



ORIGINAL

## Innovación inclusiva a través de Sistemas Embebidos Arduino y ChatGPT

### Inclusive Innovation through Arduino Embedded Systems and ChatGPT

Rubén Darío Cárdenas Espinosa<sup>1</sup>  , Julio César Caicedo-Erazo<sup>1</sup>  , Mauricio Arbeláez Londoño<sup>1</sup>  , Iris Jimenez Pitre<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.

<sup>2</sup>Universidad de la Guajira. La Guajira, Colombia.

**Citar como:** Cárdenas Espinosa RD, Caicedo-Erazo JC, Arbeláez Londoño M, Jimenez Pitre I. Inclusive Innovation through Arduino Embedded Systems and ChatGPT. Metaverse Basic and Applied Research. 2023;2:52. <https://doi.org/10.56294/mr202352>

**Enviado:** 13-05-2023

**Revisado:** 04-08-2023

**Aceptado:** 06-11-2023

**Publicado:** 07-11-2023

**Editor:** Lic. Mabel Cecilia Bonardi 

**Nota:** Artículo presentado en el Congreso Internacional en Educación, Tecnología y Ciencia 2023 (CIETYC).

#### RESUMEN

Este artículo se propone destacar las posibilidades de innovación inclusiva que brinda el Modelo de Inteligencia Artificial ChatGPT mediante el desarrollo de proyectos que aplican la Internet de las Cosas (IoT) junto a Sistemas Embebidos Arduino. La innovación inclusiva, considerada como un camino hacia un desarrollo sostenible, se refiere a la creación de nuevos bienes y servicios concebidos para, por y con aquellos que han sido marginados del cauce principal de desarrollo, particularmente aquellas personas en situación de pobreza que coexisten con los estratos de mayores ingresos en la sociedad. En la actualidad, la innovación impulsa la generación de nuevos proyectos tecnológicos necesitados y demandados. A través de la Internet de las Cosas (IoT) y los sistemas embebidos Arduino, que están diseñados para cumplir con una o varias funciones mediante microcontroladores en tiempo real, se ha logrado una significativa popularidad en el campo de la educación y la investigación aplicada. Es en estos ámbitos donde el Modelo ChatGPT juega un papel crucial en el progreso de estas áreas. La metodología implementada consta de una Investigación Acción Participativa de enfoque cualitativo, que se desarrolló en los siguientes ciclos: 1. Planificación de la intervención, 2. Ejecución de la acción, 3. Revisión del plan y 4. Replanteamiento del plan y comienzo de un nuevo ciclo. El instrumento de intervención seleccionado fueron los Diarios de Campo en Tableros Digitales. Como resultado de esta investigación, se logró el desarrollo de Recursos Educativos Digitales que aportan a los procesos educativos en el desarrollo de Software y Hardware Libre. Con ello, se consiguió la elaboración de Recursos Educativos Digitales para el programa de Ingeniería Informática.

**Palabras clave:** Arduino; ChatGPT; Inteligencia Artificial; Innovación Inclusiva; Sistemas Embebidos.

#### ABSTRACT

This article aims to highlight the possibilities of inclusive innovation provided by the ChatGPT Artificial Intelligence Model through the development of projects that apply the Internet of Things (IoT) together with Arduino Embedded Systems. Inclusive innovation, considered as a path towards sustainable development, refers to the creation of new goods and services conceived for, by and with those who have been marginalized from the mainstream of development, particularly those people living in poverty who coexist with the higher income strata in society. Today, innovation drives the generation of new technological projects in need and demand. Through the Internet of Things (IoT) and Arduino Embedded Systems, which are designed to fulfill one or more functions through microcontrollers in real time, significant popularity has been achieved in the field of education and applied research. It is in these fields where the ChatGPT Model plays a crucial role in the progress of these areas. The methodology implemented consists of a Participatory Action Research with a qualitative approach, which was developed in the following cycles: 1. Planning of the intervention, 2. The

intervention instrument selected was the Field Diaries on Digital Boards. As a result of this research, the development of Digital Educational Resources that contribute to the educational processes in the development of Free Software and Hardware was achieved. With this, the development of Digital Educational Resources for the Computer Engineering program was achieved.

**Keywords:** Arduino; ChatGPT; Artificial Intelligence; Inclusive Innovation; Embedded Systems.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo del proyecto es presentar las potencialidades de innovación inclusiva que ofrece el Modelo de Inteligencia Artificial ChatGPT a través del desarrollo de proyectos aplicando Internet de las Cosas (IoT) con Sistemas Embebidos Arduino. La Metodología empleada consiste en una Investigación Acción Participativa con enfoque cualitativo, desarrollada en los siguientes ciclos: 1. Planificación de la intervención, 2. Intervención o acción, 3. Revisión del plan y 4. Replanteo del plan y comienzo de un nuevo ciclo.

La innovación inclusiva surge como una forma de alcanzar un desarrollo sustentable; se refiere a nuevos bienes y servicios elaborados para, por y con aquellas personas que se han excluido de la corriente principal de desarrollo; específicamente quienes están en pobreza que conviven con los mejores ingresos de la sociedad.<sup>(1)</sup>

En la actualidad, la innovación conlleva al desarrollo de nuevos proyectos tecnológicos necesarios y demandados, en los cuales gracias al Internet de las cosas (IoT) y los sistemas embebidos Arduino diseñados para cumplir con una o varias funciones a base de microcontroladores en tiempo real han ganado una gran popularidad en el mundo de la educación y la investigación aplicada.

En este contexto, el modelo de Inteligencia Artificial ChatGPT juega un papel fundamental en el avance de estas áreas. ChatGPT es un modelo de Inteligencia Artificial (IA) entrenada como un software conversacional interactivo (chatbot) capaz de responder a indicaciones en varios formatos de texto,<sup>(2,3)</sup> este modelo funciona con GPT-3 (Transformador preentrenado generativo-3), cuenta con la tecnología escondida a su capacidad para comprender y generar texto. Esto equivale a que la aplicación puede elaborar funciones con respuestas de mayor sofisticación a lo que ingresan los usuarios, incluido la búsqueda y explicación con preguntas de seguimiento, definiciones ocultas, afirmación y cuestionamiento de hipótesis, entre otras.

Hay similitudes claras con informes académicos, incluyendo la producción y evaluación de documentos de estudiantes, charlas de conferencias y publicaciones académicas.<sup>(4)</sup> Aunque los chatbots y la IA existen desde hace aproximadamente 60 y 70 años, respectivamente,<sup>(5)</sup> ChatGPT es diferente. Tendrá un efecto transformador en la educación superior, especialmente en torno a la escritura y el trabajo de los estudiantes.

El empleo de sistemas electrónicos programables complementan el desarrollo de proyectos integrando IA, los cuales se han empleado en el proceso de enseñanza de Sistemas Embebidos, los antecedentes investigativos más destacados encontrados en la literatura vigentes fueron el de García Vivar<sup>(6)</sup> (2019) que diseñó de un módulo de circuitos electrónicos programables para la enseñanza de la IA;<sup>(7)</sup> diseñó un sistema de entrenamiento Microcontrolado de la familia Microchip con el PIC 18F8720;<sup>(8)</sup> con un generador de frecuencias enfocado a circuitos electrónicos;<sup>(9)</sup> implementó circuitos electrónicos programables con microcontroladores con Raspberry PI para prácticas en el laboratorio de Electrónica;<sup>(10)</sup> utilizó circuitos electrónicos programables, mediante la creación de una Iluminaria con un control lógico programable dando a conocer los identificadores del estado de arte de los diferentes tipos de circuitos electrónicos luminotécnicos;<sup>(11)</sup> hizo un análisis de los dispositivos electrónicos programable con el objetivo de crear un sistema de Iluminación con el uso de la energía renovable;<sup>(12)</sup> desarrollaron un Controlador Lógico Programable de bajo costo aplicando innovación frugal para aplicaciones universales, considerando los estándares industriales, para su uso referentes a resistencia, empotramiento e impermeabilidad.

## MÉTODOS

La metodología propuesta consiste en Una Investigación Acción Participativa con enfoque cualitativo, desarrollada en los siguientes ciclos: 1. Planificación de la intervención, 2. Intervención o acción, 3. Revisión del plan y 4. Replanteo del plan y comienzo de un nuevo ciclo. El Instrumento de Intervención utilizado fue el Diario de Campo y Grabaciones en video de las sesiones de acompañamiento en Tiempo Real a través de la plataforma Google. Aplicando la metodología de Marco Lógico se realizó el árbol de problemas (figura 1), el árbol de objetivos que muestra la figura 2 y estrategias de acción de la Tabla 1. Así mismo se realizó el plan de acción, mediante el cual, se enumeran las Actividades - Estrategias de Acción definidas en la Matriz del Plan de Acción así:

- Diagnosticar el desarrollo del pensamiento lógico en los estudiantes
- Determinar el objetivo estratégico para Promover la disciplina mental en el manejo de la lógica
- Vincular los contenidos del proceso de enseñanza-aprendizaje con la vida práctica.

- Diseñar situaciones de enseñanza-aprendizaje.
- Generar espacios de interacción fuera del horario de clase.
- Valorar el despliegue del pensamiento lógico en la actividad.
- Establecer los vínculos o la correspondencia que hay entre las acciones del pensamiento lógico.
- Analizar la efectividad de las acciones desplegadas en la estrategia.

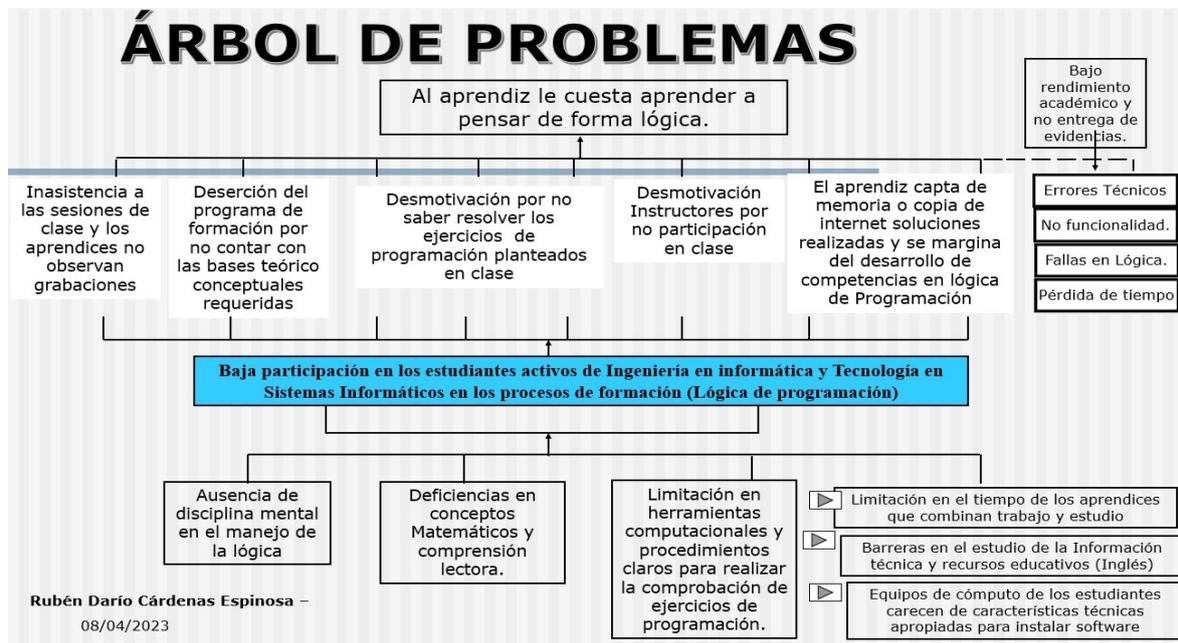


Figura 1. Árbol de Problemas

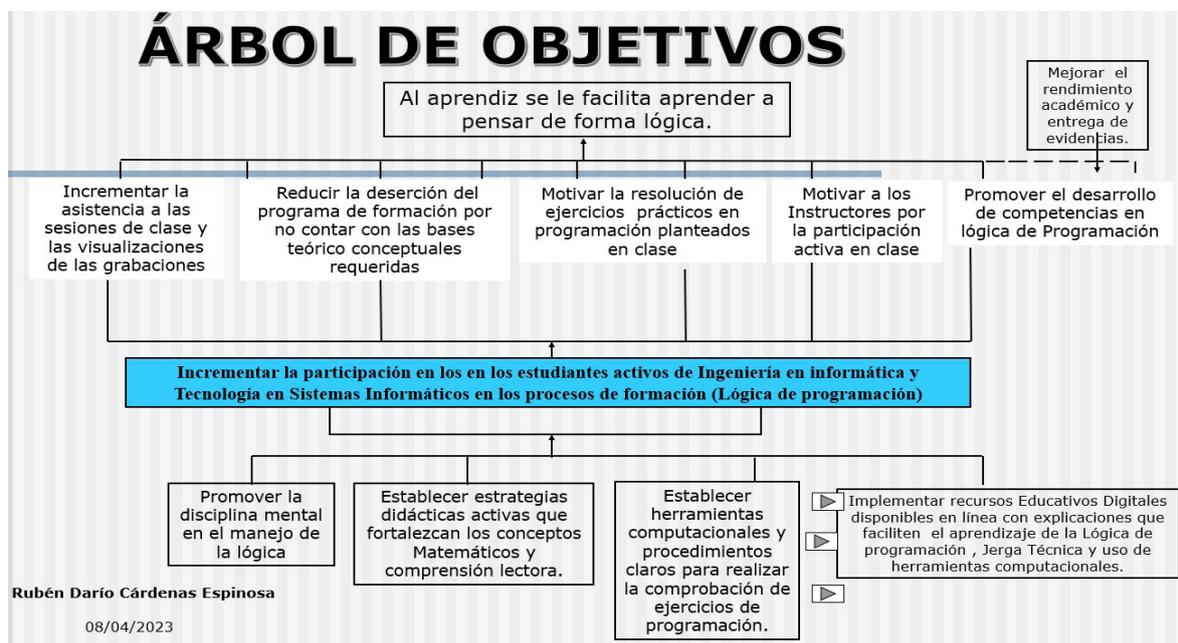


Figura 2. Árbol de Objetivos

**Nota:** de las figuras 1 y 2 presentaremos a continuación las estrategias de acción que se planearon desarrollar según evidencia la tabla 1.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo de Inteligencia Artificial ChatGPT es una herramienta que utiliza técnicas de aprendizaje automático y procesamiento del lenguaje natural para generar respuestas coherentes a las preguntas que le son formuladas. Esto significa que, gracias a su capacidad para entender el lenguaje natural, es capaz de comprender las consultas realizadas por los usuarios y ofrecer soluciones útiles.

Después de aplicar el diario de campo se pudo encontrar que durante los primeros 45 minutos se realizó

Tabla 1. Estrategias de Acción

Ámbito/ campo de acción (áreas o dimensiones desde las cuales se va a intervenir el problema)	Acción (Responde al, ¿qué hacer?)	Resultado esperado (Responde al, ¿para quién o para qué?)
A-CA1: ausencia de disciplina mental en el manejo de la lógica	Promover la disciplina mental en el manejo de la lógica.	Incrementar la asistencia a las sesiones de clase y las visualizaciones de las grabaciones
A-CA2: deficiencias en conceptos Matemáticos y comprensión lectora.	Establecer estrategias didácticas activas que fortalezcan los conceptos Matemáticos y comprensión lectora.	Reducir la deserción del programa de formación por no contar con las bases teórico-conceptuales requeridas Al estudiante se le facilita aprender a pensar de forma lógica.
A-CA3: limitación en herramientas computacionales y procedimientos claros para realizar la comprobación de ejercicios de programación.	Establecer herramientas computacionales y procedimientos claros para realizar la comprobación de ejercicios de programación.	Motivar la resolución de ejercicios prácticos en programación planteados en clase
A-CA4: limitación en el tiempo de los aprendices que combinan trabajo y estudio. A-CA5: barreras en el estudio de la Información técnica y recursos educativos (Inglés)	Implementar recursos Educativos Digitales disponibles en línea con explicaciones que faciliten el aprendizaje de la Lógica de programación, Jerga Técnica y uso de herramientas computacionales.	Motivar a los Instructores por la participación activa en clase Promover el desarrollo de competencias en lógica de Programación
A-CA6: equipos de cómputo de los estudiantes carecen de características técnicas apropiadas para instalar software		Mejorar el rendimiento académico y entrega de evidencias.

**Nota:** el éxito del proyecto de investigación depende en gran medida de las acciones que aquí se proyecten.

diálogo de presaberes e inquietudes a cada uno de los asistentes, después de este tiempo se inició con 2 ejercicios donde se aplicó el diseño de algoritmos a mano alzada, en DFD (Diagrama de Flujo de Datos) y en LPP (Lenguaje de Programación para Principiantes), al final se compartieron y socializaron recurso de apoyo y complemento. Los aprendices participantes se comprometieron en establecer un tiempo en la semana para repasar la simbología, lógica y procedimientos para realizar programas.

A partir de las estrategias implementadas se logró incrementar la participación de los Aprendices en las Sesiones en Línea en Tiempo Real para las últimas temáticas en un 50 %, es decir, asistió el doble de aprendices que tradicionalmente se conectaban.

Las razones que permitieron más participación fueron:

- Practicar en clase la lógica de programación y realizar las sesiones los viernes en la noche, la consulta previa de las grabaciones de clase en las cuales no pudieron asistir.
- Practicar y lograr corrección en clase en tiempo real del Pensamiento Lógico Matemático en el desarrollo de algoritmos y reconocer las deficiencias que tenían.

Las razones de menos participación que se pudieron indagar con los compañeros y a través del Chat WhatsApp fueron la limitación en el tiempo terminando el día con agotamiento físico y mental afectando el interés por estudiar y de realizar las actividades, puesto que al ser voluntario y no calificable no tienen exigencia y se confían en las grabaciones realizadas para consultarlas después.

La intervención realizada confirmó los planteado por Spigariol et al.<sup>(13)</sup> así como Jiménez-Toledo et al.<sup>(14)</sup>, los estudiantes se enfrentan a una cantidad abrumadora de conceptos en un periodo corto de tiempo, lo que dificulta su asimilación y el desarrollo de las habilidades para analizar la lógica de programación y su posterior generación de líneas de código, lo cual, se convierte en una limitante para su participación activa en los procesos de clase.

En las retroalimentaciones de clase los aprendices reconocieron lo planteado por Castillo Silva<sup>(15)</sup> sobre la dificultad que presentan si no se tiene comprensión lectora para la resolución de problemas matemáticos, por lo cual, Nápoles<sup>(16)</sup>, define un problema como una situación en que la persona desea realizar algo, pero no conoce los pasos para realizar la acción necesaria para solucionarlo. Con base en esto, Jiménez-Toledo et al.<sup>(14)</sup>, se corroboró que los aprendices desconocen la jerga e idioma inglés que es la base de los desarrollos a realizar, esto les genera frustración al sentir que no saben programar, cuando en realidad la función del compilador es identificar los errores de escritura para apoyar al programador en su solución y no de su lógica de programación. Accesibilidad a los recursos Web 2.0 con mayor facilidad y comprensión para aquellos aprendices que tenían dificultades de ingreso al LMS del curso por pérdida de clave, desconocimiento del manejo de la plataforma.<sup>(17)</sup>

El uso de los Objetos Virtuales de Aprendizaje OVAS motivó el aprendizaje y participación activa de los aprendices y su reflexión constante a través de las diversas herramientas de aprendizaje colaborativo que se tienen implementadas e incluso el compartirse a través de las redes sociales.

Para valorar el despliegue del pensamiento lógico en cada actividad desarrollada, se realizó la retroalimentación respectiva al finalizar cada sesión de acompañamiento con cada uno de los participantes en el cual deben informar ¿qué aprendieron?, ¿cómo lo aplicaron?, ¿qué les aportó? y ¿cuáles serían sus compromisos para la siguiente clase? Los resultados obtenidos según las respuestas y seguimiento a los aprendices que participaron, a partir de las preguntas de retroalimentación consolidadas después de consolidar de clase que contribuyen a establecer los vínculos o la correspondencia que hay entre las acciones del pensamiento lógico fueron:

- a. ¿Qué aprendieron?:
  - Estructurar de forma ordenada en papel la identificación de Entradas, salidas y condiciones especiales de un algoritmo a solucionar, preguntar si no se entiende a quien lo solicita o indagar en internet y otras fuentes la descripción, procedimiento y forma de operar.
  - Realizar pruebas de escritorio para verificar el algoritmo realizado y luego comprobarlo a través del Software empleado.
  - Elaborar algoritmos tanto en diagramas de flujo como en pseudocódigo utilizando el Software DFD y LPP.
  - Antes de empezar a codificar un algoritmo debe analizarse las variables a utilizar, conocer los operadores, instrucciones y simbología adecuada para desarrollar los algoritmos.
- b. ¿Cómo lo aplicaron?:
  - A través de la solución y sustentación de los ejercicios prácticos y Laboratorios extractase que se dejan de tarea para la siguiente sesión de clase.
  - Realizando en papel el algoritmo en diagrama de flujo o pseudocódigo la prueba de escritorio para ajustar y verificar el funcionamiento de cada algoritmo, luego, a través de la codificación del diagrama de flujo con el software DFD, y en pseudocódigo con el software LPP.
- c. ¿Qué les aportó?:
  - Hay que reconocer que las deficiencias lógico-matemáticas de conceptos previos son fundamentales para lograr desarrollar algoritmos.
  - Se deben escribir comentarios en las instrucciones o variables esenciales de los algoritmos realizados, porque, si después se van a modificar o documentar no se tendrán tropiezos.
  - El pensar de forma lógica para solucionar algoritmos es difícil, se debe practicar los ejercicios realizados en clase y proponer variaciones para solucionarlos.
  - Si no se tiene los programas instalados es imposible validar el aprendizaje logrado y la comprobación de los algoritmos realizados.
- d. ¿Cuáles serían sus compromisos para la siguiente clase?:
  - Repasar la simbología de algoritmos, variables y repertorio de instrucciones de cada software a emplear (DFD y LPP).
  - Instalar los programas DFD y LPP para codificar los algoritmos realizados a mano alzada.
  - Para analizar la efectividad de las acciones desplegadas en la estrategia, se realizó la Documentación de las Grabaciones estilo Podcast de las soluciones de los ejercicios de clase con la interacción de los aprendices a través de un canal de YouTube que sirva de consulta, y compartir a través de Canal WhatsApp grupal para cada ficha lo mismo, así mismo, se deja el Tablero Digital realizado en las Clases [https://jamboard.google.com/d/1mQ5vGfIbnF8MzH5xwIMqozktMBEhqS\\_3aKpDBc3xRE/viewer?f=5](https://jamboard.google.com/d/1mQ5vGfIbnF8MzH5xwIMqozktMBEhqS_3aKpDBc3xRE/viewer?f=5)

Después de fortalecer la lógica de programación se procedió a realizar el desarrollo de proyectos aplicando Internet de las Cosas (IoT) con Sistemas Embebidos Arduino, en la figura 3 se puede apreciar el Prototipo de un Entorno Controlado para crecimiento de plantas en exteriores utilizando Herramienta CAD/CAM Proteus.

El uso de ChatGPT se utilizó como herramienta de apoyo en los siguientes casos:

1. Escritura de Código: para estudiantes que aún presentan deficiencias en el conocimiento del repertorio de instrucciones y emigrar del diagrama de flujo a la escritura del pseudo Código.
2. Entender, corregir o simplificar el Código realizado: esta utilidad ayuda a que la herramienta permita con su explicación clarificar fallas presentadas que el compilador del software mostró y el estudiante aún no reconoce y considerar las parte que son factibles de simplificar.
3. Compilar y añadir Código: es un valor agregado que contribuye a la documentación del mismo y completar aspectos faltantes que no se hayan considerado en la lógica inicial.

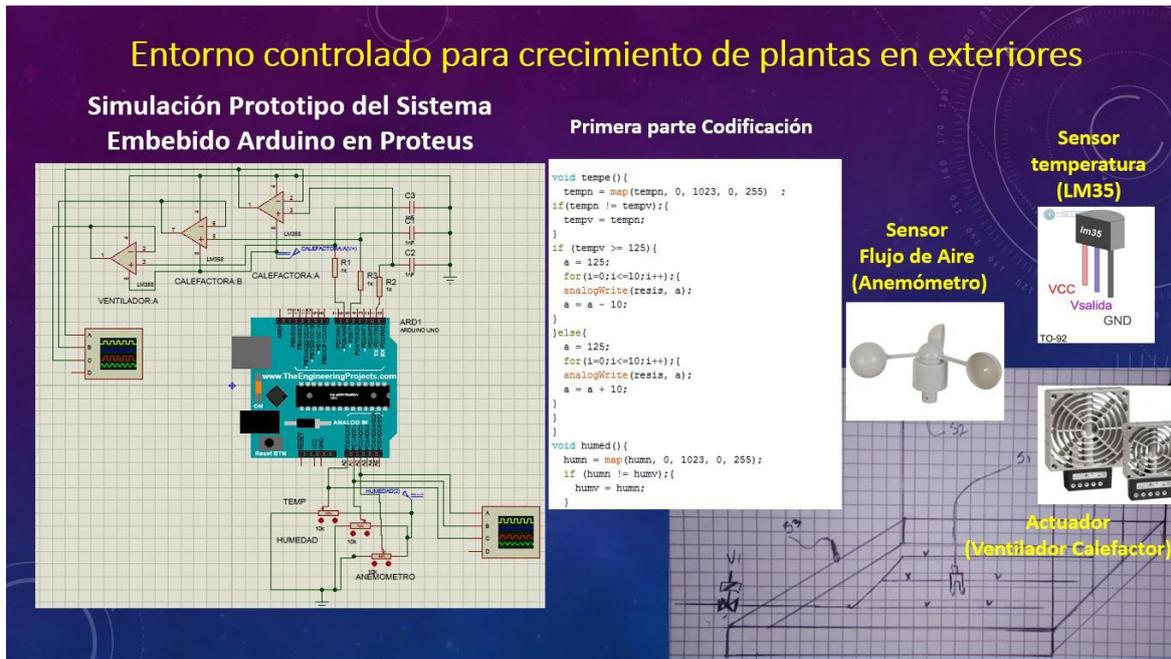


Figura 3. Prototipo de Proyecto desarrollado con Sistema Embebido Arduino

**Nota:** se debe tomar en cuenta el tipo de planta a germinar y la humedad relativa en el ambiente que puede variar. Tener en cuenta para la estabilidad de la señal los sensores a emplear y la tolerancia requerida para la lectura de datos.

4. Optimizar y crear funciones: cuando los estudiantes están en fase de aprendizaje pocas veces usan funciones y repiten líneas de Código que se pueden optimizar.
5. Orientar para simulación en Thinkercad: esta es una opción que contribuye a mostrar el diseño del prototipo funcional cuando el estudiante no tiene habilidades y carece de conceptos de electrónica para utilizar la herramienta CAD/CAM Proteus (ver figura 4).

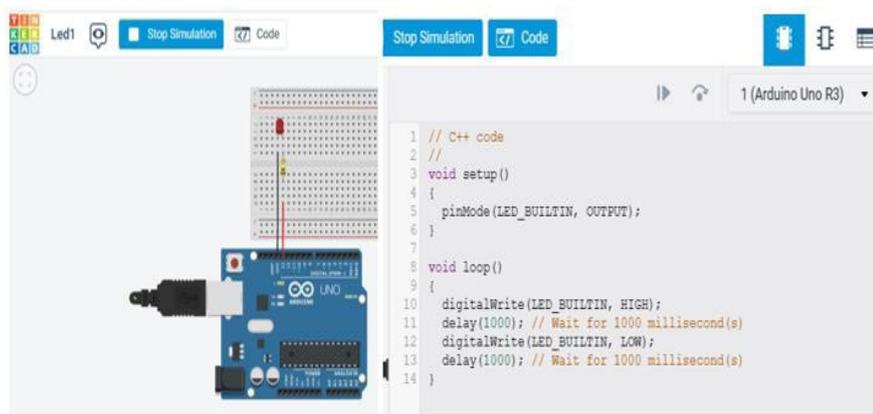


Figura 4. Simulación en Thinkercad

**Nota:** ejemplo primer programa para prender y apagar un led cada segundo, se generó la rutina en ChatGPT como manera ilustrativa para el proceso de simulación como ejercicio de clase.

**CONCLUSIONES**

Dentro del marco de los proyectos de IoT que utilizan sistemas embebidos Arduino, el empleo de ChatGPT puede ofrecer beneficios considerables en diversas áreas. Por ejemplo, este modelo puede facilitar la comunicación entre los distintos componentes de un proyecto de IoT, lo que conlleva a una mayor eficacia en el intercambio de información. Además, ChatGPT puede emplearse para detectar y solucionar problemas en el funcionamiento de un sistema de IoT, facilitando un mantenimiento más ágil y eficiente.

Respecto a la educación práctica profesional, la combinación de sistemas embebidos Arduino y ChatGPT puede posibilitar un aprendizaje más interactivo e innovador para los estudiantes. En lugar de limitarse a

seguir instrucciones preestablecidas, los estudiantes pueden interactuar con el modelo de IA para obtener información en tiempo real y abordar problemas prácticos de manera más intuitiva y eficaz.

En el campo de la investigación aplicada, ChatGPT puede ser una herramienta útil para analizar grandes volúmenes de datos generados por sistemas de IoT. Dada su habilidad para comprender el lenguaje natural, este modelo puede interpretar los datos producidos y proporcionar información relevante para la investigación.

El modelo de Inteligencia Artificial ChatGPT representa una valiosa herramienta para la innovación en el desarrollo de proyectos de IoT con sistemas embebidos Arduino, y asimismo para la educación práctica profesional y la investigación aplicada. Su capacidad para entender el lenguaje natural y generar respuestas coherentes puede permitir una mayor eficiencia en el intercambio de información, la manutención de sistemas de IoT y el análisis de datos.

La participación de los aprendices en las clases fue irregular, pero se pudo constatar que, tras las estrategias de acción aplicadas y la indagación a través de la Instructora Líder de cada una de las Fichas de formación, el 40 % de los aprendices activos tuvo acceso a las grabaciones de clase y pudo fortalecer su lógica de programación al realizar nuevamente los ejercicios de clase. Por otra parte, el 20 % participó activamente en tiempo real en las sesiones sincrónicas con el Instructor y mostró un alto grado de satisfacción con el aprendizaje adquirido. Un 20 % ya poseía conocimientos de programación debido a su experiencia y formación previa y, por tanto, no participaron; y el 20 % restante no proporcionó feedback al respecto.

Se recomienda el uso de traductores en línea o programas informáticos como alternativa para comprender el lenguaje técnico, de modo que se puedan minimizar las barreras en el estudio de la información técnica y recursos educativos en inglés. Antes de solucionar directamente un algoritmo, es aconsejable realizar en papel el diagrama de flujo o el pseudocódigo del algoritmo y hacer una prueba de escritorio para ajustar y verificar su funcionamiento. Luego, se puede codificar el diagrama de flujo con el software DFD y el pseudocódigo con el software LPP. Este proceso permitirá a los aprendices alcanzar una disciplina mental en el manejo de la lógica, siempre y cuando cumplan con los compromisos de cada sesión sincrónica de clase.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castañeda WLR. Rol de las Instituciones de Educación Superior desde el enfoque de Innovación Inclusiva. *Los retos de la educación en Latinoamérica* 2022:54.
2. Gleason N. ChatGPT and the rise of AI writers: how should higher education respond? *THE Campus Learn, Share, Connect* 2022. <https://www.timeshighereducation.com/campus/chatgpt-and-rise-ai-writers-how-should-higher-education-respond> (accedido 20 de mayo de 2023).
3. OpenAI. ChatGPT FAQ. OpenAI 2022. <https://help.openai.com/en/articles/6783457-chatgpt-faq> (accedido 26 de diciembre de 2022).
4. Kamler B, Thomson P. *Helping Doctoral Students Write: Pedagogies for supervision*. Abingdon: Taylor & Francis eLibrary; 2006.
5. Ina. *The History Of Chatbots - From ELIZA to ChatGPT. AI-Chatbot Software for Complex Requirements* 2022. <https://onlim.com/en/the-history-of-chatbots/> (accedido 20 de mayo de 2023).
6. Vivar Garcia SA. *Diseño de un módulo de circuitos electrónicos programables como herramienta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de inteligencia artificial de la Carrera de Ingeniería en Computación y Redes*. Tesis de Grado. Universidad Estatal del Sur de Manabí, 2019.
7. Larenas Marín DD. *Desarrollo de una tarjeta de entrenamiento para prácticas de microcontroladores utilizando el dispositivo PIC 18F8720*. Tesis de Grado. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2018.
8. Delgado Tumbaco NK. *Generador de frecuencias basado en circuitos electronicos para practicas en el laboratorio de electronica de la carrera de ingenieria en Computacion y Redes*. bachelorThesis. JIPIJAPA-UNESUM, 2018.
9. Cruz Zambrano MÁ. *IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS PROGRAMABLES CON MICROCONTROLADORES MEDIANTE TARJETA RASPBERRY PI PARA PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA, DE LA CARRERA INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN Y REDES*. Tesis de Grado. Universidad Estatal del Sur de Manabí, 2021.
10. Menéndez Plúa EJ. *IMPLEMENTACIÓN DE UN CIRCUITO ELECTRÓNICO DE ILUMINACIÓN MEDIANTE UN CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE PARA LA CAPILLA CRISTO DEL CONSUELO DEL CANTÓN JIPIJAPA*. Tesis de Grado.

Universidad Estatal del Sur de Manabí, 2017.

11. Rodríguez Moran GL. ANÁLISIS DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PROGRAMABLES PARA SISTEMAS DE ILUMINACIÓN LED CON ENERGÍA RENOVABLE. Tesis de Grado. Universidad Estatal del Sur de Manabí, 2021.

12. Cano Padrón MT, Cárdenas Carballo JF, Aparicio Marroquín A, López Molina MG, Santos Hernández MA de los. Desarrollo de un Controlador Lógico Programable (PLC) para aplicaciones universales aplicando innovación frugal con un enfoque en PYMES y sector doméstico. Tesis de Grado. Universidad Iberoamericana Puebla, 2018.

13. Spigariol L, Passerini N. Enseñando a programar en la orientación a objetos. Congreso Nacional de Ingeniería Informática/Sistemas de Información. Educación en Ingeniería, vol. 1, Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba; 2013.

14. Jiménez-Toledo JA, Collazos C, Revelo-Sánchez O. Consideraciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje para un primer curso de programación de computadores: una revisión sistemática de la literatura. *Tecnológicas* 2019;22:83-117. <https://doi.org/10.22430/22565337.1520>.

15. Castillo Silva EV. Aula virtual en expresión oral y escrita en estudiantes de pregrado. Tesis de Grado. Universidad César Vallejo, 2019.

16. Napolés J. Resolución de problemas. El Trabajo de Allan Schoenfeld Argentina: UTN) Facultad Regional Resistencia Universidad de la Cuenca del Plata-Corrientes Argentina 2005.

17. Espinosa RDC. Ecosistemas tecnológicos mediados por TIC desde la virtualidad para la investigación formativa en contexto. *Revista Docentes* 2019;7:132-45. <https://doi.org/10.37843/rtded.v7i2.21>.

#### **FINANCIACIÓN**

Ninguna.

#### **CONFLICTO DE INTERESES**

No existen.

#### **CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA**

*Conceptualización:* Rubén Darío Cárdenas Espinosa, Julio César Caicedo Erazo, Mauricio Arbeláez Londoño, Iris Jimenez Pitre.

*Metodología:* Rubén Darío Cárdenas Espinosa, Julio César Caicedo Erazo, Mauricio Arbeláez Londoño, Iris Jimenez Pitre

*Investigación:* Rubén Darío Cárdenas Espinosa, Julio César Caicedo Erazo, Mauricio Arbeláez Londoño, Iris Jimenez Pitre.

*Redacción original:* Rubén Darío Cárdenas Espinosa, Julio César Caicedo Erazo, Mauricio Arbeláez Londoño, Iris Jimenez Pitre.

*Redacción-revisión y edición:* Rubén Darío Cárdenas Espinosa, Julio César Caicedo Erazo, Mauricio Arbeláez Londoño, Iris Jimenez Pitre.