneficios, es fundamental enfrentar los desafíos relacionados con la formación docente y la desigualdad en el acceso a recursos. En última instancia, la discusión enfatiza la necesidad de continuar explorando y adaptando las estrategias pedagógicas de modo que la innovación tecnológica se convierta en un pilar sostenible dentro de los sistemas educativos, promoviendo entornos de aprendizaje inclusivos y dinámicos que preparen a los jóvenes para los retos del siglo XXI.

Conclusiones:

El presente estudio concluye que la implementación de la plataforma digital Arduino en la educación secundaria representa una herramienta transformadora que favorece la integración de la teoría y la práctica. Entre los hallazgos más relevantes se destacan:

- **Mejora en el Aprendizaje:** La metodología basada en proyectos y el “aprender haciendo” facilitan una comprensión significativa de conceptos de informática y electrónica.
- **Fomento del Trabajo Colaborativo:** La plataforma propicia un entorno colaborativo que estimula la creatividad y la resolución de problemas en un contexto real.

- **Desarrollo de Competencias Digitales:** El uso de Arduino contribuye a fortalecer habilidades tecnológicas básicas que son fundamentales para competir en un mundo cada vez más digitalizado.
- **Implicaciones Pedagógicas:** La integración de métodos interactivos y prácticos en el aula demanda una actualización en la formación docente y un rediseño curricular que responda a los desafíos del siglo XXI.

En síntesis, la incorporación de Arduino se posiciona como una estrategia innovadora para elevar la calidad educativa en asignaturas técnicas, abriendo nuevas líneas de investigación en torno al impacto de las TIC en la enseñanza y proponiendo un modelo pedagógico más inclusivo y adaptado a la era digital.

Recomendaciones y Futuras Líneas de Investigación:

- Promover la capacitación continua de docentes en el uso y desarrollo de proyectos con Arduino.
- Ampliar el acceso a recursos tecnológicos en instituciones de educación secundaria para asegurar una implementación efectiva.
- Realizar estudios comparativos que evalúen el impacto de Arduino en diferentes contextos educativos y a lo largo de distintos niveles formativos.
- Investigar la integración de otras herramientas digitales complementarias que potencien aún más la experiencia de aprendizaje colaborativo.

Referencias Bibliográficas

- Ackerman, S. E., & Com, S. L. (2013). *Metodología de la investigación*: Ediciones del Aula Taller.
- Acosta Corzo, Y. I. (2022). *Contribución de la internacionalización de Bogotá para cumplir el Objetivo 11 de. 14.*
- Aguirre Garcia-Carpintero, A., Moliner Miravet, L., & Traver-Martí, J. A. (2017). *Repensando la etnografía desde lugares de artesanía y construcción colectiva.*
- Alamina, C. I. L., Almanza, I. J. S., & Muñoz, L. T. G. (2021). El modelo triple hélice en el contexto de la Industria 4.0. *Vinculatégica EFAN*, 7(2), 171-182.
- Alesina, L., Batthyány, K., & Cabrera, M. (2011). *Metodología de la investigación en Ciencias Sociales*: D-Universidad de la República.
- Amo Filvà, D. (2020). *Privacidad y gestión de la identidad en procesos de analítica de aprendizaje*. Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento,
- Ander-Egg, E. (1987). *La política cultural a nivel municipal.*
- Ander-Egg, E. J. I. y. p. R. d. T. S. (2011). *Humanismo y trabajo social*. 1(2), 142-151.
- Angrosino, M. (2012). *Etnografía y observación participante en investigación cualitativa* (Vol. 3): Ediciones Morata.
- Arceo, F. D. B., Arceo, F. D. B., & Lemini, M. A. R. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. McGraw-Hill.

Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Novales, M. G. M. (2016). *El protocolo de investigación III: la población de estudio*. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206.

Arias Ortiz, E., Dueñas, X., Elacqua, G., Giambruno, C., Diaz, M., & Pérez Alfaro, M. (2021). *Hacia una educación 4.0: 10 módulos para la implementación de modelos híbridos*.

Arlanzón Inglés, D. (2012). *Introducción de la plataforma Open Source Arduino para aplicaciones de domótica y automatización en el CFGS sistemas electrotécnicos y automatizados*. Universitat Politècnica de Catalunya,

314

Ausubel, D. P., & Novak, J. D. (1978). *A cognitive theory of learning*. New York: Holt, Rinehart & Winston

Ballesteros Vargas, E. H., & Buitrago Restrepo, C. E. (2018). *Diseño de Prototipo de Chat Bot para la Orientación en la Selección de una Carrera de Pregrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas*.

Baque Mendieta, Z. J., & Rodríguez Zapata, J. S. (2020). *Análisis de la velocidad promedio en pruebas de 20 metros, aplicado a niños escolares, utilizando prototipo con sensores y tecnología arduino*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas ...,

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.

Baraldi, V. (2021). *John Dewey: la educación como proceso de reconstrucción de experiencias*. *Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación*, 1(16), 68-76.

Barceló-Adrover, S. (2020). *Aprendizaje basado en proyectos mediante competición con Arduino en Tecnología de 4º ESO*.

Basurto-Mendoza, S. T., Moreira-Cedeño, J. A., Velásquez-Espinales, A. N., & Rodríguez-Gámez, M. (2021). *El conectivismo como teoría innovadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje del idioma inglés*. *Polo del Conocimiento*, 6(1), 234-252.

Batthyány, K., Cabrera, M., Alesina, L., Bertoni, M., Mascheroni, P., Moreira, N., . . . Rojo, V. (2011). *Metodología de la investigación para las ciencias sociales: apuntes para un curso inicial*.

Bindé, J. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento: informe mundial de la UNESCO*. In: Unesco.

Borchardt, M., & Roggi, I. (2017). *Ciencias de la computación en los sistemas educativos de América Latina*.

Bonk, CJ, Lee, MM, Reeves, TC y Reynolds, TH (Eds.). (2015). *MOOC y educación abierta en todo el mundo*. Rutledge.

Carmona, M. G. (2015). *La educación actual: retos para el profesorado*. *Revista Iberoamericana de Estudos em Educação*, 10(4), 1199-1211.

315

Castellaro, M. A. (2012). *Definiciones teóricas y áreas de investigación propuestas desde el constructivismo, en publicaciones latinoamericanas de psicología y educación presentes en la Base de Datos REDALYC*. *Liberabit*, 18(2), 131-146.

Catalán Cantero, C., & Blesa Gascón, A. (2016). *Enseñanza de sistemas empotrados: de Arduino a Raspberry Pi*. Paper presented at the *Actas de las XXII JENUJ*.

CEPAL. (2023). *América Latina y el Caribe en la mitad del camino hacia 2030, Avances y propuestas de aceleración*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. CEPAL.

Chacón, M. R., Martínez, J. C. V., Ledesma, E. F. R., & Hernández, F. E. O. *Controlador con arduino*.

Coca, J. R. J. H. H. E. (2013). *Impacto de la hermenéutica analógica en las ciencias humanas y sociales*.

- Coffey, A., & Atkinson, P. J. M., Colombia: Universidad de Antioquia. (2003). *Encontrar el sentido a los datos cualitativos: estrategias complementarias de investigación*.
- Copado, A. J. R. I. E. (2022). *Evaluación del aprendizaje. Un siglo de educación a distancia en México*. 4(4), 7-19.
- Córdoba, M., & Monsalve, C. J. S. D. i. e. h. w. s. c. d. A.-d.-i.-a.-h. (2011). *Tipos de investigación: predictiva, proyectiva, interactiva, confirmatoria y evaluativa*.
- Corral, Y. J. R. A. (2016). *Validez y fiabilidad de las investigaciones cualitativas*. 11(21), 196-209.
- Cortez Reinosa, F. E., & Amaya García, E. A. (2021). *Diseño de control inalámbrico de dispositivos eléctricos y electrónicos del automóvil aplicando tecnología Bluetooth y Arduino*. *Revista Tecnológica*; no. 14.
- Costa, B. S. D. (2021). *Um sistema robótica para promover o pensamento computacional*.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.
- Cuevas Álvarez, A. (2017). *Python 3 Curso Práctico*. Bogotá: Ediciones de la U, 2017.
- Darío, P., Alejandra, M. Y., & Sociales, D. d. C. (2014). *La unidad de análisis en la problemática enseñanza-aprendizaje*. In: Argentina.
- de Gialdino, I. V. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*: Editorial Gedisa. 316
- De Piaget, T. (2007). *Desarrollo Cognitivo: Las Teorías de Piaget y de Vygotsky*. Recuperado de http://www.paidopsiquiatria.cat/archivos/teorias_desarrollo_cognitivo_07-09_m1.pdf, 29.
- Dehaene, S. (2019). *¿Cómo aprendemos? Los cuatro pilares con los que la educación puede potenciar*. Buenos Aires: Siglo veintiuno Editores Argentina.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2012). *Paradigmas y perspectivas en disputa: Manual de investigación cualitativa. Vol. II (Vol. 2)*: Editorial Gedisa.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2013). *Las estrategias de investigación cualitativa: Manual de investigación cualitativa. Vol. III (Vol. 3)*: Editorial Gedisa.
- Downes, S. (2008). Places to go: *Connectivism & connective knowledge*. *Innovate: Journal of Online Education*, 5(1), 6.
- Díaz Barriga, Á., & Luna Miranda, A. B. (2014). *Metodología de la investigación educativa: Aproximaciones para comprender sus estrategias*: Ediciones Díaz de Santos.
- Dieterich, H. (2021). *Nueva guía para la investigación científica*: Grupo Editor Orfila Valentini.
- Duque, A. A., Rincón, L. C., Ruiz, T. F., Marcano, D., Hernández, L. R., Ortigosa, M. S., & de Perozo, S. M. *ETNOGRAFÍA DIGITAL: un modelo de investigación en contextos virtuales*.
- Dunbar, N. (2020). *Arduino Software Internals: A Complete Guide to How Your Arduino Language and Hardware Work Together*. Apress.
- Elsie, R. (2009). *La experiencia etnográfica. Historia y cultura en los procesos educativos*.
- Española, R. A., & Madrid, E. (2006). *Diccionario esencial de la lengua española*: Espasa Calpe.
- Evans, B. (2011). *Beginning Arduino Programming (Vol. 6)*: Springer.
- Flores, H. O. (2014). *Aprende arduino guía teórico práctica*. San Salvador: Ingeniería Nacional.
- Gagné, R. M., & Briggs, L. J. (1979). *Principles of instructional design (2nd ed.)*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- García Córdoba, F., & García Córdoba, L. T. (2012). *La problematización: Una oportunidad para estimular y valorar la generación de investigadores (607050433X)*. Retrieved from

- García, M. y Martínez, R. (2019). *Entornos de aprendizaje basados en Arduino: una revisión sistemática*. Revista Internacional de Tecnología en Educación, 15(2), 67- 89.
- García, V. H. M., Trujillo, D. G., & Estrada, L. M. M. (2021). *Gestión del conocimiento empresarial en la Internet de las cosas*. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação(E42), 568-578.
- GARCÍA, D. R. A. G. " *Usos y hábitos de redes sociales dentro del proceso de aprendizaje en estudiantes universitarios de pregrado y posgrado de UCA*".
- García, J. E. (2022). *El condicionamiento operante de Skinner, la disonancia cognoscitiva de Festinger y la psicología evolucionista como herramientas conceptuales para la comprensión de las conductas protectivas ante la pandemia del covid- 19*. Revista de Psicología, 12(2), 11-49.
- González Monteagudo, J. (2001). *John Dewey y la pedagogía progresista. El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI*.
- Guba, E., & Lincoln, Y. (2002). *Paradigmas en competencia en la investigación cualitativa. Por los rincones. Antología de métodos cualitativos en la investigación social*, 113-145.
- Guillen Gomez, I. (2021). *Modelo de implementación para el monitoreo y control de condiciones ambientales basados con tecnologías de Arduino y Raspberry*.
- Gutiérrez, S. D. (2007). *El objeto de estudio en la investigación. Diversas aproximaciones*. Revista de educación y desarrollo, 7, 41-50.
- Hernández-Sampieri, R. (2006). *capítulo Recolección y análisis de los datos cualitativos*.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2017). *Desarrollo de la perspectiva teórica: revisión de la literatura y construcción del marco teórico*.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. J. M. d. I. i. (2006). *Analisis de los datos cuantitativos*. 407-499.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. J. C. d. M. M. G. H. (2010). *Metodología de la*. 12, 20.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. P. (2010). *Metodología de la Investigación Quinta Edición Mexico: Mc Graw Hill*.

- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mcgraw-hill.
- Hidayat, A. I., Agunawan, A., Mahendra, Y., & Cahyani, W. (2023). *Penerapan IoT pada Sistem Deteksi Kadar Air dan Level Tangki Stasiun SPBU*. Jurnal Teknik, 21(2), 142-154.
- Hurtado, I., BOHORQUES, R., ENAMORADO, A., & OTERO, H. J. N. (2000). *Estudio de calidad de vida en pacientes con hemodiálisis iterada, antes y después del empleo de eritropoyetina*. 20(5), 445-447.
- Hurtado, J. (2010). *Guía para la comprensión holística de la ciencia*. In: Caracas: Sygal.
- Hurtado, J. J. E. C. V. F. S. (2010). *Metodología de la Investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia*. 4ta.
- Hurtado-Magán, G., & Tolentino-Leyva, R. *Modelos educativos para tiempos de pandemia. Factores de éxito y lecciones aprendidas de las Políticas educativas de Colombia y Estonia. Retos de la educación en tiempos de pandemia: Integración de experiencias, reflexiones y desafíos*, 93.

- Husserl, E. (1984). *La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental*: Folios México.
- Jiménez, J. V., Gomez, E. E. B., & Álvarez, P. J. R. J. E. M. S. (2023). *ChatGPT e inteligencia artificial: ¿obstáculo o ventaja para la educación médica superior?*, 37(2).
- Jociles Rubio, M. I. J. R. c. d. a. (2018). *La observación participante en el estudio etnográfico de las prácticas sociales*. 54(1), 121-150.
- Katayama Omura, R. J. (2014). *Introducción a la investigación cualitativa: Fundamentos, métodos, estrategias y técnicas*. Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
- Kerlinger, F. N., Lee, H. B., Pineda, L. E., & Mora Magaña, I. (2002). *Investigación del comportamiento*.
- Klimenko, O. J. R. V. U. C. d. N. (2009). *La enseñanza de las estrategias cognitivas y metacognitivas como una vía de apoyo para el aprendizaje autónomo en los niños con déficit de atención sostenida*. (27).
- Ley Genral de la Educación. (1994).
- 319
- Lincoln, Y. S. (2012). *Manual de investigación cualitativa: Paradigmas y perspectivas en disputa. Volumen II*: Gedisa.
- Loaiza Restrepo, J. C. (2022). *Avatares y videojuegos: identidad y prácticas sociales en el ciberespacio*.
- Margolis, M., Jepson, B., & Weldin, N. R. (2020). *Arduino cookbook: recipes to begin, expand, and enhance your projects*. O'Reilly Media.
- Márquez, I. V. (2021). *La ciberetnografía multisituada como estrategia metodológica para el estudio de internet y la cibercultura*. Paper presented at the El devenir de las civilizaciones: interacciones entre el entorno humano, natural y cultural.
- Marín, V. I., & Tur, G. (2023). La privacidad de los datos en Tecnología Educativa: resultados de una revisión de alcance. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (83), 7-23.
- Martínez, H. (2010). *Manual de metodología de investigación. La investigación como proceso en la universidad*. In: Valledupar, Colombia: Guatapurí Ediciones.
- Maxwell, J. A. (2019). *Diseño de investigación cualitativa* (Vol. 241006): Editorial Gedisa.
- Mendoza, C. M. H., Vidal, L. M. R., & Almanza, M. A. (2017). *Arduino como instrumento que incentive estudios básicos de electrónica en estudiantes de Sistemas Computacionales*. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 4(8).
- Mendez, A. (2021). *Guía visual del manejo inicial de Atlas.ti v8 para el análisis de contenido cualitativo*.
- Méndez, N. (2016). *Modelo teórico-didácticotecnológico didáctico para el aprendizaje de las matemáticas en la formación básica secundaria*. *Itinerario Educativo: revista de la Facultad de Educación*, 30(68), 65-77.
- Mendizabal, M. R. L. (2016). *La pedagogía social: una disciplina básica en la sociedad actual*. *Holos*, 5, 52-69.
- Mendizábal, M. R. L. (2017). *Carácter científico y orígenes de la pedagogía social contemporánea*. *Revista Iberoamericana de Educación*, 75, 21-44..
- Mendoza Arenas, R. D., Castillo Paredes, O. T. A., Meza Ramos, M. R., Estrella Serón, G. I., Falcón Cerna, A. N., & La Chira Loli, M. B. (2023). *Inteligencia digital y el*

desarrollo del pensamiento computacional: Una vertiente de los cursos masivos abiertos.

Monk, S. (2013). Introduction. In (2nd ed. ed.). New York: McGraw-Hill Education. Moran-Borbor, R., Galvis-Roballo, V., Niño-Vega, J., & Fernández-Morales, F. J. R. H. S. d. I. (2021). *Desarrollo de un robot sumo como material educativo orientado a la enseñanza de programación en Arduino*. 1(2), e12178-e12178.

Moreno-Bote, R. (2018). *¿Cómo tomamos decisiones. Los mecanismos neuronales de la elección*, EMSE EDAPP, Madrid, España.

Morin, E., & Pakman, M. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*: gedisa Barcelona.

Mulas, M. J. L. (2022). *Estudio de alternativas de subtítulo accesible de estímulos sonoros no verbales para discapacidad auditiva*. Universidad Carlos III de Madrid,

Niño, R. (2011). *Metodología de la investigación: diseño y ejecución. Investigación Diseño y Ejecución*. In Bogotá: Ediciones de la U. Retrieved from [http://roa.ult.edu.cu/bitstream ...](http://roa.ult.edu.cu/bitstream...)

Noriega Montufar, B. S., Rodríguez Rodríguez, R. E., López Estrada, I. A., Buchí Guare, C. S., Felisa Girón Hernández, M. H., & Del Cid Flores, M. A. (2021). *Importancia del Contexto Social para la Investigación*. Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 4(1), 77– 87. DOI: <https://doi.org/10.36958/sep.v4i1.77>

Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación. Cualitativa-cualitativa y redacción de tesis* (4ta ed.). Colombia: Ediciones de la U. In.

Olivares Diaz, D. (2021). *¿Investigar para generar o para verificar conocimiento? El método de Teoría Fundamentada para el análisis cualitativo de datos*. 18.

Oviedo Parra, L., & Colmenero Fonseca, F. (2023). *Impacto del aprendizaje a través de la Plataforma Arduino en colegios rurales. Caso de estudio: Institución Educativa Montesitos en Huila, Colombia*.

Padilla y Martínez (2018). *Experiencia didáctica con Arduino. El aprendizaje basado en proyectos como metodología de trabajo en el aula de secundaria. Hekademos: revista educativa digital*, (25), 73-82.

321

Paitán, H. Ñ., Mejía, E. M., Ramírez, E. N., & Paucar, A. V. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*: Ediciones de la U.

Páramo Morales, D. (2015). *La teoría fundamentada (Grounded Theory), metodología cualitativa de investigación científica. Pensamiento & gestión*, (39), 1-7.

Paz Guerra, S., & Peña Herrera, B. (2021). *Psicología de la educación*.

Paz Menéndez, A. d. (2015). *Desarrollo de un sistema de sensores para la detección de sustancias peligrosas*.

Peña Uriarte, D. (2019). *Diseño e implementación de coche teledirigido mediante Arduino*.

Pérez (2023). *Vida Científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4*, 11(21)

Pérez-Palomino, X., Rosas-Paredes, K., & Esquicha-Tejada, J. J. i. (2022). Low-Cost Gas Leak Detection and Surveillance System for Single Family Homes Using Wit. ai, Raspberry Pi and Arduino. 16(09), 207.

Poell, R. F., van den Berg, J. H., & van der Vleuten, C. P. M. (2009). *The role of learning goals and problem-based learning in medical education: A systematic review. Medical Education*, 43(11), 1042-1051.

Picón, D., & Melian, Y. A. J. I. C. T.-U. (2014). *La unidad de análisis en la problemática enseñanza-aprendizaje*. 6(3), 101-117.

- Pink, S., Horst, H., Postill, J., Hjorth, L., Lewis, T., & Tacchi, J. (2019). *Etnografía digital*: Ediciones Morata.
- Pinto, J. E. M. (2018). *Metodología de la investigación social: Paradigmas: cuantitativo, sociocrítico, cualitativo, complementario*: Ediciones de la U.
- Pizarro, C. J. R. d. a. (2014). *La entrevista etnográfica como práctica discursiva*. 57(1), 461-496.
- Rivera Collazos, M., & Sánchez Buitrago, C. (2022). *Arduino al Alcance de Todos*.
- Riveros, E. G. (2017). *Uso de Arduino en programación electrónica con metodología de aprendizaje basado en problemas*.
- Riveros, V., & Mendoza, M. J. E. e. (2005). *Bases teóricas para el uso de las TIC en Educación*. 12(3), 315-336.
- Rocha, C. M. (2015). *Metodología de la investigación*: Oxford University Press. Rockwell, E. J. H. y c. e. l. p. e. (2009). *La experiencia etnográfica*. 171-184.
- 322
- Rodríguez Ávila, J. E. (1997). *Introducción a la Ingeniería de Control Automático*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Romero, L. L., & Fernández, M. A. (2023). *Desempeño de las organizaciones desde una visión a través de teoría del caos y la complejidad*. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 11(1), 57-69.
- Sabino, C. A. (1992). *El proceso de investigación*. In: Caracas, Venezuela.
- Sampieri, R., Collado, F., & Lucio, B. J. M. d. l. i. (2010). *Recolección y análisis de los datos cualitativos*. 406-470.
- Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*: McGraw Hill México.
- Santos Lopez, L., Del Niño, T., Carrillo Montoya, J., & Alvarado Borrego, A. (2019). *Escribir la tesis doctoral una tarea seductora*. Mexico: La Universidad Autónoma de Baja California.
- Siemens, G. (2004). *Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital*.
- Siemens, G. (2010). *Conociendo el conocimiento*. Editores: Emilio Quintana, David Vidal, Lola Torres, Victoria A. Castrillejo, Fernando Santamaría y Néstor Alonso.
- Sierra, D. H., Rojas, J. G., & García, Á. R. (2019). *Implementando las metodologías steam y abp en la enseñanza de la física mediante Arduino*. Paper presented at the Memorias de Congresos UTP.
- Sunkel, G., Trucco, D., & CEPAL, N. (2012). *Las tecnologías digitales frente a los desafíos de una educación inclusiva en América Latina: Algunos casos de buenas prácticas*.
- Torres, C. I. (2021). *Conectivismo y neuroeducación: transdisciplinas para la formación en la era digital*. *CIENCIA ergo-sum*, 28(1).
- Valverde Verdezoto, D. B. (2020). *Diseño de un prototipo de un sistema de control de asistencia de estudiantes, utilizando tecnología arduino y RFID, aplicada a la escuela de educación básica "Vicente Piedrahita Carbo", de la Provincia Del Guayas, Cantón Daule*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas ...,
- Vasilachis, I. J. B. A. E. G. (2019). *Estrategias de investigación cualitativa*.
- Vega Burgos, E., & Balderas Cortes, J. (2021). *Tecnología del Desempeño Humano*.