

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ÁRBOL DE NAVIDAD INTERACTIVO COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA STEAM

Oscar A. Jaramillo-Alzate¹, Fernando U. Pantoja-Agreda²

¹Ingeniero Electrónico; Especialista en Ciencia de Datos y Analítica, docente Universidad Nacional Abierta y a Distancia, oscar.jaramillo@unad.edu.co

²Ingeniero Mecánico, Doc. Pensamiento Complejo, docente Universidad Nacional Abierta y a Distancia, fernando.pantoja@unad.edu.co

RESUMEN

Una necesidad educativa consiste en la integración de las partes de un todo educación-pedagogía-didáctica. Este artículo presenta el diseño, implementación y evaluación de un proyecto educativo que combina electrónica, diseño asistido por computadora e impresión 3D, siguiendo la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), para el diseño del modelo. El proyecto consiste en elaborar un árbol de Navidad interactivo de 500 mm de altura, equipado con LEDs y controlado por un circuito basado en el temporizador NE555. Este trabajo muestra cómo proyectos prácticos pueden integrar varias disciplinas y motivar a estudiantes hacia un aprendizaje más activo y participativo.

Palabras clave: Oportunidades educacionales; Electrónica; STEAM; Diseño de sistemas; investigación interdisciplinaria.

Recibido: 27 de noviembre de 2025. Aceptado: 13 de mayo de 2026
Received: November 27, 2025. Accepted: May 13, 2026

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN INTERACTIVE CHRISTMAS TREE AS A STEAM EDUCATIONAL TOOL

ABSTRACT

An educational need lies in the integration of the parts of a whole—education, pedagogy, and didactics. This article presents the design, implementation, and evaluation of an educational project that combines electronics, computer-aided design, and 3D printing, following the STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) methodology for the model's design. The project consists of creating a 500 mm tall interactive Christmas tree, equipped with LEDs and controlled by a circuit based on the NE555 timer. This work demonstrates how practical projects can integrate various disciplines and motivate students toward more active and participatory learning.

Keywords: Educational opportunities; Electronics; STEAM; Systems design; Interdisciplinary research.

Cómo citar este artículo: O. Jaramillo-Alzate, F. Pantoja-Agreda. "Diseño e Implementación de un Árbol de Navidad Interactivo como Herramienta Educativa STEAM", *Revista Politécnica*, vol.22, no.43, pp.83-93, 2026. DOI:10.33571/rpolitec.v22n43a6

1. INTRODUCCIÓN

Las necesidades educacionales presentes en las transformaciones actuales que se originan debido a la ciencia y la tecnología; presentes en la electrónica, la ingeniería de sistemas, Diseño industrial, etc. Promueven una dinámica que debemos afrontar desde un todo educación-pedagogía-didáctica; tal como lo plantea [1]; así mismo, la metacognición se convierte en la clave para la resolución de problemas, ya que gestiona el conocimiento que los involucrados requieren para identificar, analizar, planificar y crear posibles soluciones; es una habilidad que se puede enseñar mediante estrategias centradas en la comprensión, fomentando la elaboración de ideas y mostrando los tipos de preguntas que los estudiantes deben plantearse durante el proceso [2], el aprendizaje basado en proyectos (ABP), con actividades didácticas que combinan diferentes disciplinas, han revelado que los cursos de desarrollo profesional docente aumentaron el reconocimiento de la iniciativa por parte del profesorado y su confianza en la enseñanza de STEAM [3]. Para [4], la creatividad grupal no debe limitarse, esta debe prestarse al efecto de agregación; un equipo es esencialmente un todo y debe considerarse como una unidad.

En otros trabajos, no solo se articula la creatividad, sino que se habla de la memoria de trabajo (MT), que se define operativamente como; el número de elementos recordados durante una tarea compleja, que requiere el mantenimiento y la manipulación simultáneos de información en un estado activo para fines computacionales.

Para [5] en su trabajo perfiles de pensamiento crítico transcultural: un análisis de perfiles latentes multigrupales; encontraron que, independientemente del contexto educativo en las distintas culturas, puede existir cierta consistencia en cómo se manifiestan las habilidades de pensamiento computacional (PC); esto implica que las prácticas y los entornos docentes pueden ser similares para el desarrollo de habilidades de PC.

Entonces debemos pensar en el diseño asistido por computador como herramienta didáctica para capacitar en la resolución creativa de problemas; el pensar en el diseño, se basa en la mentalidad y las herramientas de los profesionales del diseño; sin embargo, existen diversos enfoques del pensamiento de diseño en las distintas disciplinas [6]. La imaginación espacial y el control de la imaginación en la ubicación de la forma geométrica, se convierten en herramientas pedagógicas y didácticas ya que la imaginación facilita múltiples procesos cognitivos, especialmente el trabajo creativo; la imaginación visual comparte muchos de sus mecanismos con la percepción visual; según [7], en su estudio se confirmó que la capacidad espacial y el control de la imagen son herramientas eficaces para que los estudiantes-artistas adquieran habilidades en el ámbito artístico.

Es así como nos encontramos con el concepto de [8], cuyo objetivo es combinar áreas de las humanidades en prácticas STEAM que ofrezcan posibilidades de enseñanza y aprendizaje, y amplíen la comprensión de los participantes sobre las conexiones subyacentes entre diversas disciplinas, X puede incluir arquitectura, cultura e historia, y posiblemente también otras disciplinas. Estas prácticas propuestas incorporan las ciencias naturales y sociales en la enseñanza y el aprendizaje mediante el enfoque metodológico de la investigación basada en el diseño (DBR); Las prácticas educativas transdisciplinarias podrían ser efectivas para los estudiantes, pero se consideran desafiantes para el profesorado.

En este contexto, diseñar un árbol de navidad interactivo, permite a los estudiantes profesores y conexos, aplicar y desarrollar conocimientos en electrónica, diseño CAD, impresión 3D, programación básica, etc. Este artículo detalla la creación de un árbol de Navidad con LEDs controlados mediante un circuito basado en el IC NE555, enfatizando su uso como parte de un todo educación-pedagogía-didáctica, pensado como una opción educativa integradora.



2. MATERIALES Y METODO

Diseño del Modelo 3D

La propuesta nace del instante donde diferentes partes convergen en la imaginación, propia de la temporada navideña, algunos estudiantes del laboratorio de electrónica ven en la impresora 3D, adscrita en ese espacio, la posibilidad de hacer un adorno navideño; la intervención adecuada de los docentes presentes motivo a los estudiantes a desarrollar la idea de un árbol navideño implementado con luces LEDs, de aquí emergen diferentes bocetos a mano alzada, como expresión interior "*imprinting*"; los cuales podemos ver a continuación en la Figura 1.



Figura 1. Bocetos a mano alzada correspondientes a la lluvia de ideas

Una vez realizada una lluvia de ideas se determina el perfeccionamiento de estas; comprendiendo que la idea sea modelada en la impresora MINGDA 3D Printer, que tiene como limitantes dimensionales un área de cama de 240 x 240 mm². Y en el eje Z, de 450 mm. Estas condiciones dimensionales, el tamaño y color de los LEDs y el requerimiento de resistencias y cables conectores del circuito, se convierten en el reto tecnológico; ¿qué tan pequeñas deben ser las diferentes partes acordes a los componentes? ¿Que garanticen una armonía adecuada?

Acorde a las limitantes expuestas, obtenemos un perfeccionamiento, resumen gráfico de la lluvia de ideas, el cual se describe a continuación en la Figura 2. Retomando la condición cónica expuesta en la lluvia de ideas, para un solo cuerpo, teniendo pendiente las dimensiones, el concepto de estrella y árbol, se describe con ayuda del software, partiendo de una estrella de seis puntas en la base, llegar a un círculo en la punta, separados 50 mm, con una distribución de tres orificios por canal de diámetro de 2.0 mm espaciados cada 10 mm, para un total de 18 orificios.

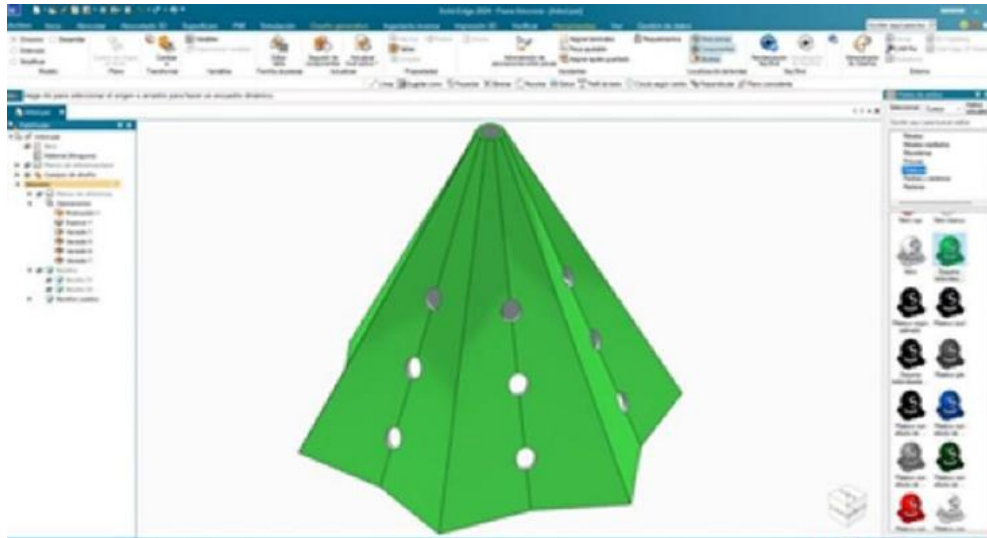


Figura 2. Perfeccionamiento de la lluvia de ideas

En la Figura 3. entendiéndose que se requiere de espacio -carrera de la industria de nanotecnología- para los dispositivos resistivos, cableado de contacto y suministro, se propone en una base (tronco del árbol) que parte de un cuadrado de 60 x 60 mm² y llega a un círculo de 50 mm de diámetro con una separación de 30 mm; adicionalmente se propone iluminarla con 17 luces LEDs para resaltar los emblemas de la universidad, cede y escuelas correspondientes a la dependencia de los autores.



Figura 3. Base adicional para complementar el diseño

En la Figura 4. Se presenta ensamble de las dos partes del producto, la cual nos entrega la alternativa única, diferente, emblemática, que articula las ideas principales requeridas por el producto, tanto la parte superior adopta el concepto navideño, como la base propone una alternativa de sustento que sirve para ubicar los componentes electrónicos; los cuales serán ubicados estratégicamente de tal forma que no afecten la estética del producto.

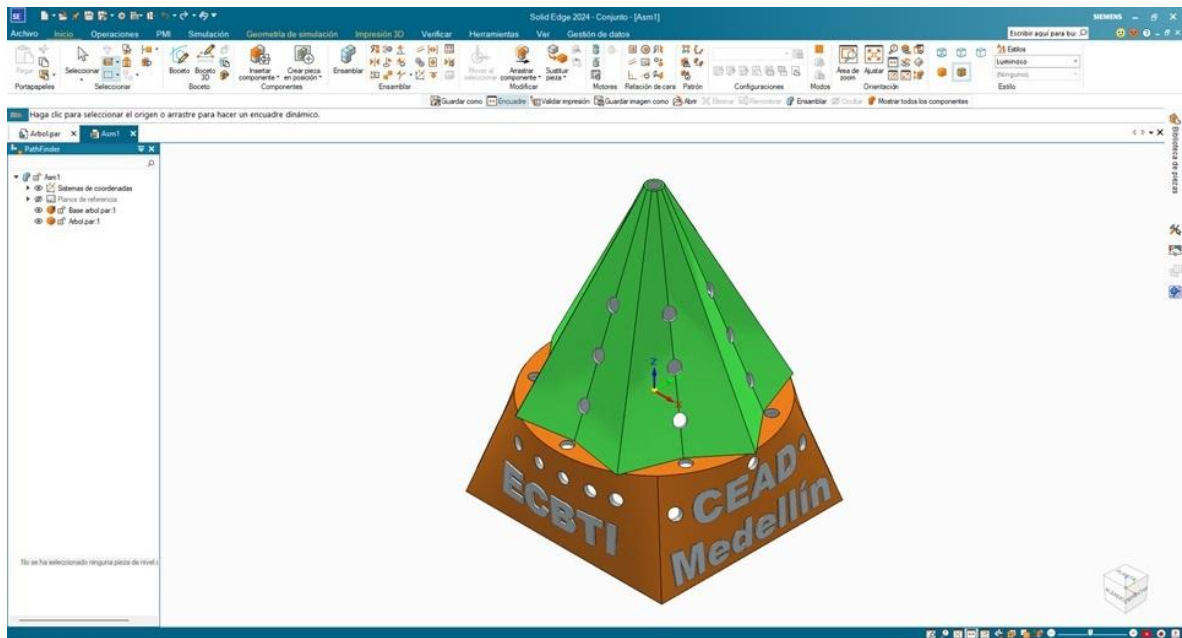


Figura 4. Ensamble del prototipo

Se utilizó el software Solid Edge para diseñar un árbol de Navidad de 80 mm de alto incluida la base; el área de la base se obtiene de las dimensiones del lado de un cuadrado 60 mm. El diseño incluye seis caras, cada una equipada con espacio para tres LEDs. Y la base puede ampliarse con 18 LEDs adicionales; las partes fueron impresas utilizando una maquina MINGDA 3D Printer y el software de control Repetier Host Windows 2.3.2 [9].

Diseño del Circuito Electrónico

El sistema de iluminación alternada de los LEDs se implementó mediante un multivibrador astable configurado con el circuito integrado NE555, un dispositivo altamente versátil empleado en aplicaciones electrónicas para generar señales temporizadas, oscilaciones y pulsos. En modo astable, el NE555 opera como un oscilador libre que produce una onda cuadrada continua, alternando entre estados alto y bajo sin requerir disparos externos. Esta configuración es ideal para aplicaciones de parpadeo, como el control de LEDs, al proporcionar un ciclo de trabajo ajustable y una frecuencia de oscilación determinada por componentes externos.

La frecuencia de oscilación f se calcula mediante la ecuación 1:

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2) \cdot C} \quad (1)$$

donde R_1 y R_2 son las resistencias en ohmios (Ω), y C es la capacitancia en faradios (F). En el diseño propuesto, se seleccionaron valores de $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ y $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$, resultando en una frecuencia aproximada de 7 Hz, adecuada para un parpadeo visible y alternado entre dos grupos de 9 LEDs cada uno. Esta frecuencia asegura un efecto visual dinámico sin sobrecargar los componentes.

El diseño del circuito se simuló preliminarmente en el software TINA-TI de Texas Instruments, una herramienta de simulación SPICE que permite validar el comportamiento dinámico, optimizar parámetros como la frecuencia y el ciclo de trabajo, y verificar la estabilidad ante variaciones en la tensión de alimentación Texas Instruments, 2024 (TINA-TI Simulation tool | TI.com — ti.com, s.f.) La salida del NE555 se conecta a transistores de conmutación (por ejemplo, 2N2222) para manejar la corriente de los grupos de LEDs, evitando sobrecargas en el integrado, que soporta hasta 200 mA por salida.

En la Figura 5. se presenta el diagrama esquemático, que incluye arreglos de 9 LEDs por grupo, conectados en paralelo con resistencias limitadoras de corriente (típicamente 330 Ω por LED para una tensión de 5 V), asegurando una operación segura y eficiente del circuito.

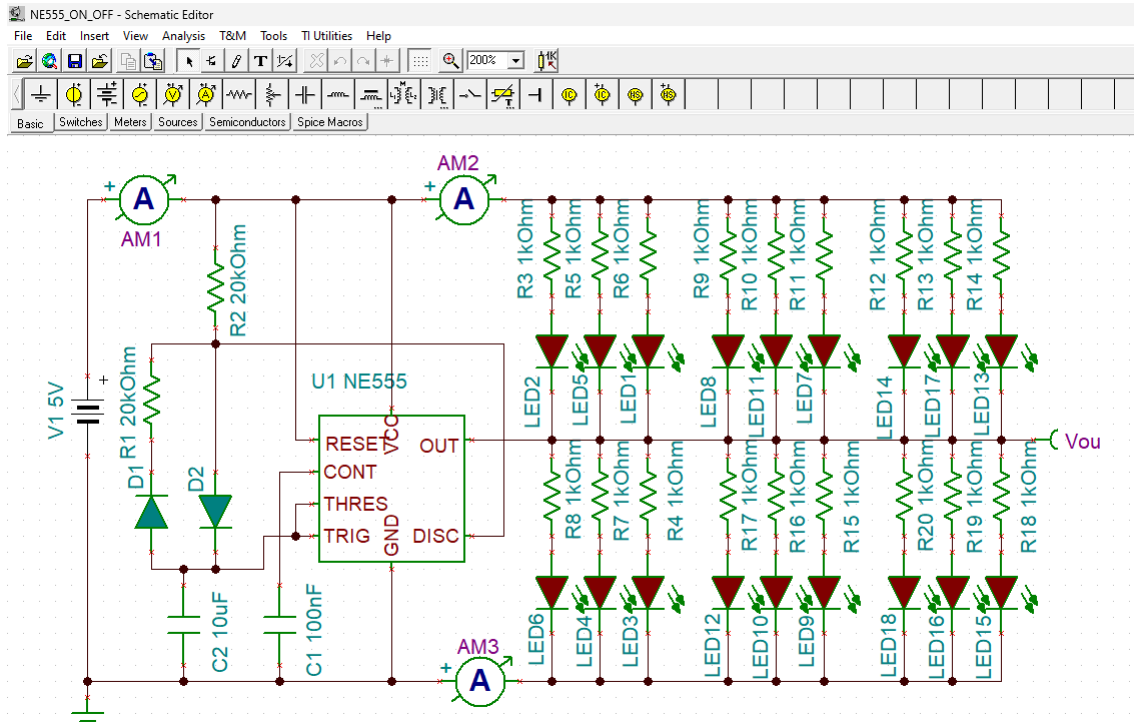


Figura 5. Diseño del circuito electrónico

Montaje del Circuito

El circuito se ensambló en una tarjeta protoboard universal, facilitando el prototipado y los ajustes iterativos; los LEDs se conectaron de manera ordenada, alineados con su disposición espacial en el árbol, para garantizar un diseño compacto, estético y funcional. Cada LED incorpora una resistencia limitadora de corriente en serie de 1 kΩ para prevenir daños por exceso de corriente, calculada como lo especifica la ecuación 2:

$$R = \frac{V_s - V_f}{I_f} \quad (2)$$

donde V_s es la tensión de suministro (5 V), V_f la tensión forward del LED (aproximadamente 2 V) y I_f la corriente nominal (aproximadamente 3 mA con $R = 1 \text{ k}\Omega$), asegurando un funcionamiento seguro dentro de las especificaciones del LED.

Se empleó un conector USB que suministra 5 V como fuente de alimentación, optimizando la simplicidad del diseño y garantizando portabilidad y seguridad operativa; esta elección asegura que el sistema no exija una corriente excesiva, manteniendo el consumo total por debajo de los límites típicos de un puerto USB (500 mA). Se implementaron capacitores de desacoplo (0.1 µF) en las líneas de alimentación del NE555 para mitigar ruido y oscilaciones espurias, así como diodos de protección contra inversiones de polaridad; la salida del NE555 se conectó directamente a los dos grupos de LEDs sin necesidad de transistores de conmutación, dado que la corriente requerida por los 18 LEDs (aproximadamente 54 mA total) está dentro de la capacidad de salida del integrado (200 mA).

La Figura 6. Ilustra el montaje físico en la protoboard, destacando la disposición modular que facilita el *debugging* y la integración posterior con la estructura del árbol.

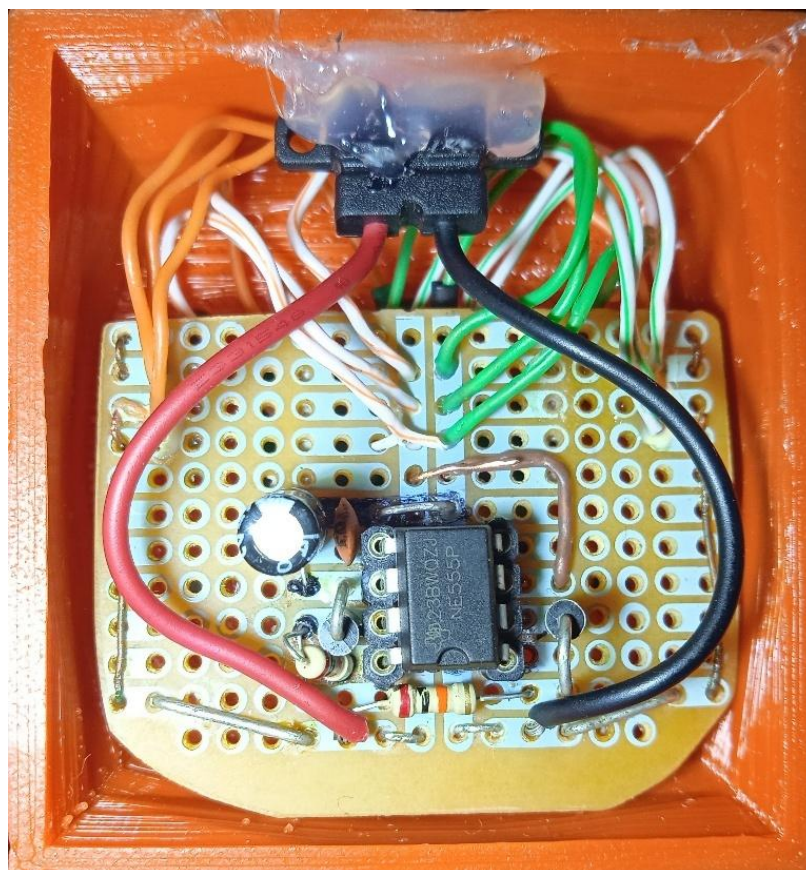


Figura 6. Montaje del Circuito electrónico

Simulación Electrónica

Previo al ensamblaje físico, el circuito se sometió a pruebas exhaustivas en el simulador TINA-TI, validando su comportamiento transitorio y estacionario. La simulación confirmó la alternancia entre los dos grupos de LEDs conforme a la frecuencia calculada, con un ciclo de trabajo aproximado del 50% (ajustable variando R1 y R2). Se analizaron parámetros críticos como el consumo de corriente (inferior a 100 mA total), la disipación térmica en los transistores y la robustez ante variaciones en la capacitancia ($\pm 10\%$).

Los resultados de la simulación, mostrados en la Figura 7, evidencian las formas de onda de salida del NE555 y las corrientes en los LEDs, corroborando la funcionalidad esperada y permitiendo optimizaciones previas.



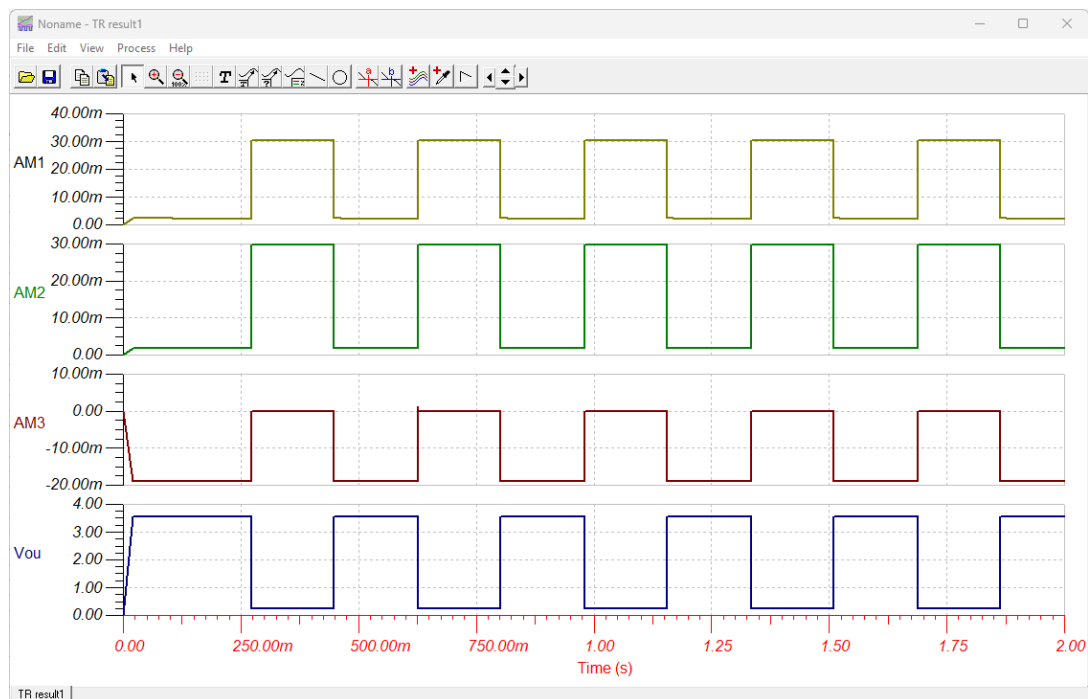


Figura 7. Resultados de la simulación del circuito

Proceso de Impresión 3D

El modelo del Árbol de Navidad fue impreso utilizando una impresora MINGDA 3D Printer D2. El proceso de impresión empleó PLA como material y fue supervisado mediante el software Repetier-Host. En la Figura 8. Se representa el proceso de impresión 3D del Árbol de Navidad utilizando la impresora MINGDA 3D Printer D2.

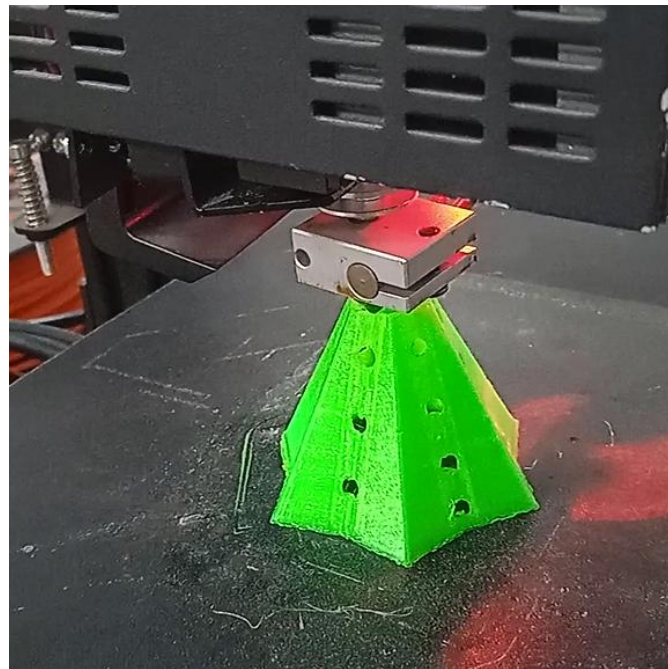


Figura 8. Proceso de impresión 3D

Integración y Pruebas

La frecuencia de parpadeo fue ajustada para alternar dos grupos de 9 LEDs cada uno. El diseño del circuito fue simulado previamente en el software TINA-TI para validar su funcionalidad y optimizar parámetros.

El árbol ensamblado con LEDs fue montado sobre la estructura impresa en 3D. Posteriormente, se realizaron pruebas funcionales para garantizar el parpadeo alternado de los LEDs, en sus diferentes colores. Las pruebas incluyeron variaciones en la frecuencia de parpadeo para observar su impacto visual.

3. RESULTADOS

El Árbol de Navidad final presenta las siguientes características:

Estructura: Impresa en 3D, con dimensiones compactas, estética acorde al concepto de diseño y funcionalidad temporizada de los LEDs de diferentes colores.

Sistema de Iluminación: 18 LEDs distribuidos uniformemente en seis caras, parpadeando de manera alternada en dos grupos.

Control Electrónico: Circuito basado en NE555, ajustado a una frecuencia de parpadeo específica.

Demostración como opción Educativa integradora: Ideal para introducir conceptos de seguridad e higiene, ética, valores, historia, introducción a la ingeniería, matemáticas, geometría plana y del espacio, física general, física electrónica, herramientas informáticas, redes y simulación, polímeros, materiales, electrónica básica, diseño en CAD/CAM/CAI, costos, presupuestos, planeación e impresión 3D. Diseño de sistemas de manufactura, manufactura aditiva, diseño de productos, emprendimiento, innovación, desarrollo de productos y procesos, etc. Fractales de un concepto que incorpora la noosfera de la actividad inteligente.

Este ejercicio facilita la integración disciplinar en las áreas de electrónica y diseño, que tradicionalmente son compatibles en el día a día, al parecer es un procedimiento considerado como interdisciplinar, debido a que se consideran disciplinas diferentes; sin embargo el ejercicio cognitivo, promueve aspectos pedagógicos y didácticos que se desprenden de lo disciplinar; esto obliga a todos los involucrados a tomar una posición diferente a lo tradicional, las expresiones propias de las disciplinas se diluyen y humanizan acorde con lenguajes propicios y oportunos. Algo presente en el ejercicio sorprende no por la dificultad técnica y tecnológica; se debe a discusión sobre temas emergentes que hacen parte de componentes que se encuentran en la noosfera de cada uno de los participantes y que se expresa en diferentes emociones.

Una vez desarrollado el ejercicio, es posible dar trámite a diferentes formas de expresión grupal; es comprensible que no es igualmente significativo en la cotidianidad, repetir un mismo ejercicio, pero las variaciones de tiempo y lugar permiten la integración de múltiples actividades en su entorno, esa amplia gama de oportunidades didácticas y pedagógicas pueden ser asumidas y compartidas por los integrantes, la imaginación, creatividad e innovación, asociadas a las emergencias hacen de la actividad una factoría de la incertidumbre.

Combinar lo anteriormente mencionado con la cotidianidad intencionada, permite que ejercicios como este, sean aplicables y replicables en entornos donde la integración sea un motivo de acción; donde existan integrantes que comprendan y sean conscientes de que tanto la sociosfera, como la psicofera y la noosfera, son fuente de humanidad.

En la Figura 9. Podemos observar el prototipo de Árbol de Navidad ensamblado con LEDs y alimentación electrónica funcional.





Figura 9. Prototipo funcional

4. CONCLUSIONES

La implementación del árbol de navidad interactivo mostró ser un proyecto efectivo para motivar a los estudiantes, docentes y demás actores, en el desarrollo competencias teórico-prácticas, que amplían las conexiones subyacentes entre disciplinas y resalta el pensamiento de diseño, como estrategia inteligente que nutre el todo educación-pedagogía-didáctica.

Este tipo de proyectos pueden ser empleados en actividades educación-pedagogía-didáctica, para fomentar el interés en todas las disciplinas, donde la creatividad y la innovación deben ser el detonante del conocimiento y donde según [1], los sentidos articulan el acercamiento y facilitan mediante el estímulo, la imaginación, la creatividad e innovación, permitiendo un dialogo pertinente para generar relaciones e interacciones entre las emociones, pensamientos y acciones, constructoras de la inteligencia y de equipos de trabajo.

Para realizar este tipo de prácticas educación-pedagogía-didáctica, se debe partir de aspectos impresos en la cultura que provienen de la Noosfera, facilitando las interacciones entre los seres humanos y la naturaleza, utilizando la razón y las diferentes lógicas presentes; aspectos que difieren en los modelos tradicionales educativos; estas combinaciones nos permiten el tránsito a una estructura diferente sostenible y sustentable. Como lo sostiene [10], podríamos contrarrestar diferencias, ya que la calidad educativa es diferente entre sectores favorecidos y menos favorecidos.

5. AGRADECIMIENTOS

Al semillero EDUTIC, se les agradece el apoyo a los estudiantes y personas facilitadoras en este proyecto, así como las herramientas de software libre utilizadas.

6. APORTE DE CADA UNO DE LOS AUTORES

El conocimiento y la experiencia teórico práctica, en campos de la electrónica hacen parte del día a día del Ingeniero Oscar Alberto Jaramillo Alzate; los diseños, montajes y pruebas, adicionados en las labores didácticas, permiten el dialogo entre las partes, fomentando las interacciones requeridas. Para la integración de partes significativas del sistema y diseño para la manufactura, en lo referente a modelado 3D integrado con partes electrónicas, el ingeniero Fernando Ulpiano Pantoja Agreda, encuentra en STEM, la forma de relacionar y promover la interdisciplina, como herramienta didáctica en las diferentes actividades cotidianas que lo ameritan.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Pantoja-Agreda, F. U., & Bohorquez-Orozco, A. I. (2025). Diseño de un laboratorio tipo contenedor para el estímulo del razonamiento en la Fundación Educativa Almalegre. *Revista Politécnica*, 21 (41), 90-101. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v21n41a5>
- [2] ÇAKIROĞLU, Ü., & ER, B. (2023). A model to develop activities for teaching programming through metacognitive strategies. *Thinking Skills and Creativity*, 48, 101279. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101279>
- [3] Lu, S.-Y., Lo, C.-C., & Syu, J.-Y. (2022). Project-based learning-oriented STEAM: the case of micro-bit paper-cutting lamp. *International Journal of Technology and Design Education*, 32 (5), 2553-2575. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09714-1>
- [4] Jiang, J., Xie, W., Wang, S., Zhang, Y., & Gao, J. (2023). Assessing team creativity with multi-attribute group decision-making in a knowledge building community: A design-based research. *Thinking Skills and Creativity*, 48, 101304. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101304>
- [5] Demir, C., French, B. F., & Hand, B. (2023). Cross-cultural critical thinking profiles: A multigroup latent profile analysis. *Thinking Skills and Creativity*, 48, 101286. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101286>.
- [6] Bertão, R. A., Jung, C. H., Chung, J., & Joo, J. (2023). Design thinking: A customized blueprint to train R & D personnel in creative problem-solving. *Thinking Skills and Creativity*, 48, 101253. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101253>
- [7] Pérez-Fabello, M. J., & Campos, A. (2023). Influence of spatial imagery and imagery control on geometric form location in paintings. *Thinking Skills and Creativity*, 48, 101298. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101298>
- [8] Bedewy, S. E., & Lavicza, Z. (2023). STEAM + X - Extending the transdisciplinary of STEAM-based educational approaches: A theoretical contribution. *Thinking Skills and Creativity*, 48, 101299. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101299>.
- [9] Repetier Software - repetier.com [Accessed 10-08-2025]. (s.f.). <https://www.repetier.com/>
TINA-TI Simulation tool | TI.com — ti.com [Accessed 10-08-2025]. (s.f.). <https://www.ti.com/tool/TINA-TI>
- [10] Peña Rodríguez, F., & Montiel Chamorro, M.L. (2023). La educación en Colombia como herramienta para mejorar las condiciones sociales y culturales. *Sophia*, 18(2). <https://doi.org/10.18634/sophiaj.18v.2i.1182>