

# Interdisciplinariedad aplicada a la robótica en la enseñanza de física

Interdisciplinarity applied to robotics in the teaching of physics

María Luz del Valle Quiroga<sup>1,2</sup>, Lidia Ana Leiva<sup>1</sup>, Nydia María Inés Ríos<sup>1</sup>,  
Martín Rafael Herrera<sup>3</sup>, Gustavo Adolfo Juárez<sup>2</sup>, Silvia Inés Navarro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colegio del Carmen y San José, San Fernando del Valle de Catamarca, Junín 719, CP 4700, Argentina.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, Av. Belgrano 300, CP 4700, Catamarca, Argentina.

<sup>3</sup>Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca, Maximio Victoria 604, CP 4700, Catamarca, Argentina.

\*E-mail: [silvina.facen@gmail.com](mailto:silvina.facen@gmail.com)

## Resumen

El objetivo de este trabajo es promover en los estudiantes la adquisición de estrategias de resolución de problemas por proyecto en robótica, por medio de la interdisciplinariedad, utilizando los recursos que brindan las distintas áreas de conocimiento. Los resultados obtenidos de los trabajos de laboratorio por proyecto en robótica presentados fueron satisfactorios, ya que permitió en los estudiantes aprender a desarrollar sus propios métodos y técnicas de solución a problemas planteados en su contexto social.

**Palabras clave:** Interdisciplinariedad; Física; Robótica educativa; Aprendizaje basado en proyecto; Programación.

## Abstract

The objective of this work is to promote students' acquisition of project-based problem-solving strategies in robotics, through interdisciplinarity, using the resources provided by the different areas of knowledge. The results obtained from the robotics project laboratory work presented were satisfactory, since it allowed students to learn to develop their own methods and techniques for solving problems posed in their social context.

**Keywords:** Interdisciplinarity; Physical; Educational robotics; Project based learning; Programming.

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el mundo se ha caracterizado por cambios y desafíos constantes, impulsada por las nuevas tecnologías y los entornos digitales, a las que nos hemos ido familiarizando, dado que ocupan tiempos y espacios en nuestras vidas. Su dominio es clave para la integración plena a la sociedad y al mundo del trabajo, tanto en el presente como en el futuro; pero, desde su surgimiento, la velocidad para adquirir capacidades genéricas y experiencias se ha tornado vertiginosa y la escuela no queda exenta de la misma.

Uno de los avances fue la inclusión de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación, la cual ha llevado a una importante mejora en los procesos de enseñanza y aprendizaje, brindando nuevos materiales de apoyo didáctico, que permiten a los estudiantes diseñar y construir sus propios proyectos, con la guía del docente aportando a ser más activo en su participación en el aula.

En diversos países de la Unión Europea, la Robótica forma parte del currículo educativo obligatorio. En la República Argentina, el 12 de septiembre de 2018, el Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Nación (MECCyT) mediante Resolución N° 343/18, aprobada por el Consejo Federal de Educación, establecen los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP) de Educación Digital, Programación y Robótica. Estos NAP, fueron instaurados para dar pleno cumplimiento a la Ley de Educación Nacional N° 26.206, *que establece la necesidad de desarrollar las competencias necesarias para el manejo de los nuevos lenguajes, producidos por las tecnologías de la información y la comunicación.* (p.7)

Dado que, en la Provincia de Catamarca, el currículo educativo vigente, no incluye la enseñanza de la Programación y la Robótica como espacio curricular definido. Se propone acercar a los estudiantes contenidos de las Ciencias de la Computación, desde el área Educación Tecnológica como andamiaje instrumental, e integrar interdisciplinariamente los saberes abordados en las distintas áreas, llevando a los estudiantes a mejorar su desempeño escolar.

Por tanto, aplicando el enfoque interdisciplinario, nos lleva a la práctica pedagógica que constituye la organización de los aprendizajes, la articulación y contextualización de los contenidos disciplinares, donde se integran diferentes métodos formativos que favorecen el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esto suscita en los estudiantes la interrelación de conocimientos, habilidades y capacidades, que les permite interpretar y resolver problemas de la vida cotidiana; llevándolo a comprender lo que ocurre en su contexto social, y a obtener soluciones construidas desde su propio aprendizaje. Piaget (1979), considera

*Nada nos compele a dividir lo real en compartimentos estancos, o en pisos simplemente superpuestos que corresponden a las fronteras aparentes de nuestras disciplinas científicas, y, por el contrario, todo nos obliga a comprometernos en la búsqueda de instancias y mecanismos comunes. La interdisciplinariedad deja de ser un lujo o un producto ocasional para convertirse en la condición misma del progreso.* (Piaget, 1979, p.141)

La interdisciplinariedad constituye una alternativa, que permite darle significatividad a la tarea didáctica, porque esta tiene un fuerte componente de acción estudiantil y una buena dirección pedagógica. Al unirse las dos estrategias, se crea un clima de aula, que inducen nuevos aprendizajes facilitando y ayudando al estudiante a superar obstáculos y resolver problemas, generando un ambiente de aprendizaje continuo (Guerrero, 2019).

Por otro lado, la Robótica parte del principio piagetiano de que no existe aprendizaje, si no hay intervención del estudiante en la construcción del objeto de conocimiento (Ruiz, 2007). Por ello, la educación en robótica busca despertar el interés de los estudiantes creando entornos propicios, en los cuales ellos desarrollen conceptualizaciones que les permitan abordar problemas de índoles cotidianos, relacionados con el uso de la tecnología, y lograr obtener soluciones.

Como estrategia de enseñanza se aplica el *aprendizaje basado en problema* (ABP), cuyo enfoque integrador permite promover el aprendizaje de conceptos y principios por parte de los estudiantes, favoreciendo su desarrollo cognitivo y el pensamiento crítico. La abstracción, la adquisición y el manejo de información adquirido por el estudiante, le posibilita una participación más activa en la clase, llevándolo a mejorar la capacidad de resolución de problemas y a una apertura e interdependencia positiva orientada en la construcción conjunta de su conocimiento. También la empatía, la gestión de emociones, la reflexión, la cooperación, la toma de decisiones y comunicación del aprendizaje, favorecen en su desempeño.

El ABP es un método de enseñanza y aprendizaje, que procura que el estudiante construya su conocimiento sobre la base de una situación problema de tipo abierto, en la que le permita vincular los conocimientos curriculares con situaciones de la vida real, disminuyendo así la distancia existente entre el conocimiento científico y los saberes usados en la cotidianidad. Para ello, los estudiantes asumen el rol de solucionadores de dicho problema que benefician a la comunidad, mientras que el docente es guía y tutor del proceso de aprendizaje, a fin de lograr un nivel profundo en la comprensión de la situación problema planteado.

## II. ROBÓTICA: SU IMPLEMENTACIÓN

La enseñanza de la robótica resulta un medio y un fin educativo. Acercando esta tecnología al estudiante se busca promover las habilidades creativas, lógicas y algorítmicas. Esta propuesta destaca el uso de los robots como material concreto para el aprendizaje de la programación, lo que permite un tipo de experimentación diferente en el estudiante, generando un alto nivel de motivación en ellos. Las construcciones que emplean este tipo de tecnologías ofrecen la posibilidad de realizar nuevas experiencias científicas, relacionadas con fenómenos cotidianos.

Los estudiantes necesitan conocer y comprender cómo funcionan los sistemas digitales, soporte material fundamental de la sociedad actual y de sus principales consumos culturales, a fin de poder construirlos o reconstruirlos sobre la base de sus intereses, sus ideas y en función de su realidad sociocultural. Esto requiere abordar aspectos técnicos relativos a las ciencias de la computación y a la programación, aplicados a situaciones del mundo real.

El aprendizaje de la robótica sustentado en la programación es necesario para introducir a los estudiantes en la comprensión de las interacciones entre el mundo físico y el virtual. Asimismo, resulta apropiado para entender tanto la relación entre códigos y comandos, como otros principios de las ciencias de la computación. Además de ser un campo de la tecnología digital de creciente importancia en la sociedad actual, la robótica genera en los estudiantes un alto nivel de motivación, lo cual la convierte en un recurso pedagógico sumamente eficaz.

La programación en el aula y la robótica educativa, son la mejor manera de acercar la tecnología a los niños y jóvenes, convirtiéndolos en creadores y no solo en consumidores. Los proyectos educativos de robótica, sientan las bases de la programación, física y matemática; mediante el uso de metodologías, materiales, kits de robótica, diseñados para crear, programar y codificar distintos tipos de robots en el aula.

### III. PROPUESTA DIDÁCTICA

La presente propuesta didáctica está enfocada interdisciplinariamente, a los espacios curriculares de Física Clásica cuyo eje temático “Fenómenos Electromagnéticos”, a la Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) el eje temático “La computadora: hardware y software”, y matemáticas. A partir, de estos contenidos se presenta una guía de trabajo de laboratorio por proyecto en robótica, donde el estudiante con la guía del docente propone un problema dentro de su contexto social, como son “*las playas de estacionamiento*”, la cual deben obtener una solución. Esto resulta como una estrategia, que permite al sujeto de aprendizaje apropiarse de los conceptos físicos, matemáticos y tecnológicos con miras a desarrollar capacidades, trabajo colaborativo y habilidades en el uso adecuado de las TIC, para la construcción colectiva de saberes.

Dicha propuesta está destinada a los estudiantes del cuarto año, nivel secundario, turno mañana, que asisten a la Institución Educativa Colegio del Carmen y San José de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, de situación socioeconómica de clase media. Los estudiantes poseen conocimientos de física clásica, matemática e informática y tienen acceso a tecnologías digitales, ya que la Institución cuenta con una sala de informática equipada con recursos digitales, lo cual facilita la práctica de lenguajes de programación. Como así también, se posee componentes electrónicos para el armado de los kits del proyecto asignado. A continuación, se detalla la implementación de la guía de trabajo de laboratorio por proyecto en robótica, que es un procedimiento activo de aprendizaje donde los estudiantes son protagonistas.

#### *Objetivos General.*

Promover en los estudiantes la adquisición de estrategias de resolución de problemas por proyecto en robótica, por medio de la interdisciplinariedad, a partir de los recursos que brindan las distintas áreas de conocimiento.

#### *Objetivos Específicos.*

Desarrollar el trabajo por proyecto vinculando la programación y robótica, a partir de instrucciones básicas orientadas por el docente.

Construir el conocimiento, estimulando el aprendizaje a partir de los errores obtenidos.

Estimular el trabajo colaborativo entre pares, a partir de la socialización y la colaboración.

Desarrollar el orden y la coordinación en el ensamblaje de las partes que conforma el proyecto de una maqueta.

#### *Contenidos mínimos.*

Fenómenos electromagnéticos: circuitos eléctricos. Aplicación de conceptos físicos para el estudio de los componentes electrónicos y su funcionalidad: sensores de proximidad y actuadores. Principio básico de la programación. Lenguaje de programación: Arduino.

#### *Población de estudio:*

Se trabaja con una muestra conformada por treinta alumnos que cursan el cuarto año-Nivel Secundario del Colegio del Carmen y San José, correspondiente a la asignatura Física Clásica desarrollándose los contenidos de Fenómenos Electromagnéticos. La aplicación de este contenido, permite llevar a la práctica los conceptos teóricos de los componentes electrónicos, mediante el armado de un prototipo de playa de estacionamiento, por medio de la programación y la robótica educativa como estrategia de enseñanza. El tiempo para la implementación de esta propuesta, es de siete módulos de clase de ochenta minutos cada uno. Las clases de laboratorio se organizan en seis grupos de trabajo, conformados cada uno de ellos por cinco alumnos, a modo de mejorar las habilidades interpersonales y de comunicación.

#### *Metodología de trabajo:*

Se detallan los pasos a seguir para plantear y obtener una solución al problema propuesto, el cual consiste en:

- Presentación de la situación problemática: La hora de entrada y salida a las playas de estacionamientos cercanas al Colegio del Carmen y San José se tornan un caos, muchas veces los vehículos ingresan y tienen que volver a salir dado que no se dispone de plaza para estacionar, esto hace que se forme un cuello de botella en la calle. El encargado que cobra en el sector de salida, no puede controlar el ingreso constante de vehículos. Se propone pensar en un





FIGURA 1. (a) Maqueta con visualización para el ingreso de vehículos; (b) Maqueta con visualización de estacionamiento lleno.

### C. Descripción técnica de los componente eléctricos

Los componentes que forman parte de un circuito electrónico son: Hardware utilizado OpenSource (código abierto), 1 placa Arduino Mega R3 2560 (Microcontrolador: ATmega2560) con puertos de entrada/salida, 1 cable USB Ch340, 1 fuente de alimentación de 5 V, 1 protoboard 830 puntos Arduino Breadboard – pdiy, 2 módulo Detector Sensor de Obstáculo infrarrojos Flying-fish, 2 servo Motor SG 90 – 180 Grado, 1 módulo Pantalla Led de Semáforo Creativo para Arduino 3.3V – 5V, Cables conectores y 1 display LCD Arduino16x02 Backligh Azul, tal se muestra en la (figura 2).

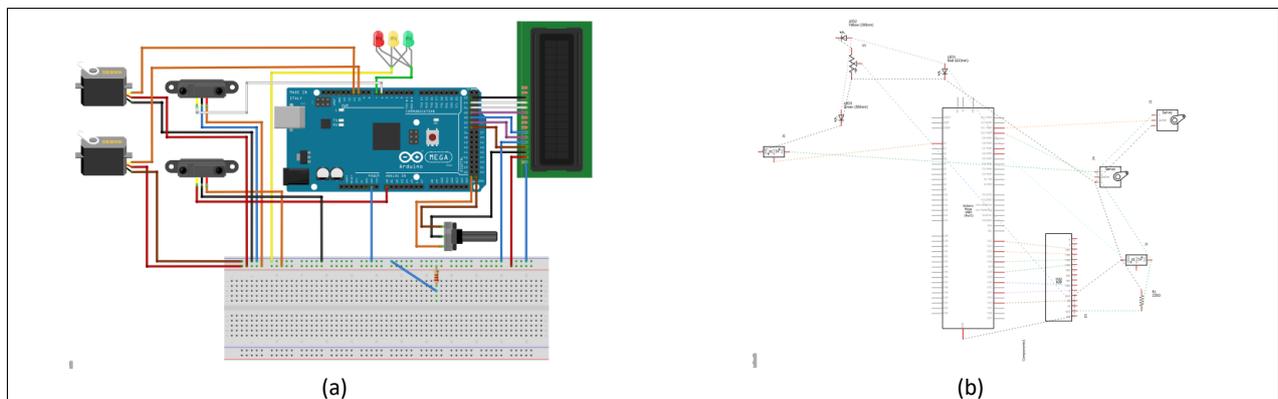


FIGURA 2. (a) Diagrama de conexión físico realizado por medio del programa Fritzing; (b) Diseño del circuito eléctrico mediante programa Fritzing.

*El sistema consta de:*

- Placa Arduino Mega 2560: es una placa basada en un microcontrolador ATmega2560, versátil y potente que se emplea en proyectos de electrónica, programación y robótica. En ella se pueden grabar instrucciones (programar) para crear programas que interactúen con los circuitos que hayamos montado en la placa. Esta placa presenta un conjunto de cabezales que permiten conectar los pines de entradas y salidas (E/S) de modo analógico y digital.
- Una Breadboard o Protoboard: es una placa, que presenta pequeños orificios conectados eléctricamente. Estas placas siguen arreglos o patrones de líneas, en donde los orificios de una misma fila están conectados entre sí y los orificios en filas diferentes no. Las protoboards tienen tres partes: el canal central, las pistas, y los buses. Estas nos permiten insertar componentes electrónicos y cables para el armado y prototipado de circuitos electrónicos y sistemas similares, sin la necesidad de soldar o desoldar componentes.
- Sensores infrarrojos: son detectores de obstáculos, es decir, dispositivos que detectan la presencia de un objeto mediante la reflexión que produce en la luz. Estos disponen de un LED emisor de luz infrarroja y de un fotodiodo que recibe la luz reflejada de un obstáculo. Estos tienen tres pines, en donde dos se utilizan para la alimentación del sensor y el tercero se conecta a tierra.
- Servo: es un dispositivo motor de corriente continua, que permite controlar con gran precisión la posición y movimientos de su eje, es decir convierte la energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción de un campo magnético.
- Semáforo: es un módulo con diodos emisores de luz led (rojo, amarillo, verde), que presenta cuatro terminales o pines que corresponden a cada color y un GND.

- *Display LCD Arduino16x02 Backligh Azul*: es un display de cristal líquido que se utiliza para mostrar información alfanumérica de proyectos de Arduino. Estos display tienen 16 pines.
- *Conectores*: son cables con un conector en cada punta (o a veces sin ellos), que se emplea para interconectar entre sí los componentes en una placa de pruebas. Se utilizan para transferir señales eléctricas de cualquier parte de la placa de prototipos a los pines de entrada/salida de un microcontrolador.
- *Potenciómetro*: es una resistencia variable, el cual se varía manualmente la resistencia para controlar el flujo de corriente en un circuito eléctrico. El potenciómetro presenta tres pines o terminales de conexión: 1, 2 Y 3.

*Para el ingreso del estacionamiento tenemos:*

- Para el sensor infrarrojo de ingreso se conectó cada pin a: el OUT al Pin A0, el GND al bus negativo de la protoboard y el VCC al bus positivo de la protoboard.
- Para el servo de ingreso se conectó cada pin a: PWM (señal) al Pin 10 de la Placa mega, el VCC a bus positivo de la protoboard y el GND al bus negativo de la protoboard.
- Para el semáforo, tenemos el pin GND conectado al bus negativo de la protoboard, el pin R al pin digital 6 de la Placa mega, y el G al pin 7 de la Placa mega.
- Para el *Display LCD*  
El pin "RS" controla en qué parte de la memoria LCD se están escribiendo los datos, se conecta al Pin 34 de la Placa Mega.  
El pin (R/W) de lectura/escritura se conecta al bus negativo de la Protoboard.  
El pin E "enable", que habilita los registros se conectó al pin 32 de la Placa Mega.  
Los pines de datos D0, D4, D5, D6 y D7, se conectaron a los pines 30, 28, 26, 24 y 22 respectivamente.  
El pin V0 se conectó al terminal 2 del potenciómetro.  
El pin VDD al bus positivo de la protoboard.  
El pin VSS al bus negativo de la protoboard.
- Para el potenciómetro, el terminal 1 al bus positivo de la protoboard, el terminal 2, al pin V0 del semáforo y el terminal 3 al bus negativo de la protoboard

*Para el egreso del estacionamiento tenemos:*

- El sensor infrarrojo que se encuentra a la salida del estacionamiento, se conectó el OUT al Pin 6, el GND a los buses negativo de la protoboard y el VCC a los buses positivo de la protoboard.
- Para el servo de egreso se conectó cada pin a: PWM (señal) al Pin 11 de la Placa mega, el VCC a bus positivo de la protoboard y el GND al bus negativo de la protoboard.

Además se conectó el bus negativo de la protoboard al GND de la Placa mega y el bus positivo de la protoboard a 5V de la Placa Mega. A su vez la Placa mega se conectó a la notebook por medio de cable USB para alimentar de corriente y permitir su funcionamiento.

## V. EVALUACIÓN

La evaluación será de tipo formativa y continua, enfocándose en el proceso de aprendizaje del estudiante a fin valorar los aciertos y logros alcanzado durante el proceso de construcción del aprendizaje. La misma consiste en la presentación de una exposición oral áulica del prototipo y el funcionamiento del mismo, en el que cada grupo expondrán sus trabajos en diferentes estaciones, y recibirán aportes de sus propios compañeros que lo lleva a mejorar su trabajo. Dicha exposición tiene por objeto evaluar capacidades genéricas tales como aprendizaje autónomo, conocimientos de física transferibles a otros contextos, capacidad de análisis y de síntesis, capacidad de organización y planificación, comunicación y trabajo colaborativo.

También se trabajó con checkpoints para que cada alumno pueda reflexionar sobre su participación, compromiso y responsabilidad en el proyecto en robótica.

La implementación de la propuesta de aula se evalúa mediante rúbricas, para valorar el desempeño de los estudiantes. La matriz, con sus respectivos criterios específicos asignará un valor a cada desempeño basándose en una escala de niveles que evidencien el aprendizaje de los mismos, tal se detalla en la tabla I.

TABLA I. Rubrica de evaluación.

Indicadores de logro	Niveles de desempeño		
	Superó	Alcanzó	En proceso
<b>(A) Planteo de un Problema y su Solución</b>	Identifican claramente el problema y plantean un diseño adecuado para resolverlo.	Identifican el problema, aunque la solución que proponen no lo resuelve del todo.	No identifican el problema, no presentan una solución al mismo.
<b>(B) Reconocimiento de los Componentes Electrónicos</b>	Reconocen todos los componentes electrónicos propuestos para el proyecto.	Reconocen algunos de los componentes electrónicos propuestos para el proyecto.	Reconocen escasamente los componentes electrónicos propuestos para el proyecto.
<b>(C) Creatividad en el Diseño del Prototipo</b>	Diseñan creativamente y seleccionan los materiales adecuados para la construcción del prototipo. Todos los componentes están ubicados correctamente.	Los materiales son los adecuados, pero no demuestra creatividad en la construcción del prototipo. Los componentes no están ubicados correctamente.	No lograron presentar el prototipo.
<b>(D) Programación y Funcionamiento</b>	Los algoritmos e instrucciones utilizados para resolver el ejercicio son correctos. El prototipo funciona adecuadamente.	Los algoritmos e instrucciones utilizados para resolver el ejercicio no son del todo correctos. El prototipo funciona parcialmente.	No realizaron la programación.
<b>(E) Actitud hacia el Aprendizaje</b>	Trabajan en grupo, se hicieron preguntas, compartieron sus ideas y acordaron la solución.	Trabajan en grupo, pero ante una dificultad no pudieron resolverlo.	No trabajaron en grupo, y no presentaron una solución al problema.
<b>(F) Dominio de vocabulario</b>	Expresan con claridad y fluidez el trabajo realizado.	Expresan medianamente el trabajo realizado.	No defendieron el trabajo propuesto.

Los resultados estadísticos de la aplicación de la rúbrica detallan el nivel de aprendizaje alcanzado por los alumnos a través de los indicadores tomados como ejes evaluativos, (figura 3). *Planteo del problema y su solución* (A), el porcentaje de alumnos que superó las expectativas, identificando claramente el problema y planteando un diseño adecuado para resolución fue del 70%, mientras que el 25% alcanzó las expectativas logrando plantear el problema, aunque la solución que propusieron no fue resuelta de modo completo, mientras que el 5% debe de seguir con el proceso, ya que no identifican el problema, por lo tanto, no presentan una solución al mismo. *Reconocimiento de los Componentes Electrónicos* (B), el porcentaje de alumnos que superó las expectativas, reconociendo los componentes electrónicos propuestos para el proyecto es el 75%, mientras que el 20% alcanzó las expectativas, dado que no lograron reconocer algunos de los componentes electrónicos propuestos para el proyecto y el 5% sigue con el proceso, ya que escasamente reconocen los componentes electrónicos propuestos para el proyecto. *Creatividad en el Diseño del Prototipo* (C), los alumnos que diseñaron creativamente y seleccionaron los materiales adecuados para la construcción del prototipo lograron superar las expectativas el 60%, un 30% alcanzó las expectativas, ya que la selección de los materiales fueron los adecuados, pero no demostraron creatividad en la construcción del prototipo y los componentes no están ubicados correctamente. Mientras que el 10 %, no lograron presentar el prototipo. *Programación y Funcionamiento* (D), un 40% superaron las expectativas referentes a resolver el ejercicio de manera correcta, por medio de uso de algoritmos e instrucciones utilizados, logrando de este modo que el prototipo funcione adecuadamente. Un 50% alcanzaron las expectativas, dado que los algoritmos e instrucciones utilizadas para resolver el ejercicio no son del todo correctos, por tanto, el prototipo funcionó parcialmente. Un 10% sigue en proceso de aprendizaje dado que no realizó la programación, de manera correcta, debido a no lograr que funcione el sistema eléctrico de la maqueta. *Actitud hacia el Aprendizaje* (E), el 60% supero las expectativas, trabajaron en grupo, hicieron preguntas, compartieron sus ideas y acordaron la solución. Un 25% alcanzó cumplir las expectativas, trabajando en grupo, pero ante una dificultad no pudieron resolverlo. Un 15% siguen en proceso, ya que no trabajaron en grupo, y no presentaron una solución al problema. *Dominio de vocabulario* (F), el 50% superaron las expectativas, expresando con claridad y fluidez el trabajo realizado, un 30% alcanzaron las expectativas, dado que expresan medianamente el trabajo realizado. Mientras el 20% siguen en proceso, dado que no defendieron el trabajo propuesto.

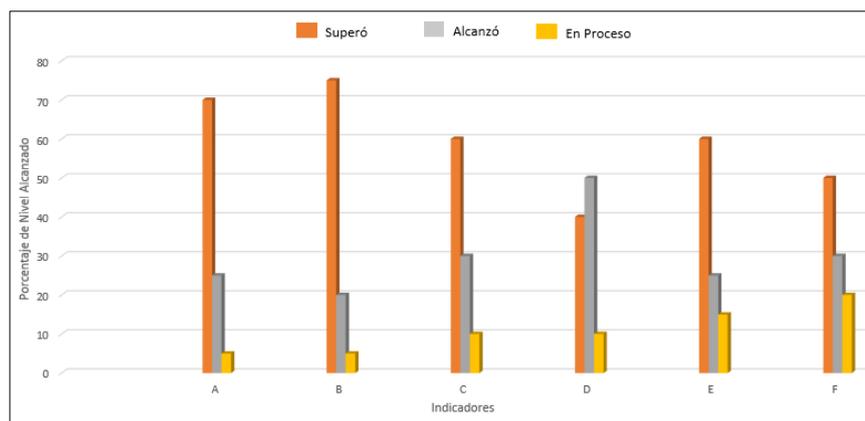


FIGURA 3: Resultados obtenidos de la rúbrica de evaluación.

## VI. CONCLUSIÓN

En la enseñanza de la Física resulta imprescindible la interdisciplinariedad, que necesita de dos componentes esenciales que son, la teoría y la práctica, la cual es aplicada en la resolución de trabajo de laboratorio por proyecto en robótica. Esta permite desarrollarla en clase, para lograr plasmar la construcción de la unidad didáctica y vincularla al contexto social del estudiante. Por lo tanto, el docente debe fomentar en sus estudiantes, la motivación y el aprender a desarrollar sus propios métodos y técnicas, para lograr soluciones al problema planteado en su entorno socioeducativo. Asimismo, se debe fortalecer la enseñanza de programación a nivel medio, para lograr obtener resultados que potencien el aprendizaje del estudiante. Por ello, se considera que este tipo de propuesta posibilita que la actividad experimental supere la utilización de actividades mostrativas, proponiendo situaciones enfocadas a resolver problemas relacionados a los contenidos que se imparten en la asignatura.

## REFERENCIAS

- Arduino Mega 2560 Características, Especificaciones. (2018, agosto 23). Proyecto Arduino. Recuperado de: <https://proyectoarduino.com/arduino-mega-2560/>
- Barrera, N. (2015). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Prax. Saber*, 6(11). Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2216-01592015000100010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2216-01592015000100010)
- Díaz Barriga, F. (2015) *Aprendizaje basado en problemas. De la teoría a la práctica*. México: Trillas.
- Casal, V. y Néspolo, M. J. (2019) *Formación de educadores para la inclusión educativa. Posiciones, miradas, recorridos y experiencias*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Lugar.
- Castaño Giraldo, S. (2023). *LCD Arduino—[Explicación + Código de Ejemplo]*. Recuperado de <https://controlautomaticoeducacion.com/arduino/lcd/>
- Compartir Argentina. (2022). La implementación de la robótica en el aula. La mirada de compartir. Disponible en <https://es.linkedin.com/pulse/la-implementaci%C3%B3n-de-rob%C3%B3tica-en-el-aula-mirada-compartir->
- Lewin, L. (2018). *El aula afectiva*. Montevideo, Uruguay: Santillana.
- Ministerio de Educación de la Nación (Argentina). (2019). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios de Educación Digital, Programación y Robótica*. Disponible en <https://www.educ.ar/recursos/150123/nap-de-educacion-digital-programacion-y-robotica>
- Ruiz-Velasco-Sánchez, E. (2007). *Educa trónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. México: Díaz Santos; UNAM.

Torrente, O. (2013) *Arduino. Curso Práctico de Formación*. Ciudad de México. México: Alfaomega.

Sosa, R., Hunting, A. y Moradi, P. (2022). Robots y adultos mayores en la vida cotidiana: recomendaciones para el diseño de robots para el acompañamiento artificial. *Economía Creativa*, (17), 177-203. <https://doi.org/10.46840/ec.2022.17.a7>

UNESCO (2021). *De robots y Hombres*. Recuperado de <https://es.unesco.org/courier/2018-3/robots-y-hombres>