Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2026,
Volumen 10, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i6

ROBÓTICA EDUCATIVA EN SECUNDARIA: EVALUACIÓN DE UNA EXPERIENCIA DE INTERACCIÓN SOCIAL UNIVERSITARIA EN GIRARDOT

EDUCATIONAL ROBOTICS IN SECONDARY EDUCATION: EVALUATION OF A UNIVERSITY SOCIAL ENGAGEMENT EXPERIENCE IN GIRARDOT

Nina Patricia Delgadillo Cortés
Universidad de Cundinamarca

Jenny Carolina Trujillo Bonilla
Universidad de Cundinamarca

Omar Guiovanni Quijano
Universidad de Cundinamarca

Oscar Julián Oviedo Forero
Universidad de Cundinamarca

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i6.26966

Robótica educativa en secundaria: evaluación de una experiencia de Interacción Social Universitaria en Girardot

Nina Patricia Delgadillo Cortés[1]
npdelgadillo@ucundinamarca.edu.co
https://orcid.org/0009-0008-9597-8920
Universidad de Cundinamarca, Sede Girardot, Programa de Ingeniería de Software, Girardot, Colombia.

Jenny Carolina Trujillo Bonilla
jennyctrujillo@ucundinamarca.edu.co
https://orcid.org/0009-0004-0429-5157
Universidad de Cundinamarca, Sede Girardot, Programa de Ingeniería de Software, Girardot, Colombia.

Omar Guiovanni Quijano
gquijanoo@ucundinamarca.edu.co
https://orcid.org/0000-0001-7951-3818
Universidad de Cundinamarca, Sede Girardot, Programa de Ingeniería de Software, Girardot, Colombia.

Oscar Julián Oviedo Forero
Ojoviedo@ucundinamarca.edu.co
https://orcid.org/0000-0002-0967-025X
Universidad de Cundinamarca, Sede Girardot, Programa de Ingeniería de Software, Girardot, Colombia.

RESUMEN

El proyecto «Robótica al Servicio del Aprendizaje Escolar» se desarrolló en el marco de la Interacción Social Universitaria de la Universidad de Cundinamarca, en articulación con el Colegio Andrés Bello de Girardot. Esta investigación describe los resultados de una experiencia formativa orientada a la construcción y programación de carros robóticos inalámbricos. Participaron inicialmente 20 estudiantes de grado noveno, a quienes se sumaron dos durante el desarrollo de los talleres. El análisis comprendió los cuestionarios diagnósticos y finales del grupo original, la evaluación de cinco prototipos mediante sustentaciones y una encuesta de satisfacción aplicada a los 22 participantes. En el diagnóstico inicial, el 55 % de los estudiantes se ubicó en el nivel inicial y el 45 % en el básico; al cierre, el 70 % del grupo original alcanzó el nivel avanzado. En la sustentación de los prototipos, 19 estudiantes (86,4 %) obtuvieron desempeños altos o superiores. La encuesta registró una media de 4,48 sobre 5 y 240 respuestas favorables de 264 valoraciones (90,9 %). Los hallazgos muestran diferencias favorables en las puntuaciones grupales, un desempeño satisfactorio durante las sustentaciones y una valoración positiva de las actividades prácticas desarrolladas.

Palabras clave: educación tecnológica escolar; educación STEM; programación con Arduino; evaluación de experiencias formativas; colaboración universidad-escuela.

[1] Autor principal
Correspondencia: npdelgadillo@ucundinamarca.edu.co

Educational Robotics in Secondary Education: Evaluation of a University Social Engagement Experience in Girardot

ABSTRACT

The project “Robotics at the Service of School Learning” was carried out within the framework of University Social Interaction at Universidad de Cundinamarca, in collaboration with Andrés Bello School in Girardot, Colombia. This study describes the results of an educational experience focused on building and programming wireless robotic cars. Initially, 20 ninth-grade students participated in the project, and two additional students joined during the workshops. The analysis included the initial and final questionnaires completed by the original group, the assessment of five robotic prototypes through oral presentations, and a satisfaction survey administered to all 22 participants. In the initial assessment, 55% of students were classified at the initial level and 45% at the basic level. By the end of the project, 70% of the original group had reached the advanced level. During the prototype presentations, 19 students (86.4%) achieved high or superior performance ratings. The satisfaction survey yielded a mean score of 4.48 out of 5, with 240 favorable responses out of 264 ratings (90.9%). The findings indicate favorable differences in group-level scores, satisfactory performance during the presentations, and positive evaluations of the practical activities carried out.

Keywords: School Technology Education; STEM education; Arduino programming; evaluation of educational experiences; university–school collaboration.

INTRODUCCIÓN

La robótica educativa permite que los estudiantes se acerquen a la tecnología a través de problemas que pueden observar y poner a prueba. Un motor que no gira, una conexión que debe revisarse o una instrucción que produce un resultado inesperado se convierten en oportunidades para discutir conceptos de electrónica, programación y control. En su revisión de experiencias escolares, Benitti (2012) encontró aplicaciones educativas diversas y señaló la importancia de valorar sus resultados a partir de evidencias empíricas concretas.

Diseñar y construir un carro robótico reúne tareas que en el aula suelen estudiarse por separado. El montaje exige conectar componentes; la programación, establecer instrucciones; y las pruebas, comprobar si el dispositivo responde como se esperaba. Esta relación entre conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas corresponde a la integración STEM descrita por Kelley y Knowles (2016), en la que las disciplinas se trabajan alrededor de experiencias contextualizadas. Sin embargo, los resultados no son iguales en todas las intervenciones. El metaanálisis multinivel de Ouyang y Xu (2024) identificó efectos moderados de la robótica educativa en el aprendizaje STEM, con variaciones entre las dimensiones evaluadas.

Las investigaciones sobre robótica escolar tampoco se limitan al aprendizaje de contenidos técnicos. Anwar et al. (2019) reunieron 147 estudios que abordaban, entre otros asuntos, la motivación y la participación de los estudiantes. Esta variedad de propósitos obliga a precisar qué lugar ocupa el robot en cada propuesta. Alimisis (2013) sitúa esa decisión en el terreno pedagógico: incorporar un dispositivo requiere definir para qué se utilizará y cómo se acompañará el trabajo de los estudiantes. Más recientemente, Yeung et al. (2026), en una revisión de 373 investigaciones, propusieron una perspectiva de alfabetización robótica que integra distintas capacidades tecnológicas.

En el proyecto, la construcción de los carros ofreció una tarea alrededor de la cual organizar el trabajo. Su interés formativo no se reduce a obtener un dispositivo que funcione, sino que incluye las decisiones necesarias para llegar a ese resultado. Buscar información, proponer ajustes y revisar una solución son acciones vinculadas con el aprendizaje basado en problemas que describe Hmelo-Silver (2004). Ahora bien, realizar una actividad práctica no permite establecer, por sí solo, cuánto se ha comprendido. Chi

y Wylie (2014) distinguen formas de participación cognitiva según lo que los estudiantes hacen con los contenidos, una diferencia relevante al examinar tanto el montaje como la explicación de un prototipo. La programación añade exigencias específicas. Para controlar el movimiento del carro hay que ordenar instrucciones, anticipar su ejecución y revisar el código cuando la respuesta no coincide con lo previsto. La descomposición de problemas, la abstracción, el diseño de algoritmos y la depuración forman parte del pensamiento computacional descrito por Shute et al. (2017). Estas habilidades requieren oportunidades de práctica y revisión. Atmatzidou y Demetriadis (2016) señalan la importancia del tiempo dedicado a su desarrollo y de la modalidad empleada para evaluarlas. Por ello, completar la programación de un carro no debe tomarse como evidencia suficiente del dominio de todas estas habilidades.

El montaje en equipo requiere, además, coordinar tareas y asumir responsabilidades. Desde la perspectiva del aprendizaje cooperativo, no basta con reunir estudiantes alrededor de unos mismos materiales: la interdependencia y la responsabilidad compartida son elementos centrales del trabajo conjunto (Johnson & Johnson, 2009). Al interpretar la experiencia también es necesario distinguir entre participación, motivación y satisfacción. Fredricks et al. (2004) describen dimensiones conductuales, emocionales y cognitivas de la participación escolar, mientras que Ryan y Deci (2020) relacionan la motivación con la autonomía, la percepción de competencia y las relaciones interpersonales. Estos conceptos aportan elementos para examinar los comentarios de los participantes, pero no convierten una valoración favorable de los talleres en prueba de un cambio duradero en su motivación.

En el Colegio Andrés Bello se combinaron instrumentos con propósitos diferentes. Los cuestionarios inicial y final recogieron información sobre la familiaridad declarada con temas de robótica; las sustentaciones permitieron valorar la explicación y el funcionamiento de los prototipos, y la encuesta registró las apreciaciones de los participantes. Esta distinción es importante para interpretar las evidencias sin confundir los conocimientos manifestados, el desempeño en la sustentación y la satisfacción con las actividades (Anwar et al., 2019; Yeung et al., 2026).

El proyecto «Robótica al Servicio del Aprendizaje Escolar» surgió como una propuesta de una ingeniera electrónica y docente universitaria para acercar a estudiantes de grado noveno a la electrónica y la programación mediante la construcción de carros robóticos inalámbricos. Se desarrolló en articulación

entre la Universidad de Cundinamarca y el Colegio Andrés Bello de Girardot, como parte de la Interacción Social Universitaria (ISU).

Su ejecución comprendió tres fases: formulación y preparación de recursos pedagógicos, desarrollo de talleres presenciales y evaluación y socialización de los resultados. La estrategia de enseñanza y los avances iniciales se describen en un primer manuscrito enviado a otra revista, que continúa en evaluación editorial (Cardozo Cruz et al., 2026). El presente artículo se ocupa de los resultados obtenidos al finalizar los talleres.

Para ello se analizaron los cuestionarios aplicados al inicio y al cierre de la experiencia, las calificaciones de las sustentaciones de cinco prototipos robóticos y una encuesta de satisfacción. A partir de estas fuentes se describieron las respuestas del grupo, el desempeño durante las presentaciones y las apreciaciones de los estudiantes, con el propósito de valorar la experiencia y orientar futuras iniciativas de formación tecnológica escolar.

METODOLOGÍA

Diseño y contexto de la investigación

La investigación tuvo un alcance descriptivo y empleó un enfoque mixto para examinar la información recogida durante el desarrollo del proyecto «Robótica al Servicio del Aprendizaje Escolar». La experiencia hizo parte de las actividades de Interacción Social Universitaria (ISU) de la Universidad de Cundinamarca, en articulación con el Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT). Su formulación comenzó en 2025, cuando se definieron los propósitos formativos, los contenidos y los recursos necesarios para los talleres. En las etapas posteriores se desarrollaron las actividades con los estudiantes y se organizaron las evidencias obtenidas durante la evaluación y socialización de los proyectos (Delgadillo Cortés, 2025, 2026).

El trabajo se llevó a cabo en el Colegio Andrés Bello de Girardot, con la participación de tres gestores del conocimiento y cinco creadores de oportunidades de la Universidad de Cundinamarca. Al comienzo asistieron 20 estudiantes de grado noveno y, durante los talleres, se incorporaron otros dos. Los 22 participantes llegaron a la etapa de cierre, en la que se presentaron cinco prototipos robóticos. La jornada también incluyó la entrega de diplomas y medallas fabricadas mediante impresión 3D, como

reconocimiento al trabajo realizado durante la experiencia. Esta actividad tuvo un carácter institucional y no formó parte de los instrumentos empleados para evaluar los aprendizajes.

Secuencia pedagógica

La formación se desarrolló a partir de cinco unidades de aprendizaje. Primero, los estudiantes conocieron los tipos de robots y los componentes que utilizarían en sus proyectos. Después abordaron las conexiones eléctricas y algunos fundamentos de electrónica, antes de comenzar con la programación en Arduino, el control de motores y la comunicación mediante Bluetooth. Estos conocimientos se retomaron durante el montaje del carro robótico inalámbrico, cuya construcción exigió realizar pruebas, revisar conexiones y corregir instrucciones de programación. La última unidad estuvo dedicada a la presentación y socialización de los prototipos.

Para desarrollar los talleres se utilizaron guías de aprendizaje, presentaciones, videos y simuladores electrónicos que apoyaron las explicaciones y las actividades prácticas. Los estudiantes también trabajaron con bitácoras, donde registraron sus avances y las dificultades encontradas durante la construcción de los prototipos. Por su parte, los tableros Kanban facilitaron la organización de las tareas de cada equipo. La preparación pedagógica y las actividades correspondientes a los primeros encuentros se describen con mayor detalle en el manuscrito de Cardozo Cruz et al. (2026), actualmente en evaluación editorial.

Instrumentos de recolección de información

Uno de los instrumentos utilizados fue un cuestionario de 15 preguntas cerradas, elaborado a partir de los temas abordados en los talleres. Su primera aplicación se realizó con los 20 estudiantes que iniciaron el proyecto. Al terminar la formación, los 22 participantes respondieron una versión adaptada del mismo instrumento.

Cada pregunta tenía tres posibles respuestas: «Sí», «Un poco» y «No», a las que se asignaron 2, 1 y 0 puntos, respectivamente. La suma permitía obtener una puntuación entre 0 y 30, distribuida en los niveles definidos para el proyecto: inicial (0–10), básico (11–20) y avanzado (21–30).

Las preguntas abordaron conceptos básicos de robótica, experiencias relacionadas con componentes electrónicos y programación, interés por la tecnología y disposición para trabajar en equipo. Los

resultados se utilizaron para describir los conocimientos y las experiencias que los estudiantes manifestaron en cada momento de la evaluación.

Los registros de asistencia permitieron reconocer a los 20 estudiantes que comenzaron el proyecto y a los dos que se incorporaron posteriormente. Esta información se utilizó al organizar los cuestionarios de cierre para separar los formularios de los participantes nuevos. Así, la comparación entre el diagnóstico y la evaluación final se realizó con los 20 registros correspondientes al grupo original. Los otros dos formularios se conservaron para describir los resultados generales del cierre. Como las respuestas iniciales eran anónimas, no fue posible establecer una correspondencia individual entre ambas aplicaciones. El instrumento fue diseñado para las necesidades del proyecto y no contó con una validación formal previa por expertos.

La sustentación final reunió a los 22 estudiantes, organizados en cinco equipos. Cada grupo presentó el carro robótico construido y explicó sus componentes, la programación y el funcionamiento. Los tres gestores del conocimiento evaluaron las presentaciones de manera independiente y registraron sus calificaciones en archivos de Excel. Posteriormente, estas valoraciones se reunieron en una matriz para calcular los promedios correspondientes. La nota final de cada estudiante se obtuvo a partir de ocho componentes: comunicación y dominio del tema, funcionamiento del robot, trabajo colaborativo, reflexión sobre el proceso, presentación y diapositivas, decoración del prototipo, coevaluación y autoevaluación. Todos tuvieron una ponderación del 12,5 %. Algunos criterios recibieron una calificación común por equipo, mientras que comunicación, autoevaluación y coevaluación permitieron diferenciar las valoraciones individuales. Los resultados se clasificaron en cuatro niveles: bajo (1,0–3,4), básico (3,5–3,9), alto (4,0–4,5) y superior (4,6–5,0).

La última actividad de recolección de información se desarrolló el 16 de octubre de 2026, cuando los 22 estudiantes respondieron una encuesta de satisfacción. El formulario contenía 12 afirmaciones valoradas mediante una escala de cinco opciones, desde «Totalmente en desacuerdo» (1) hasta «Totalmente de acuerdo» (5). También incluía tres preguntas abiertas para conocer las actividades que más les habían gustado, las dificultades experimentadas y sus recomendaciones. Los formularios físicos fueron escaneados y sus respuestas se incorporaron a una matriz digital para su revisión.

Análisis de los datos

Los datos obtenidos mediante los cuestionarios y las evaluaciones de los prototipos se organizaron para su análisis estadístico. En los cuestionarios inicial y final se calcularon las frecuencias, los porcentajes y las puntuaciones promedio de cada grupo. Las sustentaciones se examinaron a partir de las calificaciones registradas en la rúbrica. Para la encuesta de satisfacción, se consideraron favorables las respuestas con valores de 4 y 5. El porcentaje global se calculó sobre las 264 valoraciones correspondientes a las doce afirmaciones respondidas por los 22 estudiantes.

Las tres preguntas abiertas de la encuesta aportaron información sobre las experiencias de los participantes durante los talleres. Al revisar sus respuestas, se identificaron comentarios relacionados con las actividades que más les gustaron, las dificultades presentadas durante el montaje y la programación de los carros robóticos, y las recomendaciones para mejorar las prácticas. Estos comentarios se agruparon por temas, sin asignar porcentajes a las categorías que no contaban con una codificación cuantitativa.

Después de organizar la información, se contrastaron las puntuaciones de los cuestionarios, las calificaciones de las sustentaciones y las opiniones recogidas en la encuesta. Este procedimiento permitió describir los resultados desde diferentes aspectos de la experiencia formativa y reconocer las dificultades y los logros registrados durante su desarrollo.

La integración de los resultados se apoyó en los planteamientos de Mendizábal (2018) y Núñez Moscoso (2017), quienes abordan el uso de los métodos mixtos y la importancia de relacionar los procedimientos de análisis con los propósitos de la investigación. Para examinar las respuestas abiertas de la encuesta se tomaron como referencia los procedimientos de análisis cualitativo descritos por Rodríguez Sabiote et al. (2005). Estos aportes orientaron la organización de las apreciaciones estudiantiles y su interpretación junto con los resultados cuantitativos, considerando las características de cada instrumento utilizado.

Alcance y consideraciones éticas

La investigación se desarrolló en el Colegio Andrés Bello de Girardot, utilizando instrumentos elaborados para las necesidades del proyecto. Al revisar la matriz del diagnóstico inicial, se encontró una respuesta sin diligenciar que había sido registrada con valor cero. También se identificaron cambios en la redacción de algunas preguntas del cuestionario final. Estas condiciones se tuvieron en cuenta durante el análisis, por lo que las diferencias observadas se interpretaron a nivel grupal, sin atribuir avances individuales de aprendizaje a los participantes.

Los talleres se realizaron con autorización institucional y se remitió a los padres o acudientes el formato de autorización para el tratamiento de datos personales de la Universidad de Cundinamarca. Los resultados se presentan de manera agregada y las respuestas abiertas se organizaron por temas, respetando la confidencialidad de los participantes. El artículo no incluye nombres, fotografías ni información que permita identificar a los estudiantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación entre el diagnóstico inicial y el cierre

Al comparar los resultados del grupo original de 20 estudiantes, se encontró que la puntuación promedio fue de 10,05 en el diagnóstico inicial y de 22,60 al finalizar los talleres, con una diferencia de 12,55 puntos sobre un máximo de 30. En la primera aplicación, 11 estudiantes (55 %) se ubicaron en el nivel inicial y nueve (45 %) en el básico. En el cuestionario final, seis estudiantes (30 %) quedaron en el nivel básico y 14 (70 %) alcanzaron el avanzado. Ninguno se ubicó en el nivel inicial. La Tabla 1 presenta la distribución de los resultados correspondientes a ambos momentos de evaluación.

Tabla 1

Distribución grupal del cuestionario inicial y final (20 participantes originales)

Categoría o indicador	Diagnóstico inicial	Evaluación final
Inicial (0–10)	11 (55,0 %)	0 (0,0 %)
Básico (11–20)	9 (45,0 %)	6 (30,0 %)
Avanzado (21–30)	0 (0,0 %)	14 (70,0 %)
Media (máximo 30)	10,05	22,60

Nota. Los niveles corresponden a la escala operativa establecida para el proyecto. Los porcentajes se calcularon sobre los 20 participantes en cada medición.

Los resultados muestran una diferencia favorable en las puntuaciones grupales al finalizar los talleres, especialmente por la mayor proporción de estudiantes ubicados en el nivel avanzado. Sin embargo, esta comparación debe interpretarse considerando que algunas preguntas fueron modificadas entre las dos aplicaciones y que el cuestionario incluyó conocimientos declarados, experiencias e intereses relacionados con la robótica. Además, debido al carácter anónimo de las respuestas iniciales, no fue posible relacionar las puntuaciones de cada estudiante entre ambos momentos. Por esta razón, los resultados describen el comportamiento general del grupo y no permiten determinar avances individuales de aprendizaje.

La diferencia entre las puntuaciones del diagnóstico inicial y las obtenidas al finalizar los talleres permite examinar cómo cambiaron las respuestas del grupo frente a los contenidos abordados durante la experiencia. En la primera aplicación, ninguno de los 20 estudiantes alcanzó el nivel avanzado, mientras que al cierre 14 participantes se ubicaron en esta categoría. Esta variación adquiere relevancia al considerar que, durante los encuentros, los estudiantes tuvieron contacto con componentes electrónicos, desarrollaron actividades de programación y participaron en la construcción de carros robóticos. Sin embargo, las puntuaciones del cuestionario reflejan los conocimientos y las experiencias que los participantes manifestaron en cada momento, por lo que deben diferenciarse de las habilidades demostradas mediante actividades prácticas.

Los resultados pueden analizarse a la luz de la revisión sistemática de Benitti (2012), quien examinó las aplicaciones de la robótica en contextos escolares y la diversidad de resultados educativos reportados. Posteriormente, Anwar et al. (2019), mediante una revisión de 147 investigaciones, identificaron distintas líneas de estudio relacionadas con el aprendizaje, la motivación, la creatividad y la participación de los estudiantes en actividades de robótica. Estas investigaciones permiten reconocer que la evaluación de una experiencia de este tipo requiere considerar los propósitos de formación y las características de los instrumentos utilizados. En el proyecto desarrollado en el Colegio Andrés Bello, los cuestionarios ofrecieron información sobre las respuestas del grupo, mientras que la sustentación de los prototipos permitió valorar aspectos del desempeño práctico.

En relación con los resultados de aprendizaje, Ouyang y Xu (2024) encontraron, mediante un metaanálisis multinivel, un efecto global positivo de magnitud moderada de la robótica educativa en la

formación STEM. Los autores también identificaron diferencias entre las dimensiones evaluadas y señalaron que los resultados relacionados con el pensamiento computacional no alcanzaron significación estadística en los estudios incluidos para esa dimensión. Esta distinción resulta importante para interpretar nuestra experiencia, ya que las actividades de programación estuvieron presentes durante los talleres, pero el cuestionario utilizado no fue diseñado para medir específicamente el desarrollo del pensamiento computacional. Por consiguiente, las diferencias observadas en las puntuaciones no deben interpretarse como evidencia directa de avances en todas las competencias asociadas con la robótica educativa.

La necesidad de diferenciar los conocimientos sobre robótica de las habilidades de programación también aparece en investigaciones recientes. Yeung et al. (2026), a partir de una revisión sistemática de 373 estudios, plantearon que la alfabetización robótica comprende distintas dimensiones, entre ellas la programación, la comprensión de los sistemas, las prácticas de diseño y la reflexión sobre sus implicaciones. Por su parte, Shute et al. (2017) destacaron la diversidad de definiciones y procedimientos utilizados para evaluar el pensamiento computacional. Estos aportes ayudan a comprender por qué los cuestionarios, las actividades prácticas y las sustentaciones pueden proporcionar información complementaria sobre una misma experiencia, aunque cada instrumento responda a criterios diferentes.

Desde esta perspectiva, los resultados del diagnóstico y del cuestionario final constituyen un punto de partida para valorar la experiencia formativa desarrollada con los estudiantes de grado noveno. La comparación permitió identificar cambios favorables en las respuestas del grupo y reconocer la importancia de examinar estos resultados junto con las evidencias obtenidas durante la construcción y presentación de los robots. Para futuras aplicaciones del proyecto sería conveniente conservar preguntas equivalentes entre las mediciones, revisar previamente los criterios de evaluación y establecer procedimientos que permitan relacionar los registros individuales, respetando las condiciones de confidencialidad y las autorizaciones correspondientes. Estas mejoras contribuirían a obtener información más precisa sobre los conocimientos y las habilidades desarrollados durante los talleres.

Desempeño en la sustentación de prototipos

Durante la sustentación final de los cinco prototipos robóticos, la calificación promedio de los 22 estudiantes fue de 4,30 sobre 5,0. Tres participantes (13,6 %) alcanzaron el nivel básico, 11 (50,0 %) se ubicaron en el nivel alto y ocho (36,4 %) en el superior. En conjunto, 19 estudiantes (86,4 %) obtuvieron desempeños altos o superiores. Estos resultados corresponden a las calificaciones consolidadas a partir de las evaluaciones independientes realizadas por los tres gestores del conocimiento. La Tabla 2 presenta los promedios obtenidos en cada uno de los criterios establecidos en la rúbrica.

Tabla 2

Medias de la evaluación final de sustentación (n = 22)

Criterio	**Media / 5,0**
Comunicación y dominio del tema	4,07
Funcionamiento del robot	4,30
Trabajo colaborativo	5,00
Reflexión sobre el proceso	4,44
Presentación completa y diapositivas	4,09
Decoración del robot	4,18
Coevaluación	4,22
Autoevaluación	4,02
Calificación final consolidada	4,30

Nota. Cada uno de los ocho componentes de la rúbrica tuvo una ponderación del 12,5 %. La calificación final consolidada se obtuvo mediante el promedio de las valoraciones registradas por los tres gestores del conocimiento. La autoevaluación y la coevaluación constituyeron fuentes de valoración diferentes de los criterios calificados directamente por los docentes.

El trabajo colaborativo obtuvo la puntuación más alta, con una media de 5,00 en todos los participantes. Le siguieron la reflexión sobre el proceso (4,44) y el funcionamiento del robot (4,30). Estos resultados muestran una valoración favorable del trabajo realizado durante la construcción y sustentación de los prototipos. Sin embargo, la calificación uniforme del trabajo colaborativo debe interpretarse considerando que este criterio recibió una valoración común para los integrantes de cada equipo y que la rúbrica fue diseñada específicamente para esta experiencia formativa.

Percepción de satisfacción estudiantil

La encuesta de satisfacción fue respondida por los 22 estudiantes que finalizaron los talleres. Cada participante valoró doce afirmaciones, para un total de 264 respuestas. El promedio general fue de 4,48 sobre 5,0. De estas valoraciones, 157 recibieron una puntuación de 5, 83 de 4, 21 de 3 y tres de 1; ninguna obtuvo una puntuación de 2. Al reunir las respuestas con valores de 4 y 5, se encontraron 240

valoraciones favorables, equivalentes al 90,9 % del total. La Tabla 3 presenta los resultados de cada afirmación, considerando tanto su puntuación media como el porcentaje de respuestas favorables.

Tabla 3

Valoración de satisfacción por afirmación (n = 22; escala de 1 a 5)

Ítem y aspecto evaluado	**Media**	**4–5 (%)**
P1. Actividades interesantes	4,59	100,0
P2. Explicaciones facilitaron el aprendizaje	4,50	90,9
P3. Aprendizaje de nuevos conceptos	4,55	90,9
P4. Actividades prácticas y comprensión del robot	4,68	100,0
P5. Utilidad de construir y programar	4,64	90,9
P6. Dificultades y resolución de problemas	4,59	100,0
P7. Trabajo en equipo	4,59	90,9
P8. Motivación durante el taller	4,27	86,4
P9. Interés posterior por aprender tecnología	4,05	77,3
P10. Adecuación del tiempo	4,45	90,9
P11. Pertinencia de materiales y recursos	4,59	95,5
P12. Participación futura en actividades similares	4,27	77,3

Nota. El porcentaje de respuestas favorables corresponde a las valoraciones de 4 y 5 obtenidas en cada afirmación, tomando como referencia las respuestas de los 22 estudiantes. El porcentaje global de 90,9 % se calculó sobre las 264 valoraciones registradas en la encuesta.

Las actividades prácticas relacionadas con la comprensión del funcionamiento del robot recibieron la valoración más alta, con un promedio de 4,68 y el 100 % de respuestas favorables. También se destacó la utilidad de construir y programar los prototipos, con una media de 4,64. Por su parte, el interés por continuar aprendiendo sobre tecnología obtuvo un promedio de 4,05, mientras que la disposición para participar en futuras actividades similares alcanzó 4,27. En ambos casos, el 77,3 % de las respuestas fueron favorables. Aunque las valoraciones fueron positivas, estas diferencias indican que el entusiasmo por las actividades realizadas no se expresó con la misma intensidad en las expectativas de formación futura.

Retos identificados por los estudiantes

Las respuestas abiertas de la encuesta permitieron reconocer algunas dificultades que surgieron durante la construcción y programación de los carros robóticos. Los estudiantes mencionaron problemas relacionados con la organización del cableado, la conexión de los componentes electrónicos y la escritura de las instrucciones necesarias para controlar el funcionamiento de los prototipos. Estas situaciones hicieron parte del trabajo práctico y llevaron a revisar conexiones, realizar nuevas pruebas y buscar soluciones durante el desarrollo de los talleres.

Otro aspecto señalado por los participantes fue el tiempo destinado a las actividades prácticas. Algunos expresaron que les habría gustado disponer de más oportunidades para programar, comprobar el funcionamiento de los carros y realizar ajustes antes de presentar sus proyectos. También manifestaron interés en conocer otros tipos de robots y profundizar en los contenidos de programación. Estas observaciones permiten identificar aspectos de la experiencia que despertaron curiosidad y que podrían retomarse en futuras actividades formativas.

A partir de estas apreciaciones, resulta pertinente revisar la distribución del tiempo entre las explicaciones, el montaje de los circuitos, la programación y las pruebas de funcionamiento. Dedicar espacios específicos a la identificación y corrección de errores podría favorecer que los estudiantes examinen con mayor detenimiento las dificultades que encuentran al construir sus prototipos. Las recomendaciones recogidas constituyen una fuente de información para la planificación de nuevos talleres, aunque su análisis fue cualitativo y no se establecieron porcentajes de estudiantes por cada dificultad mencionada.

Percepciones estudiantiles e integración de resultados

Las tres preguntas abiertas de la encuesta permitieron recoger 66 respuestas de los 22 estudiantes que finalizaron los talleres. Entre las actividades que más les gustaron se encontraron el ensamblaje y la decoración de los carros robóticos, la programación y los ejercicios interactivos realizados mediante Kahoot. Estas apreciaciones muestran el interés que despertaron las actividades en las que los participantes podían intervenir directamente, observar el funcionamiento de los componentes y comprobar los resultados de su trabajo.

La construcción de los carros robóticos ocupó un lugar importante en las experiencias descritas por los estudiantes. Durante los talleres, cada equipo tuvo que relacionar los componentes electrónicos con las instrucciones de programación para conseguir que su prototipo funcionara. El proceso incluyó pruebas, revisión de conexiones y ajustes en el montaje, actividades que permitieron poner en práctica los contenidos abordados durante las sesiones. Esta forma de trabajo guarda relación con la integración de conocimientos propuesta por Kelley y Knowles (2016), quienes destacan el valor de las experiencias contextualizadas para articular diferentes disciplinas dentro del enfoque STEM.

Al relacionar estas apreciaciones con los resultados cuantitativos, se encontraron elementos coincidentes. En la encuesta de satisfacción, las actividades prácticas orientadas a comprender el funcionamiento del robot alcanzaron una media de 4,68 sobre 5,0, mientras que la utilidad de construir y programar obtuvo 4,64. Estas puntuaciones son coherentes con las preferencias expresadas en las preguntas abiertas, donde los estudiantes destacaron las actividades de montaje y programación. De igual manera, la sustentación de los cinco prototipos permitió observar cómo los equipos explicaban los componentes utilizados y el funcionamiento de los carros construidos. Las calificaciones de esta actividad complementan las opiniones de los participantes al aportar una valoración del desempeño alcanzado durante la presentación de sus proyectos.

Los cuestionarios inicial y final ofrecieron otra perspectiva de la experiencia. En el grupo original de 20 estudiantes se observó un desplazamiento de las puntuaciones hacia los niveles superiores al concluir los talleres. Aunque las diferencias entre ambos instrumentos impiden establecer una medida individual del aprendizaje, estos resultados permiten describir cambios favorables en las respuestas del grupo. Su interpretación conjunta con las sustentaciones y la encuesta de satisfacción proporciona una visión más amplia de lo ocurrido durante el proceso formativo, considerando tanto los conocimientos y experiencias declarados como el desempeño práctico y las apreciaciones de los estudiantes.

La articulación entre la Universidad de Cundinamarca y el Colegio Andrés Bello de Girardot hizo posible desarrollar una experiencia de formación tecnológica en la que participaron estudiantes de educación secundaria, gestores del conocimiento y creadores de oportunidades universitarios. El acompañamiento durante los talleres, la construcción de los prototipos y su posterior socialización constituyeron actividades centrales del proyecto de Interacción Social Universitaria. Los resultados obtenidos ofrecen elementos para valorar esta experiencia y orientar nuevas propuestas que acerquen la electrónica y la programación al entorno escolar.

CONCLUSIONES

El proyecto Robótica al Servicio del Aprendizaje Escolar permitió desarrollar y evaluar una experiencia de formación tecnológica con estudiantes de grado noveno del Colegio Andrés Bello de Girardot, mediante la articulación con la Universidad de Cundinamarca. En el grupo original de 20 participantes, la proporción de estudiantes ubicada en el nivel avanzado pasó del 0 % en el diagnóstico inicial al 70

% en el cuestionario final. De igual manera, la puntuación promedio aumentó de 10,05 a 22,60 puntos sobre un máximo de 30. Estas diferencias muestran una mayor familiaridad declarada con los contenidos trabajados durante los talleres. Sin embargo, deben interpretarse considerando las modificaciones realizadas a algunas preguntas y la imposibilidad de relacionar individualmente las respuestas de ambas aplicaciones.

La construcción y sustentación de los cinco carros robóticos ofreció la oportunidad de valorar el desempeño de los estudiantes al explicar los componentes, la programación y el funcionamiento de sus prototipos. La calificación final consolidada alcanzó un promedio de 4,30 sobre 5,0 y 19 de los 22 participantes obtuvieron desempeños altos o superiores. El trabajo colaborativo presentó la mayor valoración dentro de la rúbrica, seguido de la reflexión sobre el proceso y el funcionamiento del robot. Estos resultados permiten reconocer el trabajo realizado por los equipos durante la experiencia, teniendo en cuenta que algunos criterios fueron evaluados de manera grupal.

La encuesta de satisfacción permitió conocer cómo valoraron los estudiantes las actividades desarrolladas. De las 264 respuestas registradas, el 90,9 % correspondió a valoraciones favorables, con especial reconocimiento de las actividades prácticas relacionadas con la construcción y programación de los robots. Las preguntas abiertas complementaron estos resultados al mostrar el interés por el ensamblaje, la decoración de los prototipos y los ejercicios interactivos. También permitieron identificar dificultades en el manejo de las conexiones y la programación, así como recomendaciones para ampliar el tiempo de práctica y explorar otros tipos de robots.

La experiencia desarrollada evidencia las posibilidades de colaboración entre la universidad y el entorno escolar para acercar a los estudiantes a conocimientos básicos de electrónica y programación. Los resultados obtenidos aportan información para mejorar la planificación de futuras actividades, particularmente en la distribución del tiempo, el acompañamiento durante las pruebas y la profundización de los contenidos técnicos. Aunque el alcance descriptivo del estudio no permite atribuir los cambios observados exclusivamente a la intervención, la sistematización realizada constituye un referente para continuar desarrollando iniciativas de Interacción Social Universitaria orientadas a la formación tecnológica escolar.

Agradecimientos

A la comunidad educativa del Colegio Andrés Bello de Girardot y a la Universidad de Cundinamarca por el acompañamiento institucional al desarrollo del proyecto de Interacción Social Universitaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, *6*(1), 63–71.

Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, *9*(2), Article 2. https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, *75*, 661–670. https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008

Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, *58*(3), 978–988. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006

Cardozo Cruz, D. A., Delgadillo Cortés, N. P., & Trujillo Bonilla, J. C. (2026). *Robótica educativa mediada por enfoque STEM y metodologías ágiles: una experiencia de aprendizaje interdisciplinar en estudiantes de educación media* [Manuscrito sometido a evaluación editorial]. Universidad de Cundinamarca.

Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, *49*(4), 219–243. https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823

Delgadillo Cortés, N. P. (2025). *Robótica al Servicio del Aprendizaje Escolar* [Propuesta institucional de Interacción Social Universitaria no publicada]. Universidad de Cundinamarca.

Delgadillo Cortés, N. P. (2026). *Robótica al Servicio del Aprendizaje Escolar: fase 3* [Documento institucional de radicación no publicado]. Universidad de Cundinamarca.

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, *74*(1), 59–109. https://doi.org/10.3102/00346543074001059

Hmelo-Silver, C. E. (2004). *Problem-based learning: What and how do students learn? Educational Psychology Review*, *16*(3), 235–266. https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher*, *38*(5), 365–379. https://doi.org/10.3102/0013189X09339057

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, *3*, Article 11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Mendizábal, N. (2018). La osadía en la investigación: el uso de los métodos mixtos en las ciencias sociales. *Espacio Abierto*, *27*(2), 5–20. https://produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/espacio/article/view/27606

Núñez Moscoso, J. (2017). Los métodos mixtos en la investigación en educación: hacia un uso reflexivo. *Cadernos de Pesquisa*, *47*(164), 632–649. https://doi.org/10.1590/198053143763

Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, *11*, Article 7. https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4

Rodríguez Sabiote, C., Lorenzo Quiles, O., & Herrera Torres, L. (2005). Teoría y práctica del análisis de datos cualitativos. Proceso general y criterios de calidad. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM*, *15*(2), 133–154. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65415209

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology*, *61*, Article 101860. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860

Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, *22*, 142–158. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003

Yeung, R. C. Y., Sun, D., Yeung, C. H., Keane, T., & Lee, J. C.-K. (2026). From building robots to cultivating robotics literacy? A systematic review of educational robotics research and its future

directions. *Computers & Education*, *251*, Article 105659. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2026.105659