

Diseño e implementación de una plataforma modular portable para la enseñanza de microcontroladores.

Design and Implementation of a Portable Modular Platform for Microcontroller Education

<http://doi.org/10.53358/ideas.v7i1.1119>

¹Juan Pablo Vásquez, ¹Iván Iglesias Navarro, ¹Luz M. Tobar Subía Contenido, ¹Ana C. Umaquinga Criollo, ²Cristian A. Tasiguano Pozo

¹Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

²Instituto Tecnológico San Antonio

¹{jpvasquezl; iiglesias; lmtobarsubia; acumaquinga}@utn.edu.ec; ²ctasiguano@itsa.edu.ec

Fecha de envío, junio 5/2024 - Fecha de aceptación, diciembre 3/2024 - Fecha de publicación, enero 30/2025

Resumen: La investigación se centra en el diseño y la construcción de una plataforma didáctica modular para los laboratorios de microcontroladores y sistemas embebidos en una universidad. La plataforma consta de 20 módulos con se-rigrafía en componentes, puertos de comunicación y alimentación. Se co-munica con el PC a través de un puerto USB, procesando la información de toda la plataforma modular. El diseño y los componentes utilizados se se-leccionaron en respuesta a las necesidades reales de profesores y estudian-tes, recopiladas a través de encuestas. Además, la plataforma permite la inte-gración de estas asignaturas en la simulación de procesos tecnológicos y el control inteligente de una vivienda. Los resultados muestran que la plata-forma modular ha mejorado el proceso de enseñanza-aprendizaje, aplicando conceptos teóricos en entornos reales. Funciona con el software Arduino IDE y hardware libre. Su diseño es ergonómico y didáctico para cada esta-ción del prototipo de cada circuito. Sus dimensiones son 555 mm de largo por 355 mm de ancho, lo que facilita su movilización. La alimentación de las placas está incluida y se indica con un voltaje de 5 V y 3.3 V. Es óptimo en el tiempo de desarrollo de prácticas, diseño de circuitos y reducción de gastos innecesarios para los estudiantes. La efectividad del proyecto se eva-luó a través de pruebas de rendimiento, encuestas de satisfacción y desarro-llo de guías de laboratorio en áreas como automatización, control y poten-cia.

Palabras Claves: Arduino, Didáctica, Herramienta, Microcontrolador, Pla-taforma modular, Portable.

Abstract: The research focuses on the design and construction of a modular didactic platform for microcontroller and embedded system laboratories at a university. The platform consists of 20 modules with screen printing on components, communication ports, and power supply. It communicates with the PC via a USB port, processing information from the entire modular platform.

The design and components used were selected in response to the real needs of teachers and students, collected through surveys. In addition, the plat-form allows the integration of these subjects in the simulation of techno-logical processes and the intelligent control of a home.

The results show that the modular platform has improved the teaching-learning process, applying theoretical concepts in real environments. It works with the Arduino IDE software and open-source hardware. Its design is ergonomic and didactic for each station of the prototype of each circuit. Its dimensions are 555 mm long by 355 mm wide, which facilitates its mo-bilization.

The power supply of the boards is included and is indicated with a voltage of 5 V and 3.3 V. It is optimal in the development time of practices, circuit design, and reduction of unnecessary expenses for students. The effective-ness of the project was evaluated through performance tests, satisfaction surveys, and the development of laboratory guides in areas such as automa-tion, control, and power.

Keywords: Arduino, Didactics, Modular Platform, Tool, Microcontroller, Portable.

Autor de correspondencia:

Juan Pablo Vásquez, jpvasquezl@utn.edu.ec



Introducción

La experimentación y desarrollo de laboratorios en microcontroladores promueven la participación e interacción directa del estudiante, transformando su perspectiva [1]. El objetivo principal es aplicar los conocimientos teóricos en prácticas reales [2]. Según [7], las prácticas de Automatización, Domótica y Potencia mejoran la metodología pedagógica. La herramienta proporcionada incorpora los implementos adecuados y un diseño estructurado para facilitar la retroalimentación de las clases teóricas a las prácticas. La metodología propuesta integra experiencias teóricas y prácticas, enfocada en el aprendizaje basado en proyectos para desarrollar habilidades de programación y diseño. [2]. Investigaciones en diferentes centros universitarios han revelado altos niveles de reprobación en asignaturas técnicas y prácticas. Por ejemplo, en la Universidad Nacional de Colombia, 14 estudiantes no aprobaron la asignatura de Física de Semiconductores y 49 no aprobaron Fundamentos de Electricidad y Magnetismo en el primer semestre de 2010 [4]. En la Universidad Politécnica Salesiana, las asignaturas con mayor número de reprobados fueron Entornos Virtuales de Aprendizaje y Diplomado E-Learning [5].

En la Universidad Técnica del Norte, se ha evidenciado reincidencia en materias como Administración y Gestión de Redes, Comunicación Inalámbrica y Redes de Nueva Generación en el período académico septiembre 2018 - febrero 2019 [6]. La falta de recursos económicos entre los estudiantes limita la adquisición de elementos necesarios para los laboratorios. Sin embargo, este tipo de propuestas no solo abordan la problemática financiera, sino que también fomentan el desarrollo de habilidades blandas, como la organización en equipos y la igualdad de oportunidades en cada práctica [3]. Estas experiencias fortalecen el enfoque constructivista en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Según [7] y [12], las placas entrenadoras de microcontroladores o circuitos integrados programables PICs (Programmable Integrated Circuit, por sus siglas en inglés) sirven como retroalimentación de las temáticas vistas en clase. No obstante, estas placas poseen instrumentos limitados para satisfacer los requerimientos del beneficiario [11]. La implementación de un enfoque de aprendizaje combinado para enseñar conceptos de microcontroladores a estudiantes universitarios a través de la plataforma Arduino destaca la eficacia del aprendizaje colaborativo y experiencial, especialmente en educación remota durante la pandemia. [7].

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de microcontroladores y sistemas embebidos. Se propone una interacción más rápida mediante una herramienta didáctica que contenga los materiales adecuados. Este artículo se organiza de la siguiente manera: la sección 1 presenta la introducción; la sección 2 expone la metodología para el desarrollo de la plataforma propuesta, así como la determinación de requerimientos; la sección 3 muestra los resultados de la evaluación del funcionamiento de la plataforma. Finalmente, la sección 4 presenta las conclusiones y los hallazgos relacionados con el aprendizaje de la materia de microcontroladores y sistemas embebidos.

Metodología

En esta sección, se presenta una descripción detallada de la arquitectura, el desarrollo y la operación de la plataforma modular propuesta. Esta plataforma, diseñada para ser portátil, facilita la enseñanza de microcontroladores y es compatible con aplicaciones que utilizan hardware y software de código abierto. La transferencia de datos se lleva a cabo a través de una interfaz que conecta el microcontrolador con varios sensores, actuadores y periféricos. Como se ilustra en la Fig. 1, esta interfaz permite una comunicación bidireccional, facilitando tanto la entrada como la salida de datos. La Fig. 1 proporciona una representación visual de cómo se interconectan estos componentes, ilustrando el flujo de información y destacando los sistemas involucrados en el proceso. Esta representación gráfica sirve para aclarar la funcionalidad y la operación de la plataforma modular.

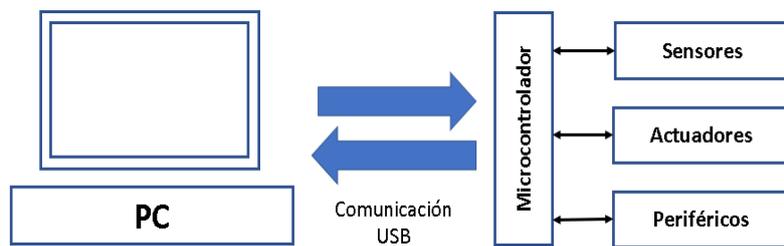


Fig. 1. Flujo de información y los sistemas involucrados de la plataforma modular

La Fig. 2 ilustra los temas fundamentales que se han considerado durante el desarrollo de la plataforma. Además, se destaca la interrelación entre estos temas, proporcionando una visión integral de los factores que han influido en la concepción y evolución de esta.

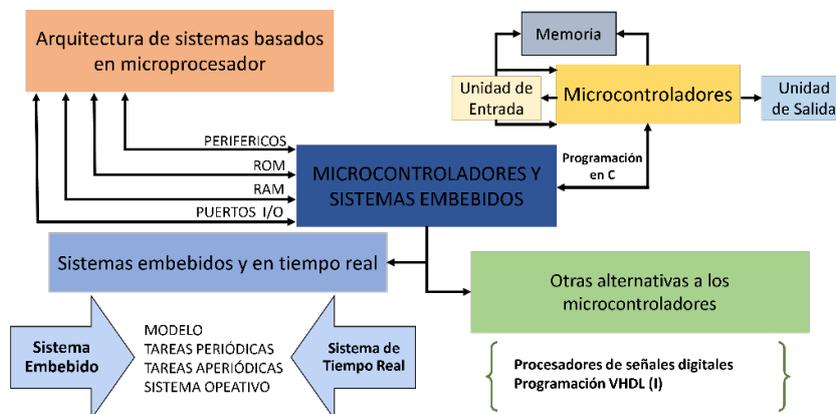


Fig. 2. Diagrama de bloques de los contenidos y su relación entre ellos para el desarrollo de la plataforma propuesta.

Cuestionario

El análisis de los requerimientos garantiza el diseño de circuitos precisos, tanto en aspectos técnicos y físicos. Con el fin de obtener datos cuantitativos o cualitativos que puedan ser analizados, se aplicó un cuestionario a 41 personas: 37 estudiantes matriculados en el ciclo académico: abril - agosto 2022, 4 profesores que pertenecen al área de electrónica y control [7], con el fin de determinar los requerimientos y especificaciones en el diseño de la estructura. En la Tabla 1 se determinan los principales.

Tabla 1. Requerimientos obtenidos de la encuesta

Requerimientos	ID	Total	%
Implementación Entorno de Arduino	1	41	100%
Lenguaje de Programación C++	2	32	78,8%
Portable	3	41	100%
Didáctico	4	41	100%
Elementos adecuados para prácticas de laboratorio	5	36	87,8%
Serigrafía de acuerdo con norma	6	41	100%
Modular	7	33	80,5%

Por lo tanto, se crea una herramienta portátil y didáctica, para mejorar el proceso de aprendizaje de la asignatura de Microcontroladores y Sistemas Embebidos, siendo una referencia para el aprendizaje de la asignatura. Además, como segunda parte de la encuesta se definen los elementos más utilizados en los laboratorios, siendo los siguientes: diodos emisores de luz, pulsadores, potenciómetros, palancas de mando, teclado matricial, zumbador, relé, displays, sensores de temperatura, servomotores, sensores infrarrojos, sensor de distancia, fotoresistencias, microcontrolador Atmega328p con conexiones adicionales, Arduino Due, placa de pruebas, puente H y un módulo de comunicación Bluetooth; destacan más (ver Fig. 3).

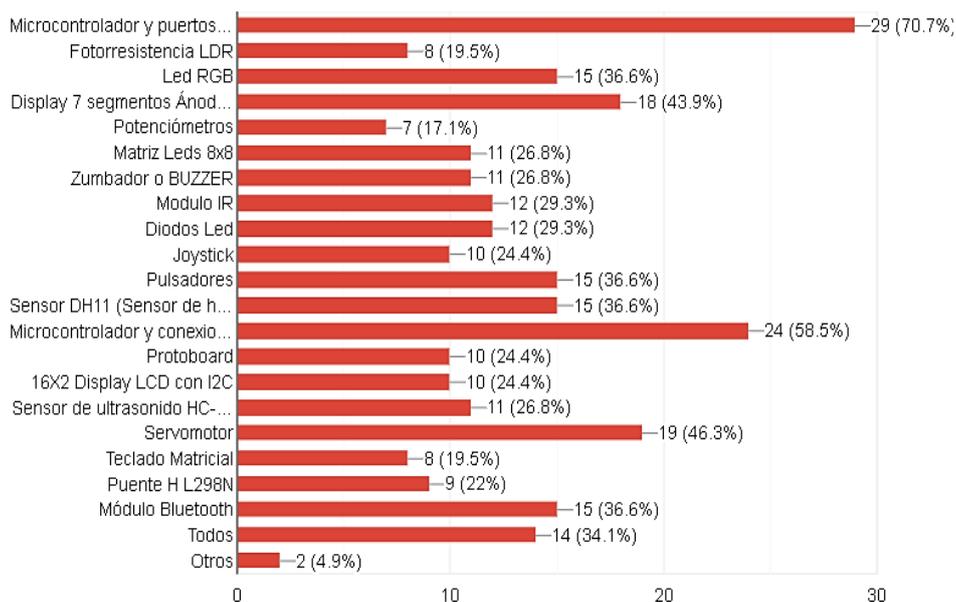


Fig. 3 Elementos principales de la plataforma modular

Módulos

La plataforma permite el desarrollo de prácticas de laboratorio, referentes a: control, automatización y potencia. Los recursos implementados son recopilados en los años de experiencia de docentes como estudiantes que cursaron la materia de "Microcontroladores y Sistemas Embebidos", o afines. La implementación del dispositivo para las prácticas permite el contacto directo del estudiante al llevar los sistemas simulados a modelos reales. Para el desarrollo del prototipo y simulaciones se empleó programas de código abierto para su software y hardware como: arduino, fritzing, circuitmaker y componentes de arduino.

El entrenador de microcontroladores está dividido en 20 módulos individuales. Los módulos están ubicados de manera estratégica, para un correcto uso y distribuciones en las conexiones de pines de estos (ver Tabla 2).

Tabla 2. Distribución estratégica de componentes.

#	Componentes	#	Componentes
20	Bluetooth	8	Sensor infrarrojo
16	Sensor de ultrasonido HC-SR04	6	Zumbador
14	Protoboard	2	Led RGB
12	Sensor DHT11	9	Diodos led
15	LCD Display 16x2 con I2C	5	Matriz led 8x8
13	Microcontrolador y conexiones	7	Arduino Due
17	Servomotores	3	Display 7 segmentos ánodo común
11	Pulsadores	1	Fotorresistencia LDR
19	Puente H L2298N	4	Potenciómetros
18	Teclado matricial 4X4	10	Joystick

Diseño

El diseño esquemático de cada módulo se realizó a través del software para la creación de Placas de Circuitos Impresos (PCBs), así se establece la ubicación idónea de cada elemento, se define el ancho del camino, el ruteo, serigrafía de cada componente y la visualización en 3D de cada módulo. Así, al ser cada módulo independiente plug and play, permite la reparación individual y corrección de fallas de éste. Las señales de envío y recepción de información con su respectiva alimentación son acondicionadas por el módulo 13 denominado "MICROCONTROLADOR y CONEXIONES ADICIONALES". El mismo, procesa la información que contiene el microcontrolador Atmega328p. Adicionalmente, en caso de ser necesario un mayor procesamiento, se puede utilizar el módulo 7 denominado "Arduino Due", que incorpora el Arduino Due, con el microcontrolador Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 de 32 bits a 84 MHz. Dependiendo del tipo de componentes que se vayan a utilizar, la alimentación y comunicación del microcontrolador varía. Como primera opción se puede utilizar el convertor USB a TTL Ch340, que suministra 5 VDC. Asimismo, como segunda opción, se cuenta con el plug para conectar una fuente externa, Fig. 4. De esta manera, no sobrepasan los voltajes que se especifican en [7].

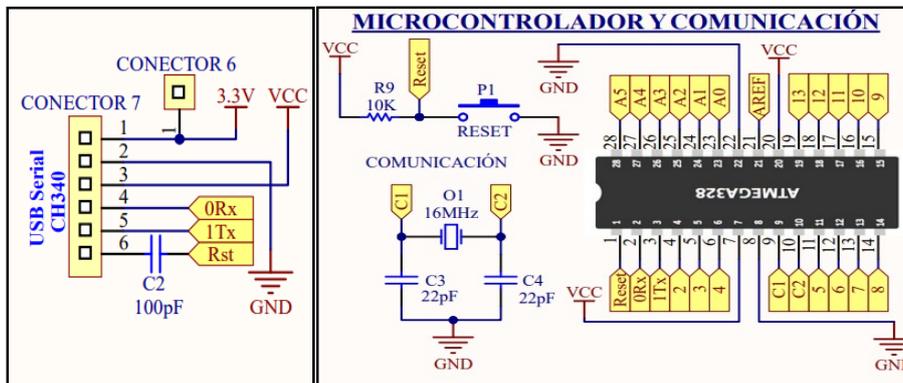


Fig. 4. Diagrama de configuración del microcontrolador Atmega328p

Para la identificación y ubicación de los componentes como los puertos de conexión de entrada, salida, y señales de alimentación (digitales, analógicas, voltaje y tierra), la serigrafía ayuda a los usuarios, tanto principiantes como avanzados, a utilizar y trabajar con las distintas placas que hay en el mercado de manera más eficiente. Se basó en las normas: IPC 600, IPC 610 e IPC 2221 [8].

En el diseño de la serigrafía, se tomó en cuenta los criterios de las normas: IPC 600, IPC 610 e IPC 2221 [8]. Esto permitió establecer los criterios para la ubicación de los componentes como los puertos de conexión de entrada y salida, y señales de alimentación (digitales, analógicas, voltaje y tierra), Fig. 5.

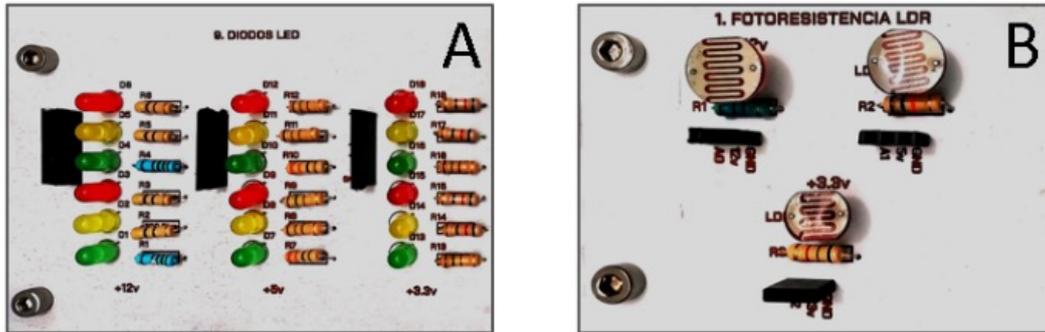


Fig. 5. Serigrafía de cada circuito Impreso

Nota. A =Serigrafía del módulo 9 “DIODOS LED”. B= Serigrafía del módulo “1. FOTORESISTENCIA”.

Con el fin de tener características como: facilidad de uso, amplia documentación, versatilidad y amplia compatibilidad, se conservó la similitud al Arduino UNO, Fig. 6. El orden de pines proporciona flexibilidad de conexión, configuración digital o analógica, compatibilidad con diferentes voltajes, facilidad de programación y disponibilidad de numerosos pines para la conexión de componentes.

Además, la información de serigrafía es libre y está disponible desde la página oficial de Arduino como: diagrama de distribución de pines, archivos Eagle en .zip, esquemas en .pdf, tamaño de tableros en .dxf y la hoja de datos técnicos [9].

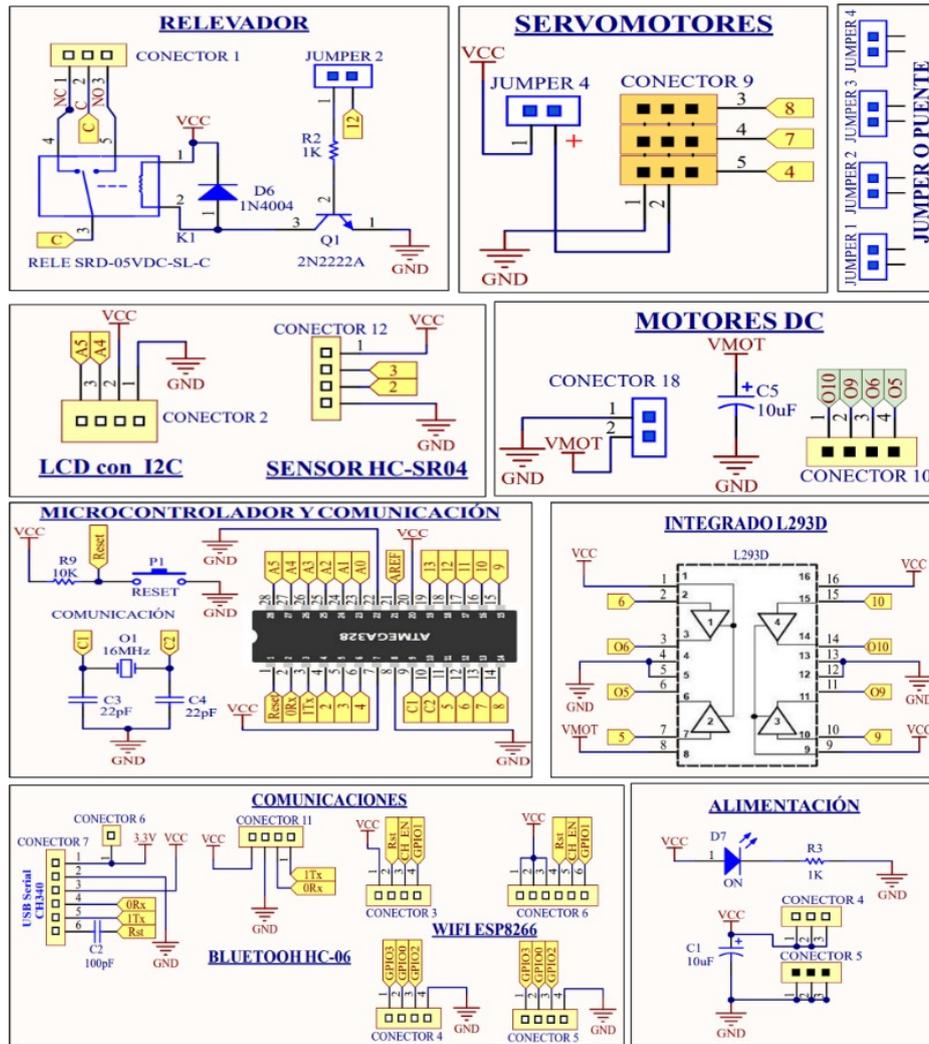


Fig. 6. Esquemáticos y distribuciones de pines según Arduino UNO HCR3 y adaptación del autor.

Construcción

Para la construcción se utilizó materiales de prototipado rápido como: FMD (Fibra de Madera de Densidad Media), acrílico y PETG. Además, se utilizó accesorios de fijación para unir las diferentes partes de la plataforma modular de manera permanente o temporal como: tornillos, tuercas y arandelas. Adicionalmente el diseño y construcción de la plataforma es adaptable a los laboratorios, y se convierte en una herramienta de trabajo en el desarrollo de proyectos. Es importante destacar que, cada módulo puede ser reubicado o complementado según las necesidades específicas de la práctica. El ensamblaje es sobre una estructura de prototipado rápido a través de un sistema de tornillos y tuercas. Los módulos desarrollados se los implementó bajo los requerimientos de los estudiantes y docentes como se indica en la sección 2.1. En la Tabla 3 se presentan los módulos con su descripción.

Tabla 3. Descripción de módulos

#	Módulo	Descripción de los módulos
1	LDR Fotorresistencia	- El resistor que tiene permite el aumento o disminución de la luz.
2	Led RGB	- El encapsulado del led RGB sirve para variar la luz con los colores primarios.
3	Display 7segmentos ánodo común	- Son 7 diodos que es posible todos los leds al mismo tiempo o por separado encender o apagar.
4	Potenciómetro	- Permite el paso o cierre de la intensidad eléctrica
5	Matriz de leds 8x8	- Comprendido por 64 luces en 8 columnas y 8 filas con un integrado Max7219.
6	Zumbador	- Indicador acústico que varía su sonido dependiendo a su programación.
7	Arduino Due	- Herramienta que incorpora para mayor procesamiento de información.
8	Sensor infrarrojo (IR)	- Sensor que mide la proximidad a través del infrarrojo y receptor.
9	Leds	- Indicador luminoso o emisor de luz, que la energía eléctrica lamina.
10	Joystick	- Control analógico que permite ubicar en dos posiciones X e Y.
11	Pulsadores	- Controla la variedad de dos estados lógicos 0 a 1.
12	Sensor Temperatura -Humedad	- Sensor digital que permite mediciones de humedad y temperatura.
13	Microcontrolador y conexiones adicionales	- Módulo principal de programación y ensamble de circuitos eléctricos con el módulo al incorporar el microcontrolador Atmega328p.
14	Protoboard	- Placa para ampliar conexiones y pruebas de componentes.
15	LCD Display 16x2 con I2C	- Pantalla de cristal líquido que integra: 2 filas y 16 columnas.
16	Sensor de ultrasonido	- Sensor que mide la distancia con ondas de envío y recepción de ultrasonido.
17	Servomotor	- Actuadores giratorios que se puede controlar velocidad y posición angular.
18	Teclado matricial	- Pulsadores de 4X4, que controlan de forma individual.
19	Módulo Puente H	- Circuito Integrado para el control y protección de motores con cargas más altas de energía.
20	Módulo Bluetooth	- Dispositivo para realizar la comunicación inalámbrica.

Normas de validación de los circuitos

La validación de los circuitos se realiza mediante las normas del Instituto de Circuitos Impresos (IPC) y simulaciones previas del montaje de componentes [1] y [2].

Normativas IPC 2221. La normativa IPC 2221, es una norma genérica que hace referencia al diseño de PCB y recomendaciones para la manufactura [10]. La misma se usa junto con la IPC 7351, la IPC T 50 y la IPC D 325.

Para conducir la corriente y el voltaje adecuado en cada pista, se debe considerar factores adicionales como: temperatura, humedad, espaciamiento eléctrico, la velocidad de la señal, inductancia y capacitancia. En las Tablas 4 y 5 se encuentran parámetros que fueron determinantes para definir las características y especificaciones de las placas de circuito impreso.

Tabla 4. Voltaje y Distancia

Voltaje (DC)	Distancia
0-15	0.2 mm
15-50	0.4mm-1mm
50-120	8-10 mm o más

Para garantizar el flujo de corriente, se define el tamaño del ancho de las pistas de acuerdo con la norma IPC-2221. A continuación, en la Tabla 5 se indica el ancho de pista en relación con la corriente.

Tabla 5. Ancho de pista y Corriente

Ancho de pistas (mm)	Corriente (Amperios)
0.25	0.3 mA
0.38	0.4 mA
0.5	0.7 mA
0.8	1A

Normativa IPC 610: Esta norma se centra en la aceptación de ensamblajes electrónicos, que indican la manera correcta de mejorar prototipos de diseños con normas de calidad de cada circuito impreso [8]. Se utiliza para comprobar la conexión de componentes, flujo de soldadura, continuidad en pistas, agujeros pasantes y la creación de un buen punto de soldadura con el fin de aliviar el estrés térmico.

Evaluación del proceso de aprendizaje práctico en ingeniería

En la educación, las herramientas que apoyan el proceso de aprendizaje son esenciales para facilitar resultados efectivos de enseñanza y aprendizaje. Al integrar plataformas de código abierto como Arduino y FreeRTOS, se facilita la enseñanza de sistemas integrados en tiempo real (RTES), sin necesidad de recursos físicos complejos. Utilizando herramientas como el simulador SimSo, los estudiantes pueden experimentar con conceptos clave de RTES, como la programación de tareas y la gestión de recursos, a través de una programación práctica y en tiempo real. [1]. Al integrar un enfoque de aprendizaje combinado que mezcla teoría y práctica, el estudio demuestra cómo el uso de la plataforma Arduino facilita el aprendizaje basado en proyectos, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades tanto en programación como en diseño. [7]. El potencial de una herramienta como apoyo en el proceso de aprendizaje se puede medir en función de varios factores. Un factor crucial es la alineación de la herramienta con los objetivos de aprendizaje esperados. Antes de que los educadores puedan determinar el potencial de una herramienta para apoyar el proceso de aprendizaje, primero deben identificar y establecer metas de aprendizaje claras.

El estudio se centra en la evaluación del aprendizaje práctico en ingeniería en la enseñanza de sistemas integrados en la educación secundaria profesional en Eslovaquia, destacando la importancia de plataformas accesibles como Arduino. El uso de micro-controladores no solo desarrolla habilidades técnicas, sino que también mejora la comprensión de los sistemas integrados y su aplicación a problemas reales. El enfoque basado en proyectos prepara a los estudiantes para futuros empleos en campos técnicos, alineados con estándares de la industria. La investigación resalta cómo el diseño de plataformas como Arduino puede optimizar la educación en ingeniería [12].

Resultados y Discusión

Se presenta el prototipo final, compuesto por diversos módulos individuales. Este diseño modular mejora la usabilidad y accesibilidad de la plataforma, facilitando su comprensión y optimizando su aplicación en el ámbito educativo, tanto para estudiantes como para docentes.

Prototipo

La plataforma contiene 20 módulos, los cuales contienen los componentes más utilizados en los laboratorios de microcontroladores, Tabla 6.

Tabla 6. Módulos de la plataforma modular

#	Módulo
1	LDR Fotorresistencia
2	Led RGB
3	Display 7segmentos ánodo común
4	Potenciómetro
5	Matriz de leds 8x8
6	Zumbador
7	Arduino Due
8	Sensor infrarrojo (IR)
9	Leds
10	Joystick
11	Pulsadores
12	Sensor Temperatura -Humedad
13	Microcontrolador y conexiones adicionales
14	Protoboard
15	LCD Display 16x2 con I2C
16	Sensor de ultrasonido
17	Servomotor
18	Teclado matricial
19	Módulo Puente H
20	Módulo Bluetooth

Los módulos se encuentran ubicados en relación con la disposición de pines de los componentes al microcontrolador, distribuyendo adecuadamente el número de entradas como de salidas para optimizar el número de cables en la conexión directa de los elementos (Fig. 7).

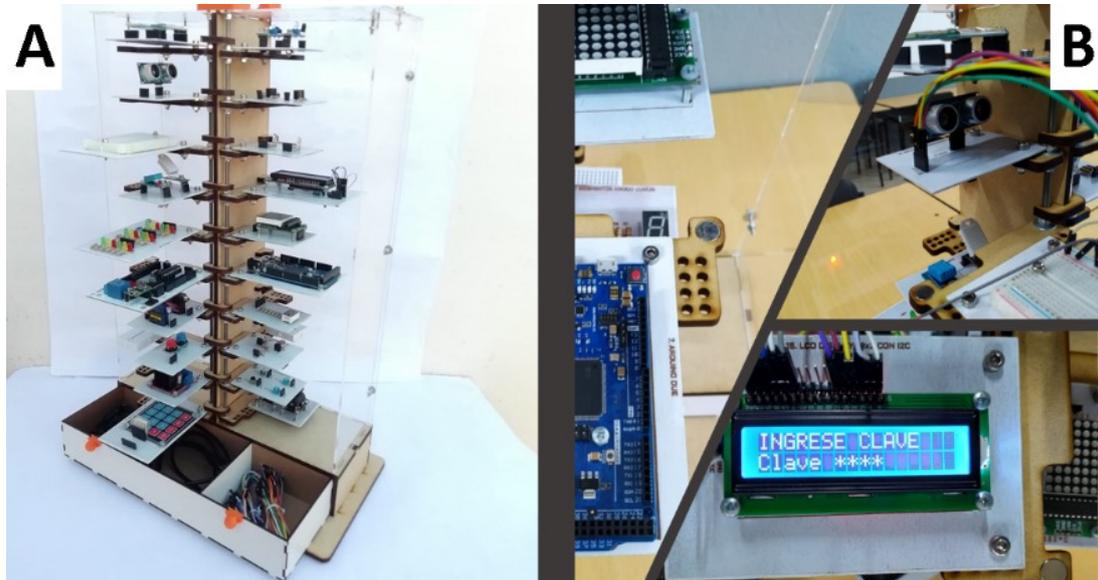


Fig. 7. Distribución de los módulos en la plataforma

Nota: A) Plataforma Modular, B) Elementos principales de la plataforma modular.

Pruebas del dispositivo

Las pruebas realizadas en los módulos y componentes abarcan: funcionamiento individual, comunicación entre módulos, recepción o envío de información desde la computadora a la plataforma portátil modular para la enseñanza de microcontroladores, en el entorno de Arduino y de alimentación con una fuente externa.

Pruebas: Se elaboraron tres laboratorios basados en los resultados de aprendizaje del sílabo de la materia de Microcontroladores y Sistemas Embebidos, que menciona: "Seleccionar la arquitectura deseada para implementar y programar sistemas basados en microprocesadores en función de las necesidades como requerimientos de la aplicación" [11]. Las guías para la validación del proyecto se desarrollaron según el trabajo de grado [7].

En el laboratorio (1) titulado "Automatización", el objetivo de la práctica es comprender el funcionamiento de indicadores (LEDs), sensores y actuadores que intervienen en procesos tecnológicos. Los módulos utilizados en la práctica son: M1 Fotorresistencia LDR, M9 Diodos led, M17 Servomotores, M13 Microcontroladores & Conexiones adicionales y finalmente, M14 Protoboard.

En el laboratorio (2) titulado "Domótica", el objetivo de la práctica es transmitir información para el control inteligente de una vivienda con interacción del usuario. Los módulos utilizados en la práctica son: M9 Diodos led, M17 Servomotores, M13 Microcontroladores & Conexiones Adicionales, M14 Protoboard, M18 Teclado matricial 4x4, M15 LCD Display 16x2 con I2C y finalmente, M4 Potenciómetros.

En el laboratorio (3) titulado "Potencia", el objetivo de la práctica es diseñar e implementar sistemas de potencia con Arduino. Los módulos utilizados en la práctica son: M13 Microcontroladores & Conexiones adicionales, M14 Protoboard, M15 LCD Display 16x2 con I2C, M12 Sensor DHT11, M4 Potenciómetros y finalmente, se utiliza un motor que utiliza 120VAC para su funcionamiento.

Con el fin de validar la respuesta de los estudiantes respecto a la plataforma modular, se aplica una encuesta a los estudiantes del ciclo académico (Octubre 2022 - Febrero 2023) de la asignatura de Microcontroladores y Sistemas Embebidos. Por lo tanto, la encuesta mide variables como: tiempo, conocimientos en relación con la plataforma modular, importancia del estudio, utilidad y productos similares. La información se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Preguntas de la encuesta

Preguntas	Tipo de Respuestas	Escala
A. ¿Considera que el tiempo asignado para la realización de prácticas es insuficiente dentro de las horas académicas designadas?	Si-No	
B. ¿Las prácticas de laboratorio son fundamentales durante los estudios universitarios con la implementación de Arduino?	Si-No	
C. Después de realizar la práctica con la plataforma modular de microcontroladores, elija la opción que mejor refleje su criterio: ¿contribuyó a mejorar sus conocimientos o no?"		X
D. Califique el uso de la plataforma modular de microcontroladores, 1 la nota más baja y 5 la más alta.		X
E. ¿Considera usted que la plataforma modular de microcontroladores, presentado en la clase demostrativa serviría para sus estudios?	Si-No	
F. ¿La plataforma modular de microcontroladores sería de utilidad en las clases de microcontroladores y sistemas Embebidos?	Si-No	
G. ¿Sería conveniente incorporar componentes adicionales utilizados en la materia de microcontroladores a la plataforma	Si-No	
H. ¿Has visto un producto similar?	Si-No	
I. ¿Recomendaría la plataforma: 1 nada probable, 5 muy probable?		X
J. ¿Qué es lo que más le gustó la plataforma modular?	Libre	

Resultados

La implementación de la plataforma modular portable para la enseñanza de microcontroladores proporciona herramientas que facilitan el ensamble de diversas prácticas de laboratorios. A su vez, incentiva e incrementa el interés a la investigación y desarrollo de la parte experimental de las materias técnicas. A continuación, en la Fig. 8 se presenta los resultados de la encuesta.

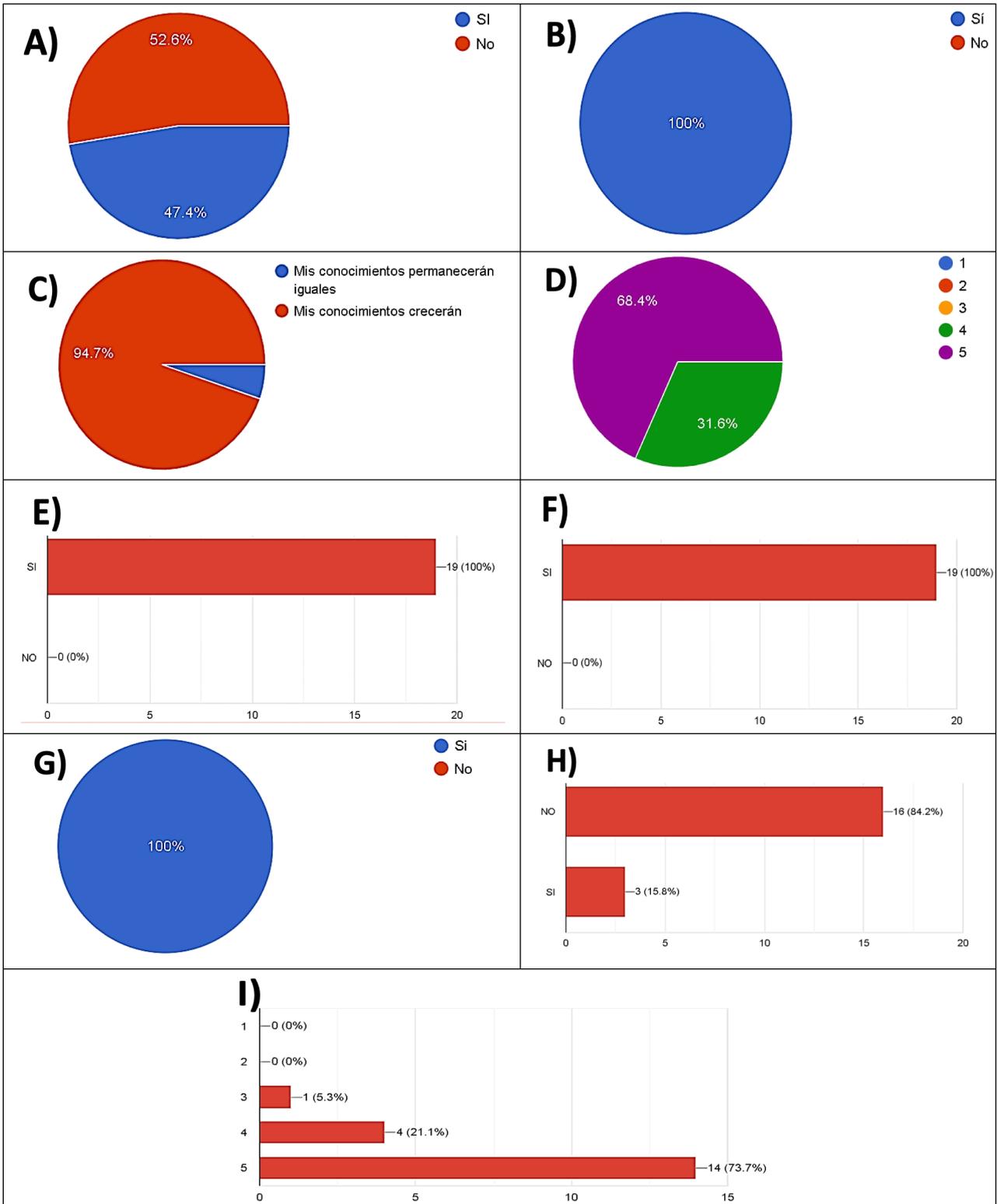


Fig. 8. Resultados obtenidos de la evaluación.

Análisis cuantitativo

Distribución de Respuestas

- Pregunta A: 47.4% de los estudiantes de acuerdo; 52.6% en desacuerdo.
- Pregunta B: 100% de aceptación entre los participantes.
- Pregunta C: 94.7% creen que sus conocimientos aumentarán; 5.3% piensan que se mantendrán iguales.
- Pregunta D: 100% de respuestas en puntuaciones altas; 68.4% eligieron 5 y 31.6% seleccionaron 4, indicando una evaluación positiva de la plataforma.

Evaluación de Concordancia Total

La evaluación de la plataforma mostró un consenso en las preguntas E, F y G, pero el 84.2% de los estudiantes respondió "No" en la pregunta H, indicando áreas de mejora. A pesar de esto, el 73.7% mostró una actitud positiva hacia el uso futuro, con una puntuación media de 4.63. Es crucial identificar fortalezas y áreas de mejora para optimizar versiones futuras.

Finalmente, para verificar el incremento en el nivel del aprendizaje de los estudiantes se aplicó una segunda encuesta de conocimiento sobre los temas de los laboratorios, las preguntas que se evaluaron se encuentran en la Tabla 8.

Tabla 8. Preguntas de la evaluación

Preguntas	Tipo de Respuestas	Escala
A. ¿Para qué nos sirve la realización de pruebas de funcionamiento y guías de laboratorio en el proyecto?		X
B. ¿Qué se recomienda hacer para optimizar las conexiones según la presentación del tema de titulación?		X
C. ¿Se debe sobrepasar los consumos de corriente y voltaje que se especifica en la hoja de datos técnicos?	Si-No	
D. ¿Puede adoptar un rango infinito de valores?		X
E. Es afirmativa la siguiente frase: "Arduino es una plataforma de hardware y software libre, por lo que es posible obtener su esquema electrónico y su diseño"	Verdadero-Falso	
F. ¿Cuál es el cerebro principal de Arduino, que permite el funcionamiento del mismo?		X
G. ¿Cuántos módulos tiene la plataforma modular de microcontroladores?		X
H. ¿Para qué sirve el conversor USB-SERIAL-CH340G?		X
I. ¿De cuántos bits es el microcontrolador ATmega328p del Arduino UNO?		X
J. ¿Con qué Voltaje trabaja el conversor USB-SERIAL-CH340G?		X

Una vez evaluados los estudiantes, se realizó un análisis de las respuestas, que se presenta en la Fig. 9.

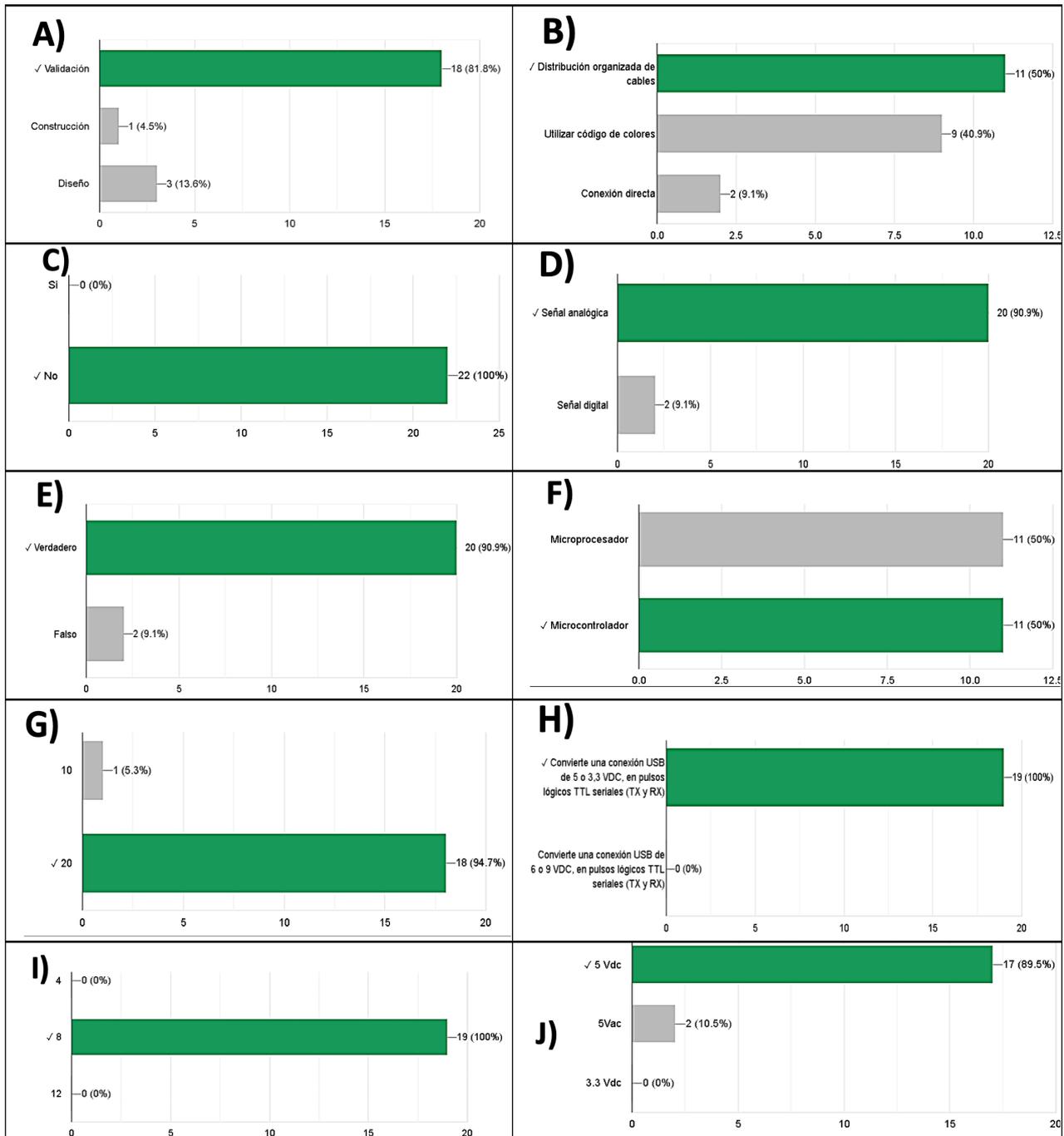


Fig. 9. Resultados obtenidos de la evaluación

Interpretación de Respuestas

- Pregunta A: La mayoría de los estudiantes comprendió la importancia de la validación, aunque un 18.1% mostró confusión, indicando la necesidad de refuerzo.
- Pregunta B: Los estudiantes están divididos en su comprensión sobre optimización de conexiones, sugiriendo la necesidad de enfatizar mejores prácticas en clases futuras.

- Pregunta C: Todos respondieron correctamente sobre límites de corriente y voltaje.
- Pregunta D: La mayoría identificó el concepto de señal analógica, pero un pequeño porcentaje podría beneficiarse de una revisión adicional.
- Pregunta E: La mayoría entiende la plataforma Arduino, aunque algunos requieren más información sobre hardware y software.
- Pregunta F: Existe confusión entre microprocesadores y microcontroladores, lo que indica una oportunidad de aclaración.
- Pregunta G: La mayoría comprendió la cantidad de módulos en la plataforma.
- Pregunta H: Todos entendieron el propósito del conversor USB-SERIAL-CH340G.
- Pregunta I: Comprensión total del microcontrolador ATmega328p.
- Pregunta J: La mayoría identificó correctamente el voltaje de operación, aunque algunos necesitan más claridad.

Resumen de Efectividad en el aprendizaje

Promedio de respuestas correctas: Para evaluar la efectividad general, podemos calcular el promedio de respuestas correctas en las preguntas. La mayoría de las preguntas tienen un alto porcentaje de respuestas correctas, lo que indica un buen nivel de retención de conocimiento.

Consenso total en preguntas clave: Las preguntas C, H, e I obtuvieron un 100% de respuestas correctas. Demuestra una efectividad del 100% en esos temas específicos.

Áreas de mejora: Las preguntas B y F, con un 50% de respuestas correctas cada una son áreas que podrían beneficiarse de una revisión más profunda. Esto sugiere que los temas de organización de cableado y la diferencia entre microprocesador y microcontrolador requieren una mayor aclaración en la enseñanza.

El análisis cuantitativo detallado demuestra que, la plataforma es efectiva en la mayoría de los temas evaluados, con un alto nivel de respuestas correctas en todas las preguntas. Aunque hay áreas con menor precisión, en general, la plataforma cumple su propósito educativo. Los resultados demuestran que los estudiantes evidencian un mejor aprendizaje al usar la plataforma en las clases prácticas de laboratorio.

Conclusiones

- La plataforma de enseñanza desarrollada ofrece una contribución significativa en la educación de prácticas de laboratorio, facilitando una interacción eficiente y directa con tecnologías de código abierto, tanto de software como de hardware. Esta integración práctica permite a los estudiantes adquirir habilidades críticas en un entorno controlado y accesible.

- Diseñada como una plataforma modular para microcontroladores, cuenta con 20 módulos independientes, cada uno adaptado a los contenidos específicos del plan de estudios. Estos módulos permiten el aprendizaje en áreas clave como la automatización, robótica, Internet de las cosas (IoT) y sistemas embebidos, lo cual responde a una demanda creciente en el ámbito de la formación técnica.
- Aspectos como la portabilidad, la capacidad de comunicación entre módulos y un diseño compacto fueron considerados en el desarrollo de la plataforma, resultando una herramienta adaptable y fácil de manejar. Estas características, alineadas con las mejores prácticas en educación tecnológica, según estudios recientes, permiten que la plataforma se ajuste a distintos entornos educativos.
- El prototipo se construyó en placas de circuito impreso, optimizadas para facilitar el mantenimiento, la disposición de los componentes permite reemplazar piezas en caso de daño, asegurando una durabilidad superior. Asimismo, el uso de microcontroladores como el Arduino Due y la incorporación de elementos visuales, como la pantalla LCD 16x2 con I2C, facilitan la comprensión de conceptos complejos en electrónica y el papel de actuadores y sensores en sistemas integrados, abordando aspectos destacados en la literatura sobre educación en electrónica.

Referencias

- [1] IPC, «IPC-A-610D SP Aceptabilidad de Ensamblés Electrónicos,», 2017.
- [2] Chia, K. S. (2022). An Integration of Open-Source Resources in Distance Teaching for Real-Time Embedded System Using Arduino Microcontroller and Freertos. *International Journal of Integrated Engineering*, 14(6), 194-205.
- [3] F. Bertamini, K. Bordón y L. Roca, «Desafíos del comercio electrónico en los PMDER y posibles acciones a seguir,» 1 Junio 2021. [En línea]. Available: http://www2.aladi.org/biblioteca/Publicaciones/ALADI/Secretaria_General/SEC_di/2900/2962.pdf.
- [4] Pereira, R., de Souza, C., Patino, D., & Lata, J. (2022). Platform for Distance Learning of Microcontrollers and Internet of Things. *Ingenius*, (28), 53-62.
- [5] J. P. Vásquez Lomas, «PLACA ENTRENADORA DE MICROCONTROLADORES, PARA LABORATORIOS DE SISTEMAS EMBEBIDOS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE,» 2022.
- [6] Arduino, «Esquemático Arduino (TM) UNO Rev3,» 2020. [En línea]. Available: https://content.arduino.cc/assets/UNO-TH_Rev3e_sch.pdf. [Último acceso: 1 feb 2020].
- [7] UTN, «Portafolio Estudiantil-Silabo-Microprocesadores y Sistemas Embebidos,» 2021. [En línea]. Available: <https://cloud2.utn.edu.ec/ords/f?p=109:5:14828389905593:::..>
- [8] Nayak, A., Hiremath, N., Garagad, V., & Chickerur, S. (2022, March). Teaching Microcontrollers-using Arduino as a Platform. In 2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 941-945). IEEE.
- [9] Betancur Chicué, V., & García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. M., «Características del Diseño de Estrategias de microaprendizaje en escenarios educativos: revisión sistemática.,» RIED. *Revista iberoamericana de educación a distancia.*, 2023.

- [10] IPC, «IPC-A-610D SP Aceptabilidad de Ensamblados Electrónicos,», 2017.
- [11] Quinapaxi Cabrera, E. M., «Caracterización dieléctrica y de conductividad de un sustrato FR4 utilizando resonadores circulares en tecnología microstrip para la Banda L.,» (Bachelor's thesis, Quito: EPN, 2022.), 2022.
- [12] Apriani, N. K., Doyan, A., Sridana, N., & Susilawati, S., «The validity of Physical Learning Device Based on Discovery Learning Model Assisted by Virtual Laboratory,» 2020. [En línea]. Available: <https://scite.ai/reports/10.29303/jppipa.v6i2.413>.
- [13] Sulawanti, E. V., Ramdani, A., & Artayasa, P., «The Validity of Blended Learning-Based Laboratory Inquiry Learning Tools,» 2021. [En línea]. Available: <https://scite.ai/reports/10.33394/j-ps.v9i1.3965>.
- [14] Tuček, D., Koprda, Š., Magdin, M., Balogh, Z., & Reichel, J. (2020, November). Usage of the Arduino and other embedded systems in secondary vocational education in Slovakia. In 2020 18th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA) (pp. 712-717). IEEE.

EOE
EDITORIAL
UIN
IBARRA - ECUADOR



latindex

Google Scholar


Crossref


RERCIE
Red de Editores y Revistas Científicas Ecuatorianas

MIAR
Matriz de Información para el
Análisis de Revistas

ORCID
iD
Open Researcher and Contributor ID