

EXPERIENCIA EDUCATIVA

Cuando los intereses de los estudiantes conectan áreas de las matemáticas: Robótica como tema generador

When students' interest connect areas of mathematics: Robotics as a generative theme

Quando os interesses dos estudantes conectam áreas da matemática: A robótica como tema gerador

RESUMEN

Este artículo presenta las producciones de diseño y construcción de un robot de limpieza, elaboradas por estudiantes de tercer año de la educación media general venezolana, en el contexto de un ciclo de Alfabetización Matemática. Se asume la Alfabetización Matemática como un proceso social y educativo que forma al ciudadano y le da poder para ir a comprender su realidad, al mismo tiempo que transforma el acto educativo en uno más humano, democrático y Liberador, abordando integralmente la problemática de la enseñanza de las Matemáticas. La experiencia se guía por los principios de la investigación acción, participativa y transformadora, dejando en evidencia los conocimientos de los estudiantes sobre la geometría espacial en el diseño del robot, la lógica proposicional de los circuitos eléctricos para su funcionamiento, las leyes del movimiento y circuitos eléctricos. Esto ejemplifica cómo las experiencias de Alfabetización Matemática, partiendo de los intereses de los estudiantes, conllevan a contextos matemáticos que se interconectan. Además, observa una transformación en sus subjetividades con respecto al trabajo y aprendizaje en equipo.

Palabras clave: Alfabetización Matemática; Robótica Educativa; Educación Media; Intereses de los estudiantes.

Johan Castro Hernández

johan.ipealista@gmail.com

 orcid.org/0000-0002-4798-4102

Universidad Nacional Experimental
Marítima del Caribe, Catia la Mar,
Venezuela

Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática (REVIEM),
5(2), Ene.-Jun. 2025, pp. 1-18 – e202504

Asociación Aprender en Red

Asociación Venezolana de Educación Matemática

ISSN: 2739-039X

www.reviem.com.ve

Remita cualquier duda sobre esta obra a:
Johan Castro Hernández

Recibido: 20/01/2025

Aceptado: 21/05/2025

Publicado: 05/06/2025

<https://doi.org/10.54541/reviem.v5i2.139>

ABSTRACT

This article presents the design and construction of a cleaning robot developed by third-year students in Venezuela's general secondary education, within the context of a Mathematical Literacy cycle. Mathematical Literacy is conceived as a social and educational process that empowers citizens to understand their reality, while also transforming the educational act into one that is more human, democratic, and liberating—holistically addressing the challenges of mathematics teaching. The experience is guided by the principles of action research with a participatory and transformative approach, highlighting students' understanding of spatial geometry in the robot's design, propositional logic in the electrical circuits, and the laws of motion and electricity. This case exemplifies how Mathematical Literacy experiences, grounded in students' interests, give rise to interconnected mathematical contexts. Moreover, a transformation in students' subjectivities regarding teamwork and learning is observed.

Keywords: Mathematical Literacy; Educational Robotics; High School; Student interests.

RESUMO

Este artigo apresenta as produções de *design* e construção de um robô de limpeza, desenvolvidas por estudantes do terceiro ano do ensino médio geral venezuelano, no contexto de um ciclo de Alfabetização Matemática. A Alfabetização Matemática é entendida como um processo social e educativo que forma o cidadão e o capacita a compreender sua realidade, transformando simultaneamente o ato educativo em algo mais humano, democrático e libertador, abordando de forma abrangente os desafios do ensino da matemática. A experiência é guiada pelos princípios da pesquisa-ação, participativa e transformadora, evidenciando o conhecimento dos estudantes em geometria espacial no *design* do robô, lógica proposicional para seus circuitos elétricos, e as leis do movimento e circuitos elétricos. Isso exemplifica como as experiências de Alfabetização Matemática, partindo dos interesses dos estudantes, levam a contextos matemáticos interconectados. Além disso, observa-se uma transformação em suas subjetividades em relação ao trabalho e aprendizado em equipe.

Palavras-chave: Alfabetização Matemática; Robótica Educacional; Ensino Médio; Interesses dos estudantes.

INTRODUCCIÓN

El siguiente artículo es parte de una investigación más amplia, dentro de un ciclo de Alfabetización Matemática, siguiendo el itinerario propuesto en Castro-Hernández (2020), que surge como respuesta a la cultura tradicional del aprendizaje de las Matemáticas evidenciadas en el aula, en particular, la costumbre del estudiante a recibir instrucciones y ser espectador de la explicación del profesor, como única vía de enseñanza-aprendizaje, la transmisión de parte del docente y la reproducción como tarea de los estudiantes. Esta cultura ha sido etiquetada como bancaria (Freire, 1970) y centrada en el paradigma del ejercicio (Skovsmose, 2000). Otro elemento de la problemática del aula era el desorden y la poca disposición que mostraban los estudiantes a las clases, esto dificultaba la comunicación.

Ante esta realidad, se inició un proceso de Alfabetización Matemática, entendido como un proceso sociocultural, con una visión del aula como microsociedad (Skovsmose, 2000), donde todos aprenden de todos de manera cooperativa (Freire, 1969), las experiencias hacen vivir la relación Matemática – Realidad, valorándola como el lenguaje de las leyes naturales y el empleado para la transformaciones de la vida moderna. Este proceso está centrado en la formación del ciudadano, se pretende empoderarlo para ir a comprender su realidad, al mismo tiempo que se transforma el acto educativo en humano, democrático y Liberador, las experiencias se crean considerando las necesidades Matemáticas de los estudiantes, además de sus intereses, su historia, las realidades locales-nacionales-regionales-geopolíticas-geohistóricas y los objetivos de la nación (Castro-Hernández, 2020, 2021, 2022; Serrano, 2009; Skovsmose 1999).

En este ciclo de Alfabetización Matemática, se constituyeron temas generadores a partir de los intereses de los estudiantes y, en plenaria, cada estudiante escogió el de su preferencia. Dentro de los temas generadores emergieron, kickimbol, voleybol, beisbol, artes marciales, transporte aéreo y marítimo, dermatología, petroquímica, derecho y criminología, finanzas y robótica. En este artículo nos dedicaremos a las producciones y subjetividades de este último.

La relevancia de este tema radica, como se propone en Castro-Hernández (2021), abordar la ciencia y la tecnología para la superación del cientificismo y la dependencia tecnológica de nuestra región denunciada por Varsavsky (1969), incluyendo la ética necesaria, entendiendo que las ciencias, y en particular las Matemáticas, no son neutras. En ese sentido, la concreción de experiencias educativas donde se produzca científica y tecnológica con pertinencia social es una contribución a la formación decolonial del ciudadano, lo cual es una oportunidad para el desarrollo personal de las capacidades técnicas de cada estudiante.

La finalidad de la investigación es promover la Alfabetización Matemática, en los términos descritos anteriormente, y como objetivos de acción se establecieron los siguientes: (1) conocer los intereses de los estudiantes, (2) diseñar y poner en práctica experiencias de Alfabetización Matemática y (3) analizar el estado de la Alfabetización Matemática. En el presente artículo, nos centraremos en el último, analizar el estado de Alfabetización Matemática, específicamente, sobre el tema generador relacionado con la robótica.

ROBÓTICA EDUCATIVA

Desde la antigüedad la humanidad ha buscado la manera de facilitar sus tareas, lo que impulsó el desarrollo tecnológico. Inicialmente, creando artefactos para la caza, la defensa, el transporte, entre otros usos, pasando por la creación de autómatas y robots. Estos deseos se reflejaron incluso, en la mitología o las artes, dando origen al término robot, empleado por primera vez en una obra de ciencia ficción y cuyo significado derivado de la palabra checa *robota*, que significa servidumbre (Sánchez *et al.*,

2007b). El desarrollo de la mecánica, la electrónica y la informática, combinadas en la mecatrónica, dan pie a la concepción moderna de robot, por la posibilidad de dotarlo de autonomía al ser programable informáticamente, transitando por robots manipulados por interruptores, controles remotos y tarjetas programables (Sánchez *et al.*, 2007a). Ruiz (2006) exhibe una clasificación de los robots según la generación, la morfología, y el nivel de inteligencia (Tabla 1).

Tabla 1
Clasificación de los Robots

Por Generación	Por su Morfología	Por su nivel de Inteligencia
<u>Primera:</u> Reprogramable, de tipo brazo y sólo podían memorizar movimientos repetitivos, asistidos por sensores internos que les ayudaban a realizar sus movimientos con precisión.	<u>Industrial:</u> Destinados a realizar de forma automática determinados procesos de fabricación o manipulación.	<u>Manual:</u> Dispositivo con varios grados de libertad accionado por un operador.
<u>Segunda:</u> Poseen sensores externos que proporcionan al robot información del exterior. Pueden tomar limitadas decisiones, reaccionar ante el entorno de trabajo y se les conoce como robots adaptativos.	<u>Móviles:</u> están provistos de algún tipo de mecanismo que les permite desplazarse de lugar autónomamente, como pueden ser patas, ruedas u orugas y reciben la información del entorno con sus propios sistemas sensores.	<u>De Secuencia Fija:</u> Dispositivo de manipulación que realiza las etapas sucesivas de una tarea según un método predeterminado e inmutable, que suele ser difícil de modificar.
<u>Tercera:</u> Emplea la inteligencia artificial, hace uso de microprocesadores avanzados y es capaz de realizar razonamientos lógicos e incluso aprender.	<u>Androides o Humanoides:</u> Intentan reproducir total o parcialmente la forma y el comportamiento del ser humano.	<u>De Secuencia Variable:</u> Dispositivo similar al anterior, pero, las etapas se pueden modificar fácilmente.
	<u>Zoomórficos:</u> reproducen con mayor o menor grado de realismo, los sistemas de locomoción de diversos seres vivos.	<u>De Control Numérico:</u> El operador humano proporciona al robot un programa de movimiento en lugar de enseñarle la tarea manualmente.
		<u>Inteligente:</u> Un robot con los medios para comprender su entorno y la capacidad de completar con éxito una tarea a pesar de los cambios en las condiciones circundantes en las que se realizarán.

Ahora bien, en cuanto a la robótica educativa, López y Andrade (2013) presentan una revisión al respecto, destacando dos procesos indispensables, a saber, la conceptualización y la materialización. Estos procesos pueden partir uno al otro, logrando una síntesis entre teoría y práctica, ya que, para el aprendizaje sobre robótica no puede limitarse a la comprensión de sus partes y funcionamiento, ni sería posible lograr su construcción sin conocer cada uno de los subsistemas que dan vida artificial al robot. Señalan la relevancia de un ambiente colaborativo, donde, además, los participantes reflexiones sobre los usos éticos de los robots.

Con respecto a la materialización, dichos autores, suponen un primer momento de diseño, donde se incluye la discusión de las labores que cumplirá el robot y los materiales a utilizar; en un segundo momento se pasa a la construcción de prototipos, que posteriormente serán evaluados para

dar terminado el proceso o someterlo a rediseño y reconstrucción. Dentro de los conocimientos que interactúan, interdisciplinariamente, destacan: lo mecánico, dado que su funcionamiento implica movimientos, la electricidad, ya que, se debe energizar el artefacto; la electrónica y la informática, que son indispensable para lograr la automatización y autonomía del robot.

Al revisar publicaciones concretas sobre el diseño y construcción de robots, es posible reconocer un uso indirecto de las Matemáticas, es decir, como el lenguaje para describir el funcionamiento y sus especificaciones, así como también, como herramienta en el establecimiento de ecuaciones y cálculos. Asimismo, Torres y Montiel (2022), al hacer un estudio sobre la trigonometría en la robótica, constatan su aplicación en el campo al estudiar la mecánica a través de diagramas en el plano o el espacio, donde se hace necesario razonar geométricamente. En cuanto a las experiencias de robótica educativa y la enseñanza de las Matemáticas, encontramos una intención de aprovechar la motivación que genera la robótica para enseñar Matemáticas dentro de ese contexto, lo que López y Andrade (2013) llaman aprendizaje con robótica.

Disconsi (2009) presenta una experiencia concreta donde sus estudiantes hacen ensamblajes robóticos y programación, a partir de un kit para tal fin, teniendo la finalidad de estudiar las Matemáticas presentes en dicho proceso y en la implementación, mostrando como sus estudiantes hicieron representaciones, estudio de elementos de los movimientos, midieron las dimensiones de sus construcciones, así como también, las distancias recorridas, el tiempo, entre otras mediciones al momento de la puesta en marcha. Al mismo tiempo, por tener la intención de fomentar un escenario de investigación (Skovsmose, 2000), reflexiona sobre la interacción entre los actores, donde se puede apreciar la posibilidad del trabajo colaborativo, la producción y transformación de subjetividades.

Luego de esta revisión literaria, como marco para el presente artículo, resaltamos la necesidad de la teoría y práctica al aprender sobre robótica, donde los procesos de conceptualización, diseño y construcción requieren del conocimiento matemático, como lenguaje y herramienta de interpretación de las situaciones. Sobre la parte educativa, más allá de los logros en robótica y los aprendizajes matemáticos, también se resalta la posibilidad, como lo señalan López y Andrade (2013) y Disconsi (2009), de la producción y transformación de subjetividades, así como también, la adquisición de valores como el trabajo colaborativo y el diálogo.

SOBRE LA EXPERIENCIA

Se enmarca en el paradigma sociocrítico (Alvarado & García, 2008; Melero, 2011), buscando empoderar a los participantes sobre robótica. Esto implica superar la dependencia tecnológica histórica de nuestra región y adoptar posiciones críticas en sus usos (Skovsmose, 1999; Varsavsky, 1969). Al mismo tiempo que se les otorga voz en el acto educativo, se consideran sus intereses en la generación del conocimiento y se valoran sus subjetividades (Becerra & Moya, 2010; Carr & Kemmis, 1988). Se empleó la investigación-acción participativa y transformadora (Elliott, 2010), pues, pretender promover la Alfabetización Matemática en los términos expresados anteriormente, implica hacer esfuerzos constantes para transformar el acto educativo, lo que requiere sistemáticamente planificar, ir a la acción, dialogar y reflexionar, para alcanzar un ambiente estimulante en todo tiempo, donde los estudiantes tomen un papel protagónico.

La temporalidad corresponde al año escolar 2022-2023. Los participantes son seis estudiantes de tercer año de educación media general venezolana, quienes mostraron interés en la robótica. Se sistematizaron las experiencias en informes de investigación y carteles. Además, se realizó un grupo de discusión con los participantes. Esto permitió acceder tanto a sus producciones como a sus subjetividades a lo largo de su incursión en la robótica.

Se siguió el itinerario descrito en Castro-Hernández (2020), que comienza solicitando a los estudiantes un texto donde expresen sus intereses, temáticas que les gustaría investigar, incluso situaciones que les preocuparan o les afectaran. Con esta información del grupo en general, se crearon los distintos temas generadores, entre ellos la robótica, tema de este artículo. Posteriormente, en una sesión llamada plenaria, los estudiantes escogieron la temática de su interés e iniciaron el proceso investigativo. Dada la naturaleza de la temática, a diferencia de otras, no se limitó a un trabajo documental, ya que, como se mencionó en el apartado teórico, para aprender de robótica se debe tener experiencia en la construcción de los mismos, por tanto, en las reuniones de trabajo los estudiantes aportaban información sobre el campo y materiales para la construcción de prototipos.

INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

A continuación, en el siguiente apartado presentamos los resultados de la experiencia. Siguiendo el principio de privacidad sugerido por Becerra (2006), hemos omitido los nombres de los participantes, quienes en adelante identificaremos como Actor 1, Actor 2 y así sucesivamente, hasta el Actor 6.

MATEMÁTICAS EN ROBÓTICA

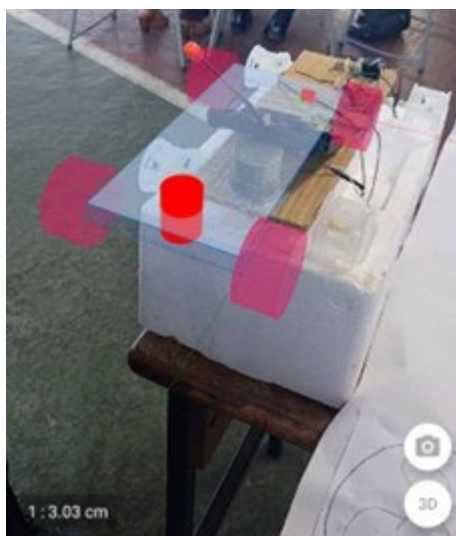
A continuación, se presentan los objetos e ideas matemáticas estudiadas por los participantes en los procesos de diseño, construcción y puesta en funcionamiento de los prototipos construidos.

FORMAS Y SIMETRÍA

Cuando los estudiantes decidieron que función principal de su robot sería la limpieza, realizaron una revisión cibernética de modelos existentes que les orientaran en su trabajo. Para cumplir con su tarea, optaron por construir un accesorio para barrer y recoger la basura, similar a una aspiradora, utilizando para su construcción, materiales de reciclaje. Luego de construir su primer prototipo, crearon una representación del mismo en GeoGebra 3D, la cual se puede apreciar en la Figura 1. Esto nos permite constatar su capacidad para reconocer figuras geométricas espaciales y representarlas.

Figura 1

Representación en GeoGebra 3D del Prototipo 1



Posteriormente, al encontrar limitaciones en el primer prototipo, se realizó un segundo prototipo donde se incorporaron los accesorios de limpieza. En la Figura 2, se puede apreciar dicho prototipo y como los estudiantes identificaron las formas presentes en su diseño.

Figura 2

Cartel de exposición: El Robot que limpia con Matemáticas



Se puede apreciar un reconocimiento de las formas geométricas espaciales en su diseño, como el prisma trapezoidal, paralelepípedos, cilindros y conos. Es decir, la experiencia de construcción les llevó al estudio de estos objetos matemáticos. Además, al construir sus prototipos, los estudiantes reconocieron que la simetría era necesaria para la estética y el equilibrio como lo señala el Actor 1 en su informe de investigación: “aprendí que para que algo, sea un avión, carro y helicóptero, tienen que tener la mismas medidas para que no se vaya para un lado más que para el otro, sino, también, tendrá mal aspecto”. En el grupo de discusión los actores agregan lo siguiente:

Profesor: En estas construcciones, ¿Usamos Matemáticas?

Actor 2: Sí, usamos las medidas para colocar los ejes de las ruedas y para saber el tamaño, la simetría...

Profesor: ¿Hicimos el carro pensando en la simetría?, o después nos dimos cuenta que había simetría.

Actor 3: ¿Qué es eso de la simetría?

Actor 1: Eso es lo de que de un lado sea igual al otro.

Actor 3: Ah, entonces sí, porque cuando lo hicimos estábamos pendientes de que no quedara jorobado, ni que pesara más de una lado que del otro.

Actor 2: Sí, medimos para poner los ejes a la misma distancia de los bordes y en el último medimos las paletas de helado para que se unieran justo en la mitad. También buscábamos que cada cosa quedara centrada, como el mecanismo de roscas que usamos, los dientes debían encajar para que el motor lo pueda mover, ahí también usamos la medida porque debíamos subir el motor a la altura donde estaban los dientes (ver Figura 3).

En este fragmento del diálogo, emerge el concepto de simetría. En primer lugar, lo menciona el Actor 2 y el Actor 3 pregunta qué es, lo cual demuestra que no reconoce tal concepto, sin embargo, aunque el Actor 1 trata de explicarlo sin lograr dar la definición correcta, podemos ver como el Actor 3 comprende la idea y la ejemplifica según su nivel de comprensión de la idea Matemática. En la última intervención del Actor 2, podemos observar con más detalles que se refieren a la idea de simetría, ya que, emplean más elementos constitutivos de la misma, como el eje de simetría, él

Menciona que lo posicionaron de manera tal que mantuviera la misma distancia hacia los bordes, justo a la mitad. Se puede interpretar que los participantes no dominan el concepto formal, sin embargo, comprenden la idea de simetría.

Otro elemento a resaltar es el razonamiento espacial. En la última cita, el Actor 2 menciona como lograron que los dientes de los engranajes se conectaran y generaran el movimiento.

Figura 3

Engranajes



Por lo presentado, se puede apreciar que, por su propia naturaleza, las tareas de construcción implicaron razonamiento espacial (Newcombe & Shipley, 2014). En términos de Bishop (1999), estas tareas implicaban medir, diseñar y localizar para hacer funcionar el artefacto de la mejor manera. El reconocimiento de las figuras geométricas observado nos permite ubicar su trabajo entre los primeros niveles de razonamiento geométrico, siendo clave la comprensión del concepto de simetría (Van Hiele 1957, 1959).

DINÁMICA Y ENERGÍA

Durante el proceso de construcción se experimentaron problemas para lograr que el vehículo pudiera moverse sobre el suelo, como lo reportan los actores 1 y 4 en sus reportes de investigación:

Actor 4: *El carro eléctrico se inició en una reunión donde vimos distintos videos de carritos de limpieza... Luego de eso llegamos a la conclusión de hacer uno con aspiradora, barredora y pulidores, cada quien dio sus ideas de cómo podría ser, se decidió que la barredora iría adelante, la aspiradora en el centro y los pulidores en la parte de atrás del carrito... En el próximo encuentro uno de los participantes del grupo llevó un carro a control remoto que no funcionaba, ya que, en el anterior encuentro se había comprometido a donarlo para nuestro beneficio. Pensamos en transformarlo agregándole la barredora, la aspiradora y el pulidor. Una vez terminado pensamos que todo estaba listo, ¡el carro no funcionó! Llegamos a la conclusión que era por el peso y la incertidumbre de que era por falta de voltaje. Para nuestro próximo encuentro... destrozamos lo que habíamos hecho, porque, lamentablemente, no tuvimos éxito. Cambiamos los planes y lo hicimos de cartón y sin los pulidores. Las ruedas de atrás funcionaron con un sólo motor y una función de engranaje que yo mismo diseñé. Las ruedas de adelante, para cruzar, también, utilizaron un sólo motor, usamos una tarjeta control remoto, hicimos las conexiones y tampoco funcionó. Luego de todo eso no volvimos a reunir y lo hicimos de metal. Esta vez las ruedas de atrás funcionan cada una con su motor para asegurarnos de que el carro rodara, pero, nos dimos cuenta de una falla de voltaje que*

evitó que el carro fuera inalámbrico, ya que, se tiene que utilizar un cable que regula la corriente a 12 voltios. Si queremos hacer el carro a control remoto, tenemos que cambiar los motores, por unos que tenga más fuerza y utilicen menos voltaje.

Actor 1: *Aprendimos que para que un móvil arranque del suelo debe superar la fuerza del suelo. El peso hace fuerza hacia abajo y el suelo hace fuerza hacia arriba y en contra del móvil que intenta ir hacia adelante por la fricción. Entonces, la fuerza de los motores debe ser mayor, para eso, el voltaje, prácticamente, es lo más importante, ya que, si no es suficiente puede que el carro no pueda porque no va a tener la fuerza suficiente para superar la del piso y si es más de lo necesario se pueden quemar los motores u otro componente.*

Para interpretar lo anterior, podemos iniciar por el reconocimiento de las fuerzas que interactúan, tal como lo demuestra el Actor 1, entre ellas el peso, elemento al que también hace alusión el Actor 4, al reconocer que a mayor peso mayor debe ser la fuerza de los motores. Ambos coinciden al señalar en la importancia de suministrarle a los motores la electricidad suficiente, lo que nos permite inferir que los estudiantes notan que el funcionamiento óptimo de los motores depende del voltaje suministrado, esto se puede apreciar en ambas citas. Estos dos ejemplos nos permite entender que reconocen relaciones de dependencia: en el primer caso, la relación entre los tipos de fuerza que intervienen y, en el segundo, entre la fuerza y voltaje.

Los estudiantes deducen que mientras mayor capacidad tenga el motor y se le suministre la energía adecuada, mayor será el peso que pueda mover, ya que, superará a las fuerzas que se oponen a su movimiento. Esto último nos revela ver la comprensión de la idea Matemática de variación (Cantoral, 2013). Sin embargo, los estudiantes no muestran representaciones gráficas y algebraicas de dichas relaciones, sólo emplean el lenguaje natural; por tanto, su comprensión se percibe implícitamente.

Una vez superados los problemas de movimiento y energía, correspondía la tarea de incorporar los accesorios de limpieza y suministrarle energía. Esto sería un nuevo desafío, como lo describe el Actor 5 en su informe de investigación.

Actor 5: *En nuestro primer plan queríamos que funcionara a control remoto, para eso, se conectaban los cables desde la batería a la tarjeta y de ella a los motores. Pero, las pilas que teníamos se descargaban muy rápido. El Profesor trajo un transformador de 12 voltios para descartar ese problema, ya que, garantizaba un suministro constante. Cuando logramos el movimiento, fue un momento muy emocionante, aunque, la alegría duró poco, porque, también nos dimos cuenta que no funcionaría a control remoto porque al colocarle el transformador comenzó a echar humo la tarjeta, es decir, era un voltaje mayor al que podía aguantar. El Profesor nos sugirió que usáramos un interruptor de dos posiciones, como control. Vimos varios tutoriales en YouTube y logramos hacer la conexión, aunque, fue difícil conectar los demás accesorios porque no sabíamos dónde colocar los cables y también sabíamos que 12 voltios era mucho para algunos motores que usábamos, se podían quemar y algunos giraban muy rápido. Investigando al respecto, aprendimos que los circuitos se pueden hacer en serie o en paralelo y que según la forma en el que lo coloquemos el voltaje y el amperaje se mantiene constante o se divide. Por eso, decidimos crear dos circuitos, uno para el movimiento de los motores traseros y*

otro para la dirección y los accesorios, así se suministraría 12 voltios a cada uno. Luego, como queríamos conectar el motor de la dirección y los accesorios juntos, sin quemarlos ni que giraran tan rápidos, esa parte la hicimos mixta, el motor de la dirección, que era de una radio y era grande, lo pusimos en paralelo a los otros dos, porque él podía soportar los 12 voltios y a los otros dos, el de la barredora y el de la aspiradora, lo pusimos en serie, con un interruptor sencillo, así lo podíamos apagar y prender fácilmente. Esto nos llevó mucho tiempo, porque nos pareció muy difícil, el Profesor dice que los circuitos lo estudiaremos en Física de quinto año. El Profesor nos hizo buscar una relación de los circuitos con las Matemáticas, yo encontré que se relacionaba con la lógica proposicional, que cuando usamos el interruptor de dos posiciones, tenemos tres posibilidades, o tiene corriente para ir hacia adelante, o tiene corriente para ir hacia atrás, o no tiene corriente. En la lógica sería una proposición $p \vee q$, eso fue fácil de entender. Después vi que eso se podía representar en una matriz con 0 y 1, donde 0 es que no hay corriente y 1 que hay corriente.

Lo que explica el Actor 5, se puede apreciar en la parte inferior de la Figura 2. Allí se muestra el circuito eléctrico y sus partes, además, una representación matricial que presenta todos los casos posibles, incluyendo la ausencia de corriente en alguna parte o en todo el circuito. Como podemos apreciar, para resolver este problema los estudiantes tuvieron que investigar sobre circuitos eléctricos y luego, a petición del docente, investigaron una relación con las Matemáticas, aprendiendo que su funcionamiento es lógico.

En síntesis, al buscar explicaciones del problema mecánico, los estudiantes se aproximaron a la idea matemática de variación (Cantoral, 2013), aunque de manera implícita, reconocen que hay magnitudes que dependen de otras, sin representarlo en ecuaciones. Además, lograron representar, a través de la lógica proposicional y las matrices, el circuito eléctrico, lo cual amplió su comprensión del mismo, en términos de López y Andrade (2013), el aprendizaje del circuito eléctrico y dichas ideas matemáticas en esta experiencia es un aprendizaje con robótica.

CONDUCCIÓN

Sobre la forma de conducir un robot, podemos observar en las citas anteriores que los estudiantes han manifestado su intención de manipular su robot por control remoto y que las circunstancias los obligaron a usar un control cableado. En una segunda etapa, resueltos los problemas de energía y peso, los estudiantes lograron un prototipo manipulable a control remoto, este se muestra en la Figura 4. El Actor 3, en su informe de investigación, explica su funcionamiento:

Actor 3: Un radiotransmisor es un dispositivo que permite al piloto controlar el aparato por medio de ondas de radio. La señal es recibida por un receptor de radio situado en el aparato que está conectado al controlador... El control posee 4 pulsadores, cada pulsador se corresponde por uno de los bits del receptor (D0, D1, D2 y D3). Cuando se presiona un pulsador, el control transmite la señal de activación del bit correspondiente y el voltaje en el bit del receptor se eleva a 5 v. Una limitante de esta tecnología es el alcance, las ondas viajan de manera circular desde el emisor hasta el receptor.

Al interpretar la explicación del Actor 3, podemos reconocer como, desde el contexto tecnológico, reconoce la idea de correspondencia uno a uno, al mencionar que cada pulsador del control, los nombra

D1, D2, D3 y D4, tiene un correspondiente en el receptor con el cual se comunica. Matemáticamente, esto puede relacionarse con la idea de función. Si bien, el estudiante no emplea este concepto matemático ni sus formas de representarla más allá del lenguaje natural, se puede apreciar su aplicación en el contexto de la experiencia. Además, en la misma cita podemos encontrar la idea de circunferencia de manera explícita, de hecho, su comprensión es central para el funcionamiento del robot.

Figura 4

Prototipo 3



En el siguiente paso, se trató de implementar un sistema de autonomía. El Actor 6 explica, en su informe de investigación, los avances de programación alcanzados:

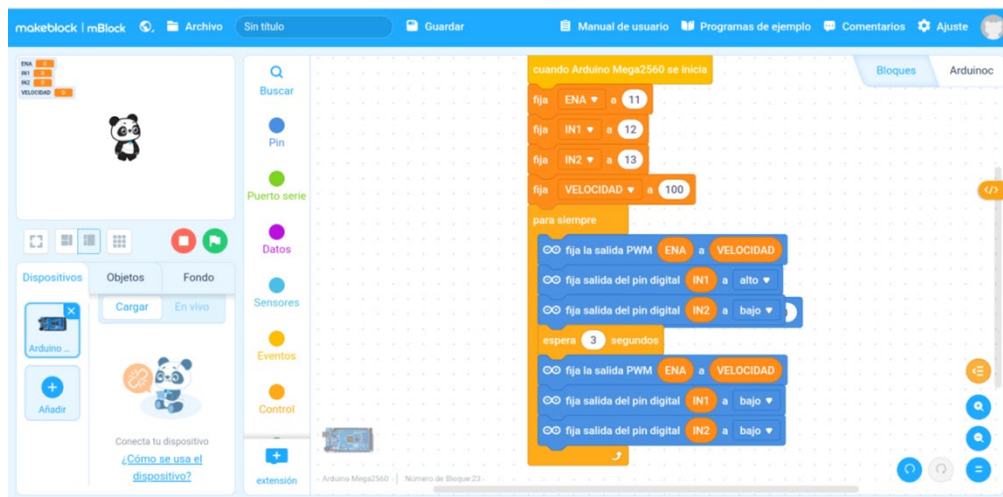
Actor 6: Yo me encargué de la parte de programación, ese siempre fue el plan, porque he tenido más experiencia que mis compañeros en esto y a mí no me gusta mucho armar o ensamblar. Cuando se compraron los dispositivos me emocioné, era mi momento. Recuerdo que el Profesor y yo estuvimos en comunicación para comprar lo necesario, tenemos una tarjeta arduino mega 2560, que es el cerebro como tal, donde se pasan y se ejecutan los programas, tenemos una placa puente H L298N, donde se conectan los motores y las baterías, compraron muchos cables hembra-hembra, macho-macho y hembra-macho para hacer las conexiones. También, se compraron dos sensores ultrasónicos que servirían para que el robot no choque, ni se caiga al vacío, también un servomotor que hará que el robot decida a donde moverse. Sobre la programación, no logramos colocar todos esos dispositivos, ha sido muy difícil, tampoco hemos tenido mucho tiempo para hacerlo. Sólo logramos que se moviera hacia adelante o hacia atrás y eso es lo que voy a explicar en este informe... Usé la plataforma mblock, es para programar en bloques, que es más fácil que por códigos. Siguiendo un video de YouTube, entendí que lo primero era definir las variables, es decir, decirle al programa como se llamaba el motor, sus cables positivo y negativo, lo que queríamos que era la velocidad. Al crear las variables se crean unos bloques nuevos que hay que unir, primero se coloca el que dice "cuando Arduino Mega2560 se inicia", para que el programa inicie apenas se prenda la tarjeta, luego se agregan las variables con un bloque donde se fija cada una y se especifica el pin al que se conectó, conectamos el motor al pin 11 y la corriente a los pines 12 y 13, las variables se llaman ENA para el motor, IN1 e IN2 para la corriente, lo pusimos así porque así dice en la placa puente H y era más fácil guiarme. En estos bloques también se coloca la velocidad y debemos colocar un número que sería como la potencia a la que queremos que arranque, estuvimos variando este valor y vimos que iba más rápido

o más lento, lo dejamos en 100 porque nos parecía que iba bien. Luego se colocan los bloques de lo que va a hacer, el primero es como para que el programa entienda donde está cada cosa. Usamos el bloque “para siempre” porque estábamos haciendo una prueba. Después se le coloca la velocidad al motor y se coloca a IN1 alto y a IN2 bajo, así se moverá hacia adelante, si lo invertimos iría hacia atrás. Después se repiten los bloques y se apagan los botones para que se detenga.

En lo que explica el Actor 6, podemos reconocer que comprende que la programación se rige bajo la lógica, debe definir unas variables, detallar a los dispositivos donde se conectó cada pieza y especificar su funcionamiento. Si analizamos lo que relata sobre la variable velocidad en el programa, al mencionar que al variar la potencia notaba que las ruedas giraban más rápido o más lento, podemos reconocer, nuevamente, la idea matemática de función. Esto se debe a que, para cada valor que él asigne en el programa el motor tendrá una determinada potencia que se ve reflejado en la velocidad, es decir, la velocidad que tendrá el robot depende del valor asignado en el programa. Lo mismo ocurre con la posibilidad de invertir la polaridad para indicar si el motor irá hacia adelante o hacia atrás, similar a lo que explicó el Actor 3 con la lógica proposicional y la matriz que construyó. En la Figura 5 se puede apreciar el programa empleado.

Figura 5

Programa de movimiento



Lo presentado nos permite señalar que los estudiantes transitaron las etapas evolutivas de la robótica, desde el manejo a por control cableado, pasando por controles remotos, hasta sus primeros pasos en la programación para la autonomía. A luz de lo señalado en el apartado teórico, es posible posicionar los prototipos de los estudiantes en la categoría de robot móvil, si nos referimos a su morfología y, con respecto a su nivel de inteligencia, como manual los primeros prototipos y de secuencia variable al que se logra mover hacia adelante de manera programada.

LA PERSPECTIVA DEL ESTUDIANTE

En el siguiente apartado se agrupan las expresiones de los estudiantes sobre su aprendizaje en esta experiencia. En el grupo de discusión, los estudiantes lograron reflexionar sobre el aprendizaje colectivo, el Actor 4 lo expresó de la siguiente manera: “lo que más me gustó aprender fue a trabajar en equipo, porque mayormente trabajo solo en mi casa... y esta experiencia me gustó”. Esto lo reafirmó en su informe de la siguiente manera:

Actor 4: *Fue emocionante encontrar a otras personas que le guste lo mismo que a uno, me pareció una buena experiencia porque aprendí muchas cosas nuevas. Ver sus trabajos me daba ideas nuevas y podíamos compartirlas.*

De lo anterior, podemos señalar que la interacción entre estudiantes con gustos afines generó un ambiente estimulante, donde aprendían unos de otros. Sin embargo, dada la organización del proceso de construcción y la separación del grupo según sus fortalezas impidió que aprendieran más sobre procesos que llamaban su atención, los actores 4 y 5 lo expresaron en el grupo de discusión de la siguiente manera:

Actor 5: *Me hubiese gustado aprender más sobre las conexiones, o sea, porque yo sabiendo más de circuitos, cómo voy a conectar todo si no voy a saber. No estuve el día que hicieron las conexiones, porque yo me dedicaría a la programación. Entonces, yo creo, que es algo de lo que me hubiese gustado aprender.*

Actor 4: *Me hubiese gustado aprender sobre la programación, esa parte no me tocaba a mí, pero, me llamaba la atención ver cómo se hace y aprender.*

Se puede notar que estos actores sienten haber perdido la posibilidad de aprender procesos clave debido a como se repartieron los roles en el grupo. También, valdría la pena resaltar el nivel de interés de los estudiantes por el tema y la motivación por aprender más al respecto, así lo deja ver el Actor 2, en el mismo diálogo, de la siguiente manera “aprendí de todo, porque era mi primera vez. Aprendí como se conectaban los circuitos, las cosas, sobre el voltaje y amperaje. Me gustaría seguir aprendiendo más de eso”.

Otro elemento a considerar, a favor del aprendizaje colectivo, es la cohesión del grupo ante las diversas dificultades que enfrentaron. En el grupo de discusión surgió el siguiente diálogo:

Profesor: *¿Cómo se sintieron cuando hicimos la prueba y el carro no rodaba?*

Actor 2: *Al comienzo estaba emocionado, pensé que iba a arrancar y todo bien, después, cuando no quiso arrancar se me bajaron los ánimos.*

Actor 1: *Entramos en depresión (todos ríen), pensábamos que iba a funcionar y no funcionó.*

Profesor: *y, ¿Qué pasó después?*

Actor 3: *Yo me quería ir Profesor, no entendía por qué no funcionaba. Usted me dijo que me podía ir y que luego lo volveríamos a intentar. Entonces, yo me quedé tranquilo.*

Actor 2: *Así es, aunque nos sentimos mal, íbamos a volver a intentarlo.*

Actor 5: *Cuando hablamos sobre eso pensábamos que simplemente había que volver a intentar y nos dimos ánimos. El día que sí funcionó, nos enteramos porque usted nos mandó el video y aunque estábamos en otra clase estábamos pensando en lo que ustedes estaban haciendo, celebramos cuando lo vimos rodando.*

Los estudiantes se mantuvieron unidos en su trabajo, se apoyaron durante la experiencia. Esto mantiene relación con los primeros comentarios del Actor 4 sobre el trabajo en equipo. Sobre este particular, cabe resaltar como esta experiencia produce, o transforma, en el Actor 4, su subjetividad sobre el trabajo en equipo. Podemos apreciar su valoración a la posibilidad de intercambiar ideas y probarlas juntos, lo cual los aproximó al conocimiento propiamente, sinergia entre la teoría y la práctica, como se pudo notar a lo largo de su experiencia, como lo mencionan en sus diálogos, pensar que un determinado planteamiento va a funcionar y confirmarlo en la práctica. El compañerismo se vio reflejado en los momentos donde sus experiencias fracasaron y afrontaron juntos tal adversidad, reflexionaron en búsqueda de explicaciones que les permitieran resolver esos problemas hasta lograrlo. Esto nos da pie para mencionar que el trabajo grupal, en un ambiente democrático y estimulante, promueve aprendizajes colaborativos, además de valores (Freire, 1969, 1970).

Figura 6

Trabajando en equipo



REFLEXIONES FINALES

La experiencia presentada permite mostrar la potencialidad de la robótica, como un tema generador que contribuya a la Alfabetización Matemática de los estudiantes. Esto se debe a que la motivación de los participantes se mantuvo a lo largo de la experiencia, lo cual representa más oportunidades para vivir la relación con las Matemáticas.

Las actividades exigieron de los actores la capacidad para resolver problemas, lo que conllevó a procesos de investigación y, en muchas ocasiones, los acercó a las ideas matemáticas. En la construcción de sus primeros prototipos, resolvieron la dificultad del movimiento soportando su propio peso. Esto los llevó a aprender sobre las leyes del movimiento y de los circuitos eléctricos que, si bien son ideas del campo de la Física, la manera en que conjeturaron la solución permite afirmar que, implícitamente, reconocen las relaciones entre variables; es decir, las ideas matemáticas de función y de variación. De la misma manera, los estudiantes fueron perseverantes al lograr un prototipo que funcionara de manera autónoma. Esto los llevó a transitar las etapas evolutivas de la robótica: primero, utilizando un control cableado; luego, un control remoto; hasta dar sus primeros pasos en programación. Esto también evidenció, de manera implícita, las ideas matemáticas de función y de variación.

Otra forma de acercarse a las ideas matemáticas fue la exigencia del docente por conocer las representaciones matemáticas en sus prototipos y su funcionamiento. Esto los llevó a identificar las figuras geométricas del espacio presentes en su robot, a ser conscientes del uso de la simetría en su diseño y a comprender la representación matricial, en relación con la lógica proposicional, del circuito eléctrico.

Estos dos caminos, generadores de conocimiento Matemática-Realidad, favorecieron la interconexión las distintas áreas de las Matemáticas. El razonamiento geométrico y espacial, la comprensión de la idea de variación y la lógica, fueron indispensables en este proceso.

Por otro lado, se evidenció la producción y transformación de subjetividades en relación con el trabajo en equipo y los valores que este proceso promueve: la fraternidad, el compañerismo, el diálogo y la resolución de problemas en conjunto.

Con respecto al estado de Alfabetización Matemática mostrado por los estudiantes, en términos de Castro-Hernández (2022), se aprecia como los estudiantes, al toparse con los problemas se hacen preguntas, investigan para hallar soluciones y representan matemáticamente la situación, lo que les permite alcanzar conclusiones sobre la situación. Transitando del mundo real al mundo de las Matemáticas y viceversa, interconectando áreas de las Matemáticas, e incluso, áreas de conocimiento como la Física.

La relevancia del presente artículo es dar a conocer una experiencia concreta donde ocurren aprendizajes sobre robótica y aprendizaje de las Matemáticas usando a la robótica como tema generador. Se destacan las producciones de los estudiantes como eje central de esta experiencia. Lo anterior nos hace reflexionar sobre la potencialidad de la robótica como tema generador, en el marco de un proceso de Alfabetización Matemática, porque atiende uno de los contextos indispensables propuestos en Castro-Hernández (2021): el contexto científico-tecnológico. Esto abre la puerta para que los estudiantes discutan sobre la dependencia tecnológica de la región, la pertinencia social de sus iniciativas y su papel dentro de la ciencia y la tecnología, resaltando el valor de la soberanía sobre potencial energético, biodiverso y geodiverso de la región.

En cuanto al aprendizaje de las Matemáticas, con base en esta experiencia, toma sentido reflexionar sobre el potencial para la creación de experiencias de Alfabetización Matemática que les lleven a construir las ideas matemáticas de función y variación, que les permita presentar de manera explícita las relaciones entre las variables detectadas.

Dar continuidad a estas experiencias implicaría adentrarse en la programación del robot hasta alcanzar su autonomía. Esto, sin duda, permitiría conocer y profundizar en otras ideas matemáticas superiores.

Por último, sobre la organización social de la experiencia y reflexiones para futuras, se debe resaltar el valor de practicar permanentemente el diálogo y la actitud de los estudiantes para aprender unos de otros, intercambiar ideas de manera respetuosa, lo cual les llevó a aproximarse a soluciones de manera colectiva. Sin embargo, merece ser considerado los comentarios de los estudiantes sobre la organización del proceso productivo, al desear ser incluido en todas las fases para aprender más allá de sus propias fortalezas. Es preciso estar consciente de las formas de organización que se toman en este tipo de contextos, para evitar replicar el taylorismo, el fordismo o el toyotismo.

ACLARATORIAS

El autor no tiene conflicto de interés que declarar. El artículo ha sido financiado con recursos propios del autor.

REFERENCIAS

- Alvarado, L., & García, M. (2008). Características más relevantes del paradigma socio-crítico: Su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas. *Sapiens*, 9(2), 187-202.
- Becerra, R. (2006). *La formación del docente integrador bajo un enfoque interdisciplinario y transformador* [tesis doctoral no publicada, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas].
- Becerra, R., & Moya, A. (2010). Investigación-acción participativa, crítica y transformadora. Un proceso permanente de construcción. *Integra Educativa*, 3(2), 133-156.
- Bishop, A. (1999). *Enculturación matemática. La educación matemática desde una perspectiva cultural*. Paidós.
- Cantoral, R. (2013). *Desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional, una mirada socioepistemológica*. Secretaría de Educación Pública.
- Carr, W., & Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Martínez Roca, S. A.
- Castro Hernández, J. (2020). Los intereses de los estudiantes en un proceso democrático de alfabetización matemática. *Paulo Freire. Revista de Pedagogía Crítica*, (23), 108-134. <https://doi.org/10.25074/07195532.23.1642>
- Castro Hernández, J. (2021). La generación del conocimiento: Matemática y realidad. En Experiencias de alfabetización matemática. *RIPEM - Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 11(2), 219-249. <https://doi.org/10.37001/ripem.v11i2.2427>
- Castro Hernández, J. (2022). El estado de la alfabetización matemática: Análisis desde las producciones y las subjetividades. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática*, 2(3), 1-31. <https://doi.org/10.54541/reviem.v2i3.31>
- Disconsi, K. (2009). *Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática* [tesis de maestría, Universidad Federal do Rio Grande do Sul]. Repositorio Digital de la UFRGS. <http://hdl.handle.net/10183/17426>
- Elliott, J. (2010). *La investigación-acción en educación*. Ediciones Morata, S. L.
- Freire, P. (1969). *La educación como práctica de la libertad*. Siglo Veintiuno Editores.
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo Veintiuno Editores.
- López, P., & Andrade, H. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 43-63. <https://doi.org/10.15517/revedu.v37i1.10628>

- Melero, N. (2011). El paradigma crítico y los aportes de la investigación acción participativa en la transformación de la realidad social: Un análisis desde las ciencias sociales. *Cuestiones Pedagógicas*, 21, 339–355.
- Newcombe, N. S., & Shipley, T. F. (2014). Thinking about spatial thinking: New typology, new assessments. En J. S. Gero (Ed.), *Studying visual and spatial reasoning for design creativity* (pp. 179–192). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9297-4_10
- Ruiz, J. (2006). *Robótica: Estado del arte* [tesis doctoral, Universidad de Deusto].
- Sánchez, F., Jiménez, P., Millán, F., Salvador, V., Monllau, J., Palou, J., & Villavicencio, H. (2007a). Historia de la robótica: De Arquitas de Tarento al Robot da Vinci (Parte II). *Actas Urológicas Españolas*, 31(3), 185–196. [https://doi.org/10.1016/S0210-4806\(07\)73624-0](https://doi.org/10.1016/S0210-4806(07)73624-0)
- Sánchez, F., Millán, F., Salvador, J., Palou, J., Rodríguez, F., Esquena, S., & Villavicencio, H. (2007b). Historia de la robótica: De Arquitas de Tarento al robot Da Vinci (Parte I). *Actas Urológicas Españolas*, 31(2), 69–76. [https://doi.org/10.1016/S0210-4806\(07\)73602-1](https://doi.org/10.1016/S0210-4806(07)73602-1)
- Serrano, W. (2009). *La educación matemática crítica en el contexto de la sociedad venezolana: Hacia una filosofía y su praxis* [tesis doctoral, Universidad Central de Venezuela]. Repositorio Institucional de la Universidad Central de Venezuela. <http://hdl.handle.net/10872/5255>
- Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. Una Empresa Docente.
- Skovsmose, O. (2000). Escenarios de investigación. *Revista EMA*, 6(1), 3–26.
- Torres, D., & Montiel, G. (2022). Características matemáticas y contextuales de la trigonometría en el repaso para robótica en Ingeniería Mecatrónica. *Innovación Educativa*, 22(90), 82–103.
- Van Hiele, P. (1957). *El problema de la comprensión en conexión con la comprensión de los escolares en el aprendizaje de la geometría* [tesis doctoral no publicada, Universidad Real de Utrecht].
- Van Hiele, P. (1959). El pensamiento del niño y la geometría. *Bulletin de l'Association des Professeurs Mathématiques de l'Enseignement Public*, 198, 199–205.
- Varsavsky, O. (1969). *Ciencia, política y cientificismo*. CEAL.

Cómo citar este artículo:

Castro Hernández, J. (2025). Cuando los intereses de los estudiantes conectan áreas de las matemáticas: Robótica como tema generador. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática (REVIEM)*, 5(2), e202504. <https://doi.org/10.54541/reviem.v5i2.139>



Copyright © 2025. Johan Castro Hernández. Esta obra está protegida por una licencia [Creative Commons 4.0. International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)