

# Educational Robotics Intervention in the Motivation of Students

Diana Lancheros-Cuesta and Ramon Fabregat

**Abstract**— nowadays technological developments have been used as educational mediations. An example has been working in the classroom with robots for *STEM* (Science, Technology, Engineering and Mathematics), however it is important to determine the effects of robots in the classroom, mainly on motivation issues. This article shows a review of related works in educational robotics and their effects, in the same way a methodology is proposed to work in the classroom with effects on student motivation.

**Index Terms**— Educational Robotics, STEM (science, technology, engineering and mathematics), motivation measure.

## I. INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) facilitan los procesos de enseñanza y aprendizaje hoy en día, un ejemplo de ello es el uso de robots en el aula. Diversos trabajos han mostrado como la robótica educativa puede mejorar el desarrollo de diversas habilidades. En concreto, las lógico matemáticas [1] [2]; las técnicas [3] [4] [5] [6] [7]; y las sociales [8], [9]. Además, el uso de la robótica educativa en la educación *STEM* (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) que permite el desarrollo de pensamiento computacional es cada día más frecuente [10], [1], [11], [12], [13].

Por otra parte, es común encontrar hoy en día inconvenientes por la falta de motivación que tienen los estudiantes, lo que puede llegar a provocar un bajo rendimiento académico e incluso un aumento del fracaso escolar [14]. El objetivo de este trabajo es analizar como se ha utilizado la robótica educativa para motivar a los estudiantes y que mecanismos se han tenido en cuenta para evaluar la motivación.

El presente artículo presenta en la sesión 2 una descripción de los trabajos relacionados; en la sesión 3 se menciona el método utilizado en la investigación; en la sesión 4 se describe una propuesta de intervención pedagógica teniendo en cuenta el uso de robots en el aula y la evaluación de la motivación. Por último se mencionan las conclusiones.

## II. TRABAJOS RELACIONADOS

La robótica educativa ha presentado ventajas cuando se

utiliza como apoyo, intervención o terapia en estudiantes con dificultades y/o discapacidad. Por ejemplo, en [15] se utiliza la robótica educativa para lograr colaboración entre niños que presentan aspectos relacionados al trastorno del espectro autista. Como resultado destacable de la investigación se puede mencionar los diferentes momentos encontrados cuando los niños interactuaban con el robot, espacios individuales, de asociación y de cooperación. Adicionalmente se pudo evidenciar una mayor interacción social de los niños, no solo por parte de los docentes, si no también por parte de los padres. Sin embargo, el estudio no evalúa procesos motivacionales.

De otra parte las intervenciones realizadas con robots han permitido mejorar los procesos atencionales así como algunas habilidades sociales [8], [16], [17], [18]. Por su parte en [19] y [20] se comparan las diferencias que hay en terapias a niños con autismo cuando son realizadas solamente por profesionales y cuando se utiliza un robot social (nao) para apoyar el reconocimiento de gestos y emociones. Ambas intervenciones fueron efectivas siendo de mayor impacto aquellas donde se utilizó el robot. Investigaciones relacionadas con discapacidades cognitivas, los robos también se han utilizado con éxito en rehabilitación y en procesos de inclusión de estudiantes con discapacidades motrices [21] [22] y [23][16][24] [25].

Por otro lado, y teniendo en cuenta que una de las aplicaciones comunes de la robótica tiene que ver con su utilización para el desarrollo de habilidades técnicas, matemáticas y de ciencia como los que se desarrollan bajo los programas STEM, diversas investigaciones buscan medir o determinar el impacto y los efectos de la robótica educativa en el aula [2] [26] [27]. En [7] se realiza una investigación cuasi-experimental utilizando robots en las actividades educativas y como resultado se obtuvo un aumento en el interés en estudiar ciencias. Por su parte, en [28] y en [29] se mencionan cambios observados en las actitudes pasivas de los estudiantes que se manifestaron en habilidades para argumentar y analizar problemas al trabajar con robots.

Este tipo de intervenciones se han realizado incluso con alumnos en etapas tempranas con el fin de desarrollar en los pequeños actitudes positivas por la ciencia y la matemática [11] [30]. Por ejemplo, en [10] se realiza un estudio con el fin de determinar los efectos de la inclusión de la robótica para la generación de pensamiento computacional a edades tempranas. Los resultados muestran que las estrategias utilizadas promovieron la comunicación [31], la colaboración y la creatividad en el aula [17], [32], [33]. De igual forma, en

---

Diana Lancheros-Cuesta, AVARC, Universidad de La Salle, Bogotá Colombia, [dilancheros@unisalle.edu.co](mailto:dilancheros@unisalle.edu.co). ORCID: 0000-0002-6355-4305.

Ramon Fabregat, Universidad de Girona, España, [ramon.fabregat@udg.edu](mailto:ramon.fabregat@udg.edu). ORCID: 0000-0002-3551-7304.

[34] se realiza un estudio con el fin de evaluar, por primera vez, los efectos a corto plazo en niños en edad preescolar de un entrenamiento intensivo de robótica educativa en funciones ejecutivas. El principal hallazgo fue una mejora significativa en la memoria de trabajo visio espacial. Por su parte en [35] y [36] se realizan investigaciones para determinar el efecto de los robots en niños rurales y se obtiene como resultados una participación activa con el robot para cantar, narrar cuentos y recitar poemas.

Con respecto al desarrollo de la creatividad y de habilidades matemáticas, en [1] se afirma que el uso de sistemas robóticos son una posibilidad de transmitir a los niños los conceptos básicos de la tecnología. El uso de robots le permite al estudiante resolver problemas matemáticos de forma eficiente con capacidad de obtener un progreso significativo en el aprendizaje de nuevos conceptos y definiciones básicas con respecto al diseño y la programación [12], [37], [38], [39], [40] [41]. Por su parte, en [42] también se afirma que al trabajar con robots para el desarrollo de habilidades matemáticas se mejora la actitud que tienen los estudiantes hacia el aprendizaje de la ciencia. En cuanto a procesos creativos y actitudes positivas en el aula, diversos trabajos han evidenciado un aporte significativo desde la robótica [3], [43], [44], [45], [26], [46], [47], [48] y [1].

Teniendo en cuenta lo anterior se puede afirmar que hay ventajas significativas al usar robots en el aula, sin embargo en procesos de intervención educativa es importante determinar los efectos motivacionales con el fin de garantizar el proceso de aprendizaje [49]. Al respecto en [50], [13], [46], [51], [52] y [51] utilizan la robótica educativa para generar y evaluar la motivación mediante el interés de los estudiantes por los robots, el interés por la programación y la eficacia en las tareas asignadas. De igual forma se han realizado investigaciones en donde se determina el efecto en la motivación intrínseca (interés que causa atención) y en la extrínseca (basada en el estímulo) de los estudiantes al utilizar robots educativos [53]. Al respecto, en [54], [55], [2], [56] y [57] se realizan investigaciones para determinar las actitudes y la motivación en niños, y se obtienen efectos positivos y con diferencias significativas en el proceso de aprendizaje al utilizar robots.

Con respecto a los instrumentos para medir de forma apropiada los efectos motivacionales al trabajar con robots, se puede mencionar el *Academic Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A)* que determina el efecto en la motivación asociado al cumplimiento de las tareas [52][58]. La escala de actitud de robot educativo (*ERAS*) utilizada en [59] para determinar las actitudes en los estudiantes al interactuar con el robot NAO, permitió identificar un efecto positivo en los estudiantes con respecto al compromiso, la intención, el goce y el manejo de la ansiedad.

El modelo *ARCS* (Modelo de diseño motivacional basado en la Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción) de

Keller [60], [61], [53] se ha utilizado para evaluar el uso de robots en el aula teniendo en cuenta estas cuatro dimensiones. Al respecto, en [62] como resultado de utilizar el modelo se menciona que la manipulación de las cuatro dimensiones no funcionó como se esperaba pero las retroalimentaciones que brinda un robot al indicar al niño si la actividad estaba bien o mal presenta efectos positivos en el proceso atencional. Sin embargo en [63] y [64] se menciona que se debe tener en cuenta que la motivación en el aula de clase puede estar dada por el factor de la novedad, principalmente cuando se trabaja con tecnologías como la robótica educativa. Por lo tanto se recomienda la utilización del modelo *ARCS* ya que permite la sostenibilidad de la motivación y un mayor rendimiento del aprendizaje.

En la Tabla I se describen diversos aspectos de los trabajos analizados: las características del estudio, la tecnología de robots utilizada, el tipo de habilidades foco de evaluación, el nivel educativo y el método de investigación.

TABLA I  
ANÁLISIS DE TRABAJOS

Aut.	Tecnología	Característica Evaluada	Población de análisis	Características
[7]	Robots ILEGO-programación	Habilidades técnicas-sociales	Cursos de robótica en carreras de ingeniería	Determina el impacto de la robótica educativa en el desarrollo de habilidades técnicas.
[15]	Robots LEGO®	Habilidades colaborativas	Estudiantes autismo con alto funcionamiento cognitivo	Determina las características colaborativas de estudiantes con autismo al interactuar con robots lego.
[8]	Robots Nao, Robots LEGO®	Habilidades sociales	Niños con autismo	Determina los efectos en terapias de niños con autismo.
[28]	Robots LEGO®	Habilidad en programación	Estudiantes de secundaria	Muestra una metodología para el desarrollo de habilidades de programación utilizando robótica colaborativa.
[1]	Robots LEGO®	Habilidades lógicas y creatividad	Estudiantes de primaria	Incluye materias de robótica en currículos de primaria.
[11]	Robots LEGO®	Habilidades tecnológicas	Estudiantes de primaria	Determina las habilidades tecnológicas a tempranas edades al interactuar con legos.
[12]	Robots LEGO®	Habilidades en resolución de problemas	Estudiantes universitarios (matemáticas)	Determina el impacto de utilizar lego en la enseñanza de la matemáticas.

Como citar este artículo: D. Lancheros-Cuesta and R. Fabregat, "Educational Robotics Intervention in the Motivation of Students," in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 17, no. 2, pp. 131-139, May 2022, doi: 10.1109/RITA.2022.3166856.

[13]	Robots en forma de animales	Aspectos de motivación.	Estudiantes de Primaria – Mujeres	Estudia la motivación por la tecnología en niñas de primaria al interactuar con robots.	[2]	Robot manipulador	Habilidades tecnológicas, ciencia y matemática	46 estudiantes en el 2015 y 81 estudiantes en el 2016	Intervención de robots en el desarrollo de habilidades STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas).
[54]	Robots construidos por los estudiantes en forma de animal	Motivación	Estudiantes de Preescolar y primaria	Determina la motivación en los estudiantes al interactuar con robots	[23]	Robot humanoide	Habilidad motriz	Niños entre 4 y 13 años	Intervención con robots humanoides y música para el desarrollo de habilidades motrices
[36]	¿Robots? LEGO®	Habilidades comunicativas para generación de narraciones	Estudiantes de primaria	Desarrolla narrativas creativas en niños de primaria a partir del trabajo con robots.	[65]	Robots móviles	Memoria de trabajo – habilidad visio motora	12 niños de 5 y 6 años	Determina la intervención de la robótica educativa en el desarrollo de la función ejecutiva.
[62]	Reeti robot	Motivación	Estudiantes de Primaria	Evalúa con el método ARCS la motivación de estudiantes al interactuar con robots sociales.	[57]	¿Robots? LEGO®	Motivación	22 Estudiantes de secundaria. 13- 15 años	Determina las actitudes y la motivación para el aprendizaje de la robótica y STEM
[52]	Robot Nao	Motivación	Estudiantes de Secundaria	Estudia el impacto en la motivación de los estudiantes al interactuar con un sistema de tutorías con robots	[42]	Robot social	Motivación	22 estudiantes de educación primaria	Determina el efecto en la motivación de los estudiantes de un robot social al aprender matemáticas
[55]	¿Robots? LEGO®	Habilidades cooperativas- trabajo en equipo	Estudiantes de secundaria	Determina el impacto del uso de robótica en el aula para lograr un aprendizaje cooperativo.	[50]	¿Robots? LEGO®	Motivación	38 estudiantes universitarios	Efectos de la utilización de robots LEGO® en la motivación de los estudiantes
[19]	Robots sociales	Reconocimiento gestual	Niños TEA	Determina el impacto en el reconocimiento gestual a través de robots en niños con autismo.	[43]	Robots propios móviles	Actitudes	190 estudiantes universitarios	Determina la influencia en la actitud de los estudiantes cuando construyan ellos mismos sus robots educativos.
[10]	KIBO robot con accesorios	Pensamiento computacional. STEM	Niños de 3 a 5 años de edad,	Busca introducir procesos educativos en computación a estudiantes de edades tempranas.	[3]	Robots propios móviles	Habilidades técnicas	No Aplica	Construye un robot móvil orientado a niños de colegios en etapa escolar.
[22]	Robot zora	Habilidades comunicativas y cognitivas	17 niños de diversas edades	Determina el impacto del uso de un robot zora en la rehabilitación y educación de niños con discapacidad.	[64]	Legó Mindstrom®	Motivación	35 estudiantes universitarios	Determina la influencia en la motivación cuando los estudiantes programan robots
[63]	¿Robots? LEGO®	Motivación	Dos grupos con 32 estudiantes.	Evalúa la motivación de los niños cuando interactúan con robots	[4]	Robots propios	Habilidades técnicas	35 estudiantes universitarios	Desarrolla una plataforma para el diseño electrónico de robots con el fin de lograr inclusión de estudiantes en el aula.
[51]	¿Robots? LEGO®	Aprendizaje de inglés	15 estudiantes de secundaria	Describe la utilización de robots para la enseñanza y el aprendizaje del inglés.	[9]	Robot social propio	Habilidades sociales	2 niños	Con señales de encefalografía determina el impacto de la interacción de un niño con autismo y un robot social.
[20]	Robots sociales	Apoyo terapéutico en salud mental	Revisión de documentos	Compara diferentes tipos de robot utilizados como SAR robótica social asistida y su impacto en salud mental.	[29]	Robot cozmo	Habilidades técnicas	4 docentes 12 estudiantes	Desarrolla una plataforma para actividades educativas con robots en el aula

Como citar este artículo: D. Lancheros-Cuesta and R. Fabregat, "Educational Robotics Intervention in the Motivation of Students," in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 17, no. 2, pp. 131-139, May 2022, doi: 10.1109/RITA.2022.3166856.

[66]	Robots LEGO®	Habilidades técnicas	22 estudios y/o investigaciones	Revisión sistemática de literatura sobre estudios en robótica educativa.
[5]	Robots LEGO®	Habilidades técnicas	NA	Estudia las ventajas de la robótica en el aula.
[67]	Robots LEGO®	Apoyo terapéutico	35 estudios	Revisión sistemática del efecto de la robótica educativa en salud.
[59]	Robot NAO	Actitudes	232 estudiantes de secundaria	Estudio para identificar el efecto en las actitudes
[6]	Robots LEGO®	Habilidades técnicas	10 estudios	Revisión sistemática para determinar el impacto de robótica educativa en el aula de clase.
[68]	Robots LEGO®	Aprendizaje de conceptos físicos	186 estudiantes de secundaria	Determina las características de los docentes en la enseñanza de la física a través de robótica educativa
[69]	Robots LEGO®	Habilidades técnicas	106 artículos, 13 expertos, 307 instructores	Revisión sistemática e indagación con expertos e instructores para analizar el efecto de los robots en el aula.
[35]	Robot XIAO	Habilidades comunicativas	156 niños rurales	Determina el impacto en niños rurales cuando interactúan con robots.

### III. METODOS

Para esta revisión se utilizaron las sugerencias de [70] teniendo en cuenta las siguientes etapas:

(a) Planeación: en esta etapa se desarrollaron dos actividades: i) Establecer categorías de análisis. ii) inclusión y exclusión de criterios.

(b) Revisión: en esta etapa se realiza la revisión de los artículos seleccionados, para ello se realizaron las siguientes etapas. (i) selección de estudios; (ii) extracción de datos (se aplicó el método de análisis de contenido); (iii) Síntesis de datos; (iv) Informe de la revisión: este paso incluye el análisis de los resultados, la discusión de los hallazgos, las tendencias y las conclusiones de la revisión.

#### 3.1 Categorías de análisis

Las categorías que se analizaron y permitieron orientar la búsqueda de información fueron: Robótica educativa, *STEM* (Science, Technology, Engineering and Mathematics), Robótica y Motivación. Más adelante se describirán las definiciones y características asociadas a cada una de estas categorías. Las siguientes preguntas de investigación permitieron realizar un análisis estructurado de los trabajos considerados.

1. ¿Cuáles son los usos, propósitos, ventajas y limitaciones del uso de la robótica educativa como estrategia de intervención pedagógica?

2. ¿Qué tipos de instrumentos de medición de la motivación se pueden identificar?

#### 3.2 Criterios de inclusión y de exclusión

Teniendo en cuenta las preguntas de investigación se consideraron los siguientes criterios:

Criterios de Inclusión:

- Estudios publicados entre 2009 y 2019.
- Estudios que describan aspectos generales del uso de robots en la parte educativa.
- Estudios que reportan ventajas, desventajas, posibilidades, limitaciones, características, usos, desafíos y efectividad de trabajar con robots en aula de clase y/o su influencia en procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Estudios y/o investigaciones en donde se realiza intervención educativa con robots para personas en

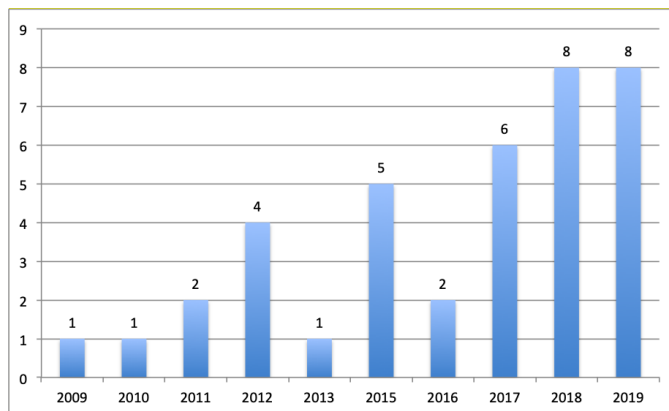


Fig. 1. Artículos encontrados por años con los criterios considerados.

contextos de diversidad.

- Estudios y/o investigaciones en donde se evalúa el impacto en el aprendizaje, la motivación y el desarrollo de diversas habilidades en el contexto educativo.

Se realizó una búsqueda en las bases de datos Science Direct- ACM e IEEE con los siguientes criterios de búsqueda: "robótica educativa", "robots y educación", "STEM", "Robótica y motivación".

Criterios de Exclusión:

- Estudios donde son utilizados robots pero que no involucran estudios en el contexto educativo.
- Estudios donde son utilizados robots desde un enfoque médico, clínico y psicológico sin incluir el contexto educativo.

Se analizaron 40 artículos, de los cuales el tema de la robótica educativa se ha encontrado en mayor proporción en revistas o memorias de eventos en área de la tecnología (76%) que en el área de las ciencias sociales (24%) donde se incluye la psicología y la medicina. El número de artículos encontrados por años ha ido aumentando en los últimos años,

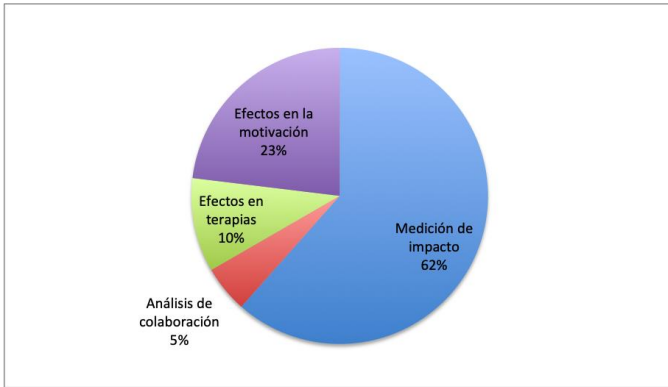


Fig. 2. Propósitos de usar robótica en el aula.

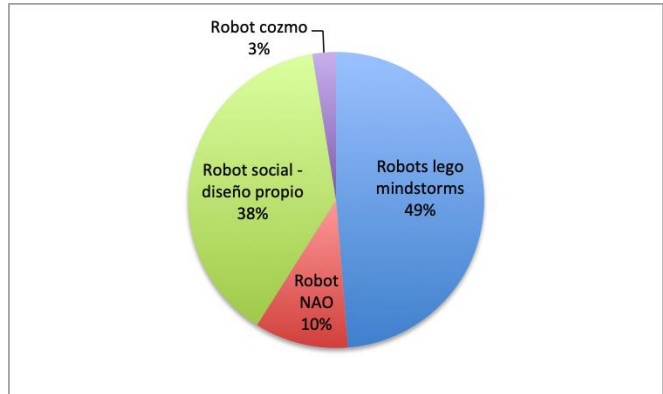


Fig. 4. Tecnologías de robots educativos

como se puede observar en la Fig. 1, lo que muestra que el estudio de la utilización de la robótica en el aula es cada vez más relevante.

#### IV. RESULTADOS

Una vez analizados los 38 artículos seleccionados se contestan cada una de las preguntas de investigación planteadas y se extraen las conclusiones.

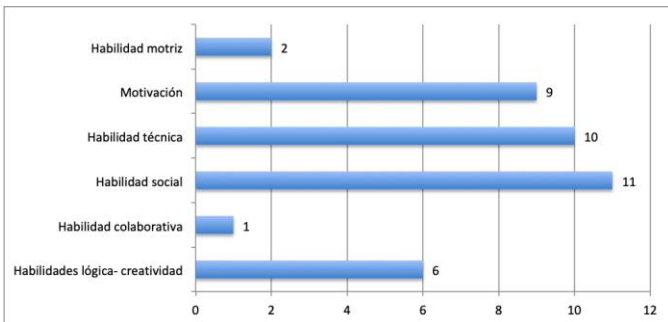


Fig. 3. Ventajas del uso de robots en el aula.

*Q1: ¿Cuáles son los propósitos, ventajas, tecnologías usadas, metodología de investigación y población del uso de la robótica educativa como estrategia de intervención pedagógica?*

La robótica, como parte de la educación, se define como “la actividad de concepción, creación y puesta en funcionamiento, con fines pedagógicos de objetos técnicos físicos que son reproducciones de los procedimientos y herramientas robóticas usados cotidianamente, sobre todo, en el medio industrial” [71] y [72]. En relación a la utilización de la robótica en el aula, un 62% de los trabajos analizados fueron investigaciones y/o estudios destinados a medir el impacto de la robótica en el aula. Un 23% se enfocaron en los efectos de los robots en la motivación de los estudiantes. Un 10% exploraba el efecto de los robots en terapias en las que el robot actuaba como instructor o terapeuta. Aunque en las categorías anteriores se analizaba en su mayoría el efecto en la colaboración que produce el trabajo con robots, solamente un 5% evalúa de forma concreta este aspecto (Fig. 2).

Como ventajas de la robótica educativa se puede mencionar la utilización de robots con efectos positivos en el aula de clase para el desarrollo de diverso tipo de habilidades. De los estudios analizados las habilidades sociales, técnicas y los efectos en la motivación han sido los que más se han estudiado. En menor proporción se han estudiado las habilidades lógicas, creativas y motrices, las cuales también presentan efectos positivos al realizar mediaciones con robots (ver Fig. 3).

Con respecto a la tecnología usada, en el 49% de los estudios analizados se usan los robots LEGO Mindstorms lo que corrobora los resultados obtenidos en diversas revisiones sistemáticas [66], [67] y [6]. No obstante, se debe destacar la utilización de diseños propios principalmente en robots sociales con un 38%. El robot Nao que presenta características de interacción e inteligencia artificial, pero que tiene un costo elevado, fue utilizado en el 10% de los estudios (ver Fig. 4).

Con respecto a la metodología utilizada se destaca en la mayoría de los casos experimentos con grupos control y una muestra significativa de estudiantes. Aquellos estudios descriptivos y los definidos como casos estuvieron orientados al uso de la robótica educativa en estudiantes con dificultades en los procesos atencionales. Es importante destacar que entre los artículos analizados 4 eran revisiones sistemáticas [66], [67], [6] y [69] lo que determina la importancia que actualmente tiene la robótica educativa y sus efectos en el aula. Con respecto a la población de estudio se resalta un aumento del espectro con respecto a lo estudiado en [66], [67] y [6] ya que la variedad de grupos validados incluyen la pequeña infancia, la primaria, la secundaria y los cursos universitarios.

*Q2: ¿Como se ha evaluado la motivación al usar robótica educativa en el aula?*

La motivación concebida como un aspecto de relevancia e importancia para el ser humano en el momento de desempeñar las tareas ha sido estudiada de forma exhaustiva. En sus inicios se abordó desde posturas psicológicas como se menciona en [64] pero sin tener en cuenta características como

la atención, el valor que se asigna a la tarea a desempeñar y la relevancia percibida.

Por otra parte, en [73] se introduce el diseño motivacional como un proceso para organizar recursos y procedimientos para lograr la motivación. El modelo ARCS (Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción) presentado en [60] establece que, para motivar a los estudiantes, el docente o los materiales de instrucción deben: a) captar y mantener la atención de los estudiantes; b) indicar por qué los estudiantes necesitan aprender el contenido; c) hacer que los estudiantes crean que pueden tener éxito si hacen un esfuerzo; y d) ayudar a los estudiantes a tener una sensación de recompensa y orgullo [61]. Por otro lado, el modelo ARCS considera las etapas de definir, diseñar, desarrollar y evaluar. Los efectos positivos de utilizar el modelo cuando se hacen mediaciones tecnológicas se han mostrado en diversas investigaciones [61], [14], [74] y [62].

En [64] se mencionan varios instrumentos de medición de la motivación en el aula pero no todos ellos han sido aplicados en el ámbito de la robótica educativa. En la tabla II se analizan los artículos encontrados que tuvieron en cuenta aspectos relacionados con los efectos en la motivación cuando se trabaja con robótica educativa. Los test utilizados muestran la importancia de evaluar los efectos de la robótica en el aula y no solo realizar mediación con su utilización.

En los trabajos analizados se pudo evidenciar que no en todos se realiza una evaluación de los efectos en la motivación al utilizar robots, tampoco se han considerado procesos de adaptación, ni la combinación de la robótica educativa con sistemas de realidad aumentada. Por ejemplo en [75], [25] se ha visto que producen efectos en los diversos componentes motivacionales en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

TABLA II  
Investigaciones en robótica educativa con efectos en la motivación

Autor	Test utilizados	Hallazgos
[13]	Se midió la motivación con tres elementos que evaluaron el interés en la programación (cuán divertido es la programación), el interés en los robots (qué divertido son los robots) y la autoeficacia con los robots (qué tan bueno eres con los robots). Se utilizó una escala de 1-6	Proporcionar experiencias positivas con tecnología a las niñas puede conducir a una mayor motivación tecnológica. Las niñas que se encuentran con experiencias diseñadas intencionalmente mostraron un mayor interés en la programación y una mayor autoeficacia que las niñas sin estos encuentros, sin diferencias significativas respecto del interés y la autoeficacia de los niños.

[54]	Se validó utilizando una investigación acción participativa en el aula. Evaluando el cumplimiento de las tareas y asociándolo a la motivación.	La experiencia logró motivar a estudiantes, para plantear acciones que permitieran la comprensión y la apropiación, además del uso fundamentado y responsable de la tecnología.
[62]	Se realizó un estudio demográfico. El grado en que se percibió si el robot era motivador se determinó utilizando la Escala de Motivación de Materiales de Instrucción (IMMS).	Los resultados no muestran diferencias significativas entre las condiciones, en términos de motivación de los participantes y éxito en el aprendizaje. La manipulación de las cuatro dimensiones motivacionales atención, relevancia, confianza y satisfacción no funcionó como se esperaba.
[52]	Cuestionario de Autorregulación Académica (SRQ-A), para medir la motivación de un estudiante en el aprendizaje antes del comienzo de la primera sesión de tutoría con el robot. Se realiza un pre-test y post-test con respecto al cumplimiento de las actividades.	Los estudiantes que obtuvieron bajos niveles de motivación intrínseca al inicio de la prueba, aumentaron su interés al interactuar con el robot.
[63]	La Encuesta de Motivación de Material Instructivo (IMMS) para medir la motivación de aprendizaje de los alumnos en una escala Likert de cinco puntos.	La estrategia diseñada instruccional con el robot con componentes ARCS generó sostenibilidad en la motivación y un mayor rendimiento en el aprendizaje.
[57]	Los instrumentos utilizados fueron cuestionarios previos y posteriores, observaciones durante todo el período de las actividades y entrevistas semi estructuradas con 2-3 estudiantes de cada grupo.	Los estudiantes demostraron actitudes y motivación cuando comenzaron sus actividades y esto se mantuvo alto al final de las actividades. Con respecto a las actividades STEM no se encontraron diferencias significativas.
[42]	Se realizaron pre y pos test con respecto a ejercicios de matemáticas. Para evaluar la motivación se realizó un análisis cualitativo teniendo en cuenta las palabras emotivas que los estudiantes mencionaran.	Las percepciones y actitudes positivas de los alumnos hacia un robot tutor para el aprendizaje de las matemáticas llevaron a un aumento en la motivación al realizar las actividades asignadas.
[50]	Cuestionario de Estrategias para el Aprendizaje Motivado (MSLQ).	Los resultados de este estudio sugieren que el uso de las actividades robóticas de LEGO Mindstorms tuvo poco o ningún efecto en la motivación de los estudiantes, según lo medido por MSLQ.



[64] Se utilizó la escala IMMS con adaptaciones. La intervención utilizó el modelo ARCS. Evidencia positiva en el mantenimiento de la atención. En cuanto a la relevancia la evaluación mostró un interés marginal. Los niveles de confianza fueron ligeramente positivos y los niveles de satisfacción fueron neutros.

#### IV. PROPUESTA

Como se puede observar en los estudios analizados el uso de los robots en el aula debe partir de un proceso estructurado, de un modelo pedagógico que garantice resultados de la mediación tecnológica. Es importante tener en cuenta un modelo de evaluación de la motivación antes, durante y después de la intervención. La utilización del modelo motivacional ARCS es una oportunidad ya que ha presentado efectos positivos para efectos motivacionales en los estudiantes [74], [14] y [61].

Joyce define los modelos de enseñanza como un plan estructurado que puede usarse para configurar estrategias pedagógicas [76]. Los componentes que debe tener este tipo de modelos están dados el proceso metodológico, las competencias docentes, los efectos formativos de los estudiantes, los principios de intervención y los materiales de soporte.

La Fig. 5 muestra la metodología de intervención propuesta que incluye un proceso metodológico en donde se debe realizar: (a) Diagnóstico de conocimiento acerca del tema a trabajar con el robot. (b) Diagnóstico de la motivación intrínseca. (c) Definir cual es el objetivo de la enseñanza al utilizar el robot. (d) Definir de forma clara las actividades a realizar con el robot. (e) Seleccionar de forma adecuada la tecnología a utilizar incluyendo el robot y contemplando por ejemplo actividades con realidad aumentada, juegos y/o objetos virtuales de aprendizaje. (f) Seleccionar la herramienta de evaluación teniendo en cuenta el modelo ARCS.

La metodología propuesta debe incluir también unas competencias del docente enfocadas a: (a) el dominio el conocimiento. (b) La capacidad y el manejo de la tecnología de robots seleccionada. (c) Capacidad y el manejo de la tecnología complementaria (OVA "objetos virtuales de aprendizaje"[77], realidad aumentada [78], [75] juegos [79]). Como principios de intervención se debe tener en cuenta la evaluación de la motivación con el fin de establecer procesos adaptativos en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Los materiales de soporte deben incluir los robots, los equipos y todo lo necesario que soporte la tecnología a utilizar. El contexto del trabajo con los robots debe ser estructurado para poder ser aplicado a diferentes áreas temáticas.

Con la metodología propuesta se pretende conseguir efectos formativos en los estudiantes evidenciado en el aumento de la

autoestima por medio del éxito, así como el mantenimiento de la motivación durante el proceso de enseñanza y aprendizaje al utilizar robótica educativa en el aula de forma constante.



Fig. 5. Metodología propuesta

Para la intervención con robots y considerando el modelo ARCS, se mencionan en la Tabla III las dimensiones, categorías y ejemplos que deben ser utilizados en el marco de la metodología propuesta en el presente documento.

TABLA III  
Evaluación de la motivación al trabajar con robots en el aula.

Dimensión	Categorías	Ejemplos / descripción
<b>Atención</b>	Incongruencia y conflicto	Mediación con el robot para detallar casos de estudio.
	Concreción	Utilizar representación visual combinando el robot con un sistema de realidad aumentada.
	Variabilidad	Incluir diversos sistemas de voz en el robot o en el sistema de realidad aumentada. Programar actividad grupal e individual. Actividades aprovechando el sistema de realidad aumentada.
	Humor	Incluir en las actividades anécdotas, analogías o bromas. (tener en cuenta las características del estudiante).
	Indagación	Generar actividades para solución de problemas con el robot
	Participación	Incluir juegos de roles, experimentos y trabajo en grupo.
<b>Relevancia</b>	Experiencia	Generar actividades con procesos adaptativos con el robot teniendo en cuenta los intereses de los estudiantes.
	Estado actual	Vincular las instrucciones del robot a las necesidades particulares de los estudiantes
	Necesidad asertiva	Garantizar que el estudiante pueda lograr las actividades con el robot evitando errores o fallas técnicas.
	Elección	Proporcione actividades de selección dependiendo los intereses particulares de los estudiantes.
<b>Confidencia</b>	Requisitos de aprendizaje	Informar a los estudiantes las metas a lograr

Como citar este artículo: D. Lancheros-Cuesta and R. Fabregat, "Educational Robotics Intervention in the Motivation of Students," in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 17, no. 2, pp. 131-139, May 2022, doi: 10.1109/RITA.2022.3166856.

## REFERENCIAS

- [1] D. Scaradozzi, L. Sorbi, A. Pedale, M. Valzano, y C. Vergine, «Teaching Robotics at the Primary School: An Innovative Approach», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 174, pp. 3838–3846, 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.1122.
- [2] S. Ziaefard, M. H. Miller, M. Rastgaar, y N. Mahmoudian, «Co-robotics hands-on activities: A gateway to engineering design and STEM learning», *Robot. Auton. Syst.*, vol. 97, pp. 40-50, nov. 2017, doi: 10.1016/j.robot.2017.07.013.
- [3] J. Builes, J. Alberto, R. Patiño, J. Fernando, G. España, y J. José, «Collaborative robotics modular system used in education», *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia*, n.o 58, pp. 163–172, 2011.
- [4] D. Chiluisa-Castillo, F. Ortega-Barreto, V. Robles-Bykbaev, y F. Pesantez-Aviles, «An intelligent platform to design and develop low-cost assistive technologies and robotic assistants for children with disabilities», *Proc. 2018 IEEE 25th Int. Conf. Electron. Electr. Eng. Comput. INTERCON 2018*, pp. 2–5, 2018, doi: 10.1109/INTERCON.2018.8526413.
- [5] S. Filippov, N. Ten, I. Shirokolobov, y A. Fradkov, «ScienceDirect Robotics in Secondary School Teaching Robotics in Secondary School», *IFAC-Pap.*, vol. 50, n.o 1, pp. 12155–12160, 2017, doi: 10.1016/j.ifacol.2017.08.2143.
- [6] F. B. V. Benitti, «Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review», *Comput. Educ.*, vol. 58, n.o 3, pp. 978–988, 2012, doi: 10.1016/j.compedu.2011.10.006.
- [7] M. Kandhofer y G. Steinbauer, «Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical- and social-skills and science related attitudes», *Robot. Auton. Syst.*, vol. 75, pp. 679–685, 2016, doi: 10.1016/j.robot.2015.09.007.
- [8] B. Scassellati, H. Admoni, y M. J. Mataric, «Robots for use in autism research.», *Annu. Rev. Biomed. Eng.*, vol. 14, pp. 275-294, 2012, doi: 10.1146/annurev-bioeng-071811-150036.
- [9] C. Goulart, C. Valadão, E. Caldeira, y T. Bastos, «Brain signal evaluation of children with Autism Spectrum Disorder in the interaction with a social robot», *Biotechnol. Res. Innov.*, 2018, doi: 10.1016/j.biori.2018.11.003.
- [10] M. U. Bers, C. González-González, y M. a Belén Armas Torres, «Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms», *Comput. Educ.*, vol. 138, n.o April, pp. 130–145, 2019, doi: 10.1016/j.compedu.2019.04.013.
- [11] S. McDonald y J. Howell, «Watching, creating and achieving: Creative technologies as a conduit for learning in the early years», *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 43, n.o 4, pp. 641–651, 2012, doi: 10.1111/j.1467-8535.2011.01231.x.
- [12] A. Martínez Ortiz, «Examining Students' Proportional Reasoning Strategy Levels as Evidence of the

	Dificultad	Secuenciar actividades aumentando la dificultad teniendo en cuenta las características propias del
	Autoconfianza	Diseño de recompensas o mensaje de ánimo con el robot o la tecnología
<b>Satisfacción</b>	Resultados	Incluir retroalimentaciones con elogios emotivos, palabras de aliento a través del robot o la tecnología
	Refuerzo	Diseñar actividades teniendo en cuenta las características particulares de los estudiantes.

De igual forma se recomienda tener en cuenta características de adaptación [80], [81], [82], [83] en plataformas robóticas, así como en las actividades complementarias a la robótica educativa.

## V. CONCLUSIONES

La robótica educativa y su utilización en el aula de clase se ha incrementado en los últimos años en los diferentes niveles escolares y ha apoyado el desarrollo de diversas habilidades.

En este artículo se presenta la revisión sistemática realizada con el fin de definir y conocer los diversos tipos de evaluaciones de las diferentes habilidades y/o los conocimientos que se quieren desarrollar al utilizar mediación pedagógica con robots.

De igual forma los artículos revisados permiten afirmar que la robótica educativa ha sido utilizada en todos los niveles educativos, desde los primeros años en los niños en etapa escolar, así como con estudiantes universitarios de ingeniería. Robots sociales se utilizan más para intervenciones con niños con discapacidad o dificultad; Robots tipo lego para el desarrollo de habilidades matemáticas y en programas STEM.

En los trabajos analizados se evidencia la falta de una metodología de intervención que oriente el proceso educativo al utilizar los robots en el aula, de igual forma sugerimos evaluar de forma constante la motivación en el estudiante con el fin de generar procesos adaptativos que conlleven a el logro de los objetivos educativos.

Por este motivo, se propone una metodología de intervención que incluya los componentes a tener en cuenta cuando se trabaja con robótica educativa. De igual forma se sugiere el modelo ACRS para la evaluación de la motivación del estudiante en el aula.

Como trabajo futuro se propone la aplicación y evaluación de la metodología. Como en un alto porcentaje de los trabajos relacionados se utiliza la robótica educativa como mecanismo de intervención con estudiantes con necesidades especiales, también se propone analizar como el UDL (Universal Design Learning) puede ayudar en la utilización de la robótica educativa con este tipo de estudiantes. De igual forma se debe profundizar en como la robótica educativa desarrolla el pensamiento computacional, las ideas o aprendizajes previos, de igual forma la diferenciación y comparación entre habilidades, capacidades y competencias.



Como citar este artículo: D. Lancheros-Cuesta and R. Fabregat, "Educational Robotics Intervention in the Motivation of Students," in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 17, no. 2, pp. 131-139, May 2022, doi: 10.1109/RITA.2022.3166856.

Impact of an Integrated LEGO Robotics and Mathematics Learning Experience.», *J. Technol. Educ.*, vol. 26, n.o 2, pp. 46–69, 2015.

[13] A. Master, S. Cheryan, A. Moscatelli, y A. N. Meltzoff, «Programming experience promotes higher STEM motivation among first-grade girls», *J. Exp. Child Psychol.*, vol. 160, pp. 92–106, 2017, doi: 10.1016/j.jecp.2017.03.013.

[14] Z. Molae y F. Dortaj, «Improving L2 Learning: An ARCS Instructional-motivational Approach», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 171, pp. 1214–1222, 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.234.

[15] J. Wainer, E. Ferrari, K. Dautenhahn, y B. Robins, «The effectiveness of using a robotics class to foster collaboration among groups of children with autism in an exploratory study», *Pers. Ubiquitous Comput.*, vol. 14, n.o 5, pp. 445–455, 2010, doi: 10.1007/s00779-009-0266-z.

[16] Y. Zhang et al., «Could social robots facilitate children with autism spectrum disorders in learning distrust and deception?», *Comput. Hum. Behav.*, vol. 98, pp. 140-149, sep. 2019, doi: 10.1016/j.chb.2019.04.008.

[17] D. Tozadore et al., «Project R-CASTLE: Robotic-Cognitive Adaptive System for Teaching and LEarning», *IEEE Trans. Cogn. Dev. Syst.*, pp. 1-1, 2019, doi: 10.1109/TCDS.2019.2941079.

[18] «Roboterfabrik: A Pilot to Link and Unify German Robotics Education to Match Industrial and Societal Demands | Request PDF». [https://www.researchgate.net/publication/324953031\\_Roboterfabrik\\_A\\_Pilot\\_to\\_Link\\_and\\_Unify\\_German\\_Robotics\\_Education\\_to\\_Match\\_Industrial\\_and\\_Societal\\_Demands](https://www.researchgate.net/publication/324953031_Roboterfabrik_A_Pilot_to_Link_and_Unify_German_Robotics_Education_to_Match_Industrial_and_Societal_Demands) (accedido dic. 05, 2019).

[19] W. C. So et al., «Who is a better teacher for children with autism? Comparison of learning outcomes between robot-based and human-based interventions in gestural production and recognition», *Res. Dev. Disabil.*, vol. 86, n.o November 2018, pp. 62–75, 2019, doi: 10.1016/j.ridd.2019.01.002.

[20] R. Sarah, K. Alan, y S. Brian, «Integrating socially assistive robotics into mental healthcare interventions: applications and recommendations for expanded use», *Clin. Psychol. Rev.*, vol. 35, pp. 35–46, 2015, doi: 10.1016/j.cpr.2014.07.001.

[21] «Educational robotics: A teaching and learning experience in children with disorders of the autistic spectrum - IEEE Conference Publication». <https://ieeexplore-ieee.org.ezproxy.javeriana.edu.co/document/8399377> (accedido dic. 09, 2019).

[22] R. J. F. Van Den Heuvel, M. A. S. Lexis, y L. P. De Witte, «Robot ZORA in rehabilitation and special education for children with severe physical disabilities: A pilot study», *Int. J. Rehabil. Res.*, vol. 40, n.o 4, pp. 353–359, 2017, doi: 10.1097/MRR.0000000000000248.

[23] P. Meyns et al., «Do a humanoid robot and music increase the motivation to perform physical activity? A quasi-experimental cohort in typical developing children and preliminary findings in hospitalized children in neutropenia», *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 122, n.o July 2018, pp. 90–102, 2019, doi: 10.1016/j.ijhcs.2018.07.010.

[24] «Robotic Trains as an Educational and Therapeutic Tool for Autism Spectrum Disorder Intervention | SpringerLink». [https://link.springer.com.ezproxy.javeriana.edu.co/chapter/10.1007/978-3-319-97085-1\\_25](https://link.springer.com.ezproxy.javeriana.edu.co/chapter/10.1007/978-3-319-97085-1_25) (accedido dic. 05, 2019).

[25] C. Reardon, H. Zhang, R. Wright, y L. E. Parker, «Robots Can Teach Students With Intellectual Disabilities: Educational Benefits of Using Robotic and Augmented Reality Applications», *IEEE Robot. Autom. Mag.*, vol. 26, n.o 2, pp. 79-93, jun. 2019, doi: 10.1109/MRA.2018.2868865.

[26] L. Gibson y F. E. Obiakor, «Improving the outcomes for students with emotional/behavioral disorders in STEM», 2014, pp. 67-79.

[27] K. E. B. Davis, «The need for STEM education in special education curriculum and instruction», 2014, pp. 1-19.

[28] J. S. Á. Chavarría, J. A. J. Builes, y J. F. R. Patiño, «Design cycle of a robot for learning and the development of creativity in engineering [Ciclo de diseño de un robot para el aprendizaje y desarrollo de la creatividad en ingeniería]», *DYNA Colomb.*, vol. 78, n.o 170, pp. 51–58, 2011.

[29] V. L. P. Kusumota, R. V. Aroca, y F. N. Martins, «An open source framework for educational applications using cozmo mobile robot», *Proc. - 15th Lat. Am. Robot. Symp. 6th Braz. Robot. Symp. 9th Workshop Robot. Educ. LARSSBRWRE 2018*, pp. 577–584, 2018, doi: 10.1109/LARS/SBR/WRE.2018.00104.

[30] M. R. Rodrigues y P. Felicio, «The use of ground robots in primary education: students' perspectives», en 2019 International Symposium on Computers in Education (SIIE), nov. 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/SIIE48397.2019.8970141.

[31] Joao Tiago Aparicio, S. Pereira, M. Aparicio, y C. J. Costa, «Learning Programming Using Educational Robotics», en 2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), jun. 2019, pp. 1-6, doi: 10.23919/CISTI.2019.8760709.

[32] B. K. M. K. Pedersen, J. C. Larsen, y J. Nielsen, «The Effect of Commercially Available Educational Robotics: A Systematic Review», en *Robotics in Education*, Cham, 2020, pp. 14-27, doi: 10.1007/978-3-030-26945-6\_2.

[33] I. A. Fernández, M. A. Eguía, y L. E. Echeverría, «Virtual commissioning of a robotic cell: an educational case study», en 2019 24th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), sep. 2019, pp. 820-825, doi: 10.1109/ETFA.2019.8869373.

[34] M. C. Di Lieto et al., «Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A

Como citar este artículo: D. Lancheros-Cuesta and R. Fabregat, "Educational Robotics Intervention in the Motivation of Students," in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 17, no. 2, pp. 131-139, May 2022, doi: 10.1109/RITA.2022.3166856.

pilot study», *Comput. Hum. Behav.*, vol. 71, pp. 16–23, 2017, doi: 10.1016/j.chb.2017.01.018.

[35] X. Xie, C. C. Huang, Y. Chen, y F. Hao, «Intelligent robots and rural children», *Child. Youth Serv. Rev.*, vol. 100, n.o November 2018, pp. 283–290, 2019, doi: 10.1016/j.chilyouth.2019.03.004.

[36] A. Giuseppe y P. Martina, «Educational Robotics Between Narration and Simulation», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 51, pp. 104–109, 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.08.126.

[37] B.-Z. Zha, M. Cheng, S. Liu, L. Liu, P. Sun, y M. Al-khassawneh, «A New Type of ROS-Based Pedagogical Robot for Kids' Mathematics Education», en 2019 IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT), may 2019, pp. 491-498, doi: 10.1109/EIT.2019.8834309.

[38] «Tailoring a ROS Educational Programming Language Architecture | Request PDF», [https://www.researchgate.net/publication/324694808\\_Tailoring\\_a\\_ROS\\_Educational\\_Programming\\_Language\\_Architecture](https://www.researchgate.net/publication/324694808_Tailoring_a_ROS_Educational_Programming_Language_Architecture) (accedido dic. 05, 2019).

[39] «Teaching with Open-Source Robotic Manipulator | SpringerLink». [https://link.springer.com.ezproxy.javeriana.edu.co/chapter/10.1007/978-3-319-97085-1\\_19](https://link.springer.com.ezproxy.javeriana.edu.co/chapter/10.1007/978-3-319-97085-1_19) (accedido dic. 05, 2019).

[40] C. Angeli y N. Valanides, «Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy», *Comput. Hum. Behav.*, p. 105954, mar. 2019, doi: 10.1016/j.chb.2019.03.018.

[41] T. M. Iwano, J. S. D. S. Vieira, D. M. de Oliveira, y D. Scherer, «A Teacher Experience Report with LEGO Robotics», en 2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), jul. 2019, vol. 2161-377X, pp. 277-278, doi: 10.1109/ICALT.2019.00092.

[42] K. R. Liles y D. A. G. Bryant, «How Can Social Robots Motivate Students to Practice Math?», pp. 353–354.

[43] N. Reich-Stiebert, F. Eyssel, y C. Hohnemann, «Involve the user! Changing attitudes toward robots by user participation in a robot prototyping process», *Comput. Hum. Behav.*, vol. 91, n.o November 2017, pp. 290–296, 2019, doi: 10.1016/j.chb.2018.09.041.

[44] «(PDF) How Does Participation in FIRST LEGO League Robotics Competition Impact Children's Problem-Solving Process?» [https://www.researchgate.net/publication/327389583\\_How\\_Does\\_Participation\\_in\\_FIRST\\_LEGO\\_League\\_Robotics\\_Competition\\_Impact\\_Children's\\_Problem-Solving\\_Process](https://www.researchgate.net/publication/327389583_How_Does_Participation_in_FIRST_LEGO_League_Robotics_Competition_Impact_Children's_Problem-Solving_Process) (accedido dic. 05, 2019).

[45] «(PDF) IDEE: A Visual Programming Environment to Teach Physics Through Robotics in Secondary Schools: Methods and Applications for Teaching and Learning». [https://www.researchgate.net/publication/327389734\\_IDEE\\_](https://www.researchgate.net/publication/327389734_IDEE_)

[A\\_Visual\\_Programming\\_Environment\\_to\\_Teach\\_Physics\\_Through\\_Robotics\\_in\\_Secondary\\_Schools\\_Methods\\_and\\_Applications\\_for\\_Teaching\\_and\\_Learning](#) (accedido dic. 05, 2019).

[46] «(PDF) Two-Stage Approach for Long-Term Motivation of Children to Study Robotics: Methods and Applications for Teaching and Learning». [https://www.researchgate.net/publication/327389692\\_Two-Stage\\_Approach\\_for\\_Long-Term\\_Motivation\\_of\\_Children\\_to\\_Study\\_Robotics\\_Methods\\_and\\_Applications\\_for\\_Teaching\\_and\\_Learning](https://www.researchgate.net/publication/327389692_Two-Stage_Approach_for_Long-Term_Motivation_of_Children_to_Study_Robotics_Methods_and_Applications_for_Teaching_and_Learning) (accedido dic. 05, 2019).

[47] J. Gonçalves, V. H. Pinto, y P. Costa, «A Line Follower Educational Mobile Robot Performance Robustness Increase Using a Competition as Benchmark», en 2019 6th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT), abr. 2019, pp. 934-939, doi: 10.1109/CoDIT.2019.8820556.

[48] «AMiRo: A Mini Robot as Versatile Teaching Platform | SpringerLink». [https://link.springer.com.ezproxy.javeriana.edu.co/chapter/10.1007/978-3-319-97085-1\\_18](https://link.springer.com.ezproxy.javeriana.edu.co/chapter/10.1007/978-3-319-97085-1_18) (accedido dic. 05, 2019).

[49] G. H. Bower, *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*. Academic Press, 1990.

[50] W. I. Mcwhorter y B. C. O. Connor, «Do LEGO ® Mindstorms ® Motivate Students in CS1?», pp. 438–442, 2009.

[51] M. V. Segovia y A. A. D. S. Souza, «Educational Robotics as a Motivational Tool for the English Teaching-Learning Process for Children», *Proc. - 15th Lat. Am. Robot. Symp. 6th Braz. Robot. Symp. 9th Workshop Robot. Educ. LARSSBRWRE 2018*, pp. 591–597, 2018, doi: 10.1109/LARS/SBR/WRE.2018.00106.

[52] A. Ramachandran, C.-M. Huang, B. Scassellati, A. Ramachandran, B. Scassellati, y ; C M Huang, «Toward Effective Robot-Child Tutor-ing: Internal Motivation, Behavioral Intervention, and Learning Outcomes», *ACM Trans. Interact. Intell. Syst.*, vol. 9, n.o 2, pp. 1–23, 2019, doi: 10.1145/3213768.

[53] D. G. Bryant, J. Xu, Y.-P. Chen, y A. Howard, «The Effect of Robot vs. Human Corrective Feedback on Children's Intrinsic Motivation», en 2019 14th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), mar. 2019, pp. 638-639, doi: 10.1109/HRI.2019.8673105.

[54] N. Barrera Lombana, «Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula», *Prax. Saber*, vol. 6, n.o 11, p. 215, 2016, doi: 10.19053/22160159.3582.

[55] K. Taylor y Y. Baek, «Grouping matters in computational robotic activities», *Comput. Hum. Behav.*, vol. 93, n.o August 2018, pp. 99–105, 2019, doi: 10.1016/j.chb.2018.12.010.

[56] S. Anwar, N. A. Bascou, M. Menekse, y A. Kardgar, «A Systematic Review of Studies on Educational Robotics», J.

Como citar este artículo: D. Lancheros-Cuesta and R. Fabregat, "Educational Robotics Intervention in the Motivation of Students," in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 17, no. 2, pp. 131-139, May 2022, doi: 10.1109/RITA.2022.3166856.

- Pre-Coll. Eng. Educ. Res. J-PEER, vol. 9, n.o 2, jul. 2019, doi: 10.7771/2157-9288.1223.
- [57] F. Kaloti-Hallak, M. Armoni, y M. (Moti) Ben-Ari, «Students' Attitudes and Motivation During Robotics Activities», pp. 102–110, 2015, doi: 10.1145/2818314.2818317.
- [58] S. Heirweg, M. De Smul, G. Devos, y H. Van Keer, «Profiling upper primary school students' self-regulated learning through self-report questionnaires and think-aloud protocol analysis», *Learn. Individ. Differ.*, vol. 70, pp. 155–168, feb. 2019, doi: 10.1016/j.lindif.2019.02.001.
- [59] B. Sisman, D. Gunay, y S. Kucuk, «Development and validation of an educational robot attitude scale (ERAS) for secondary school students», *Interact. Learn. Environ.*, vol. 27, n.o 3, pp. 377–388, 2019, doi: 10.1080/10494820.2018.1474234.
- [60] J. M. Keller, «Development and use of the ARCS model of instructional design», *J. Instr. Dev.*, vol. 10, n.o 3, p. 2, sep. 1987, doi: 10.1007/BF02905780.
- [61] K. Li y J. M. Keller, «Use of the ARCS model in education: A literature review», *Comput. Educ.*, vol. 122, n.o May 2017, pp. 54–62, 2018, doi: 10.1016/j.compedu.2018.03.019.
- [62] A. Deublein, A. Pfeifer, K. Merbach, K. Bruckner, C. Mengelkamp, y B. Lugin, «Scaffolding of motivation in learning using a social robot», *Comput. Educ.*, vol. 125, n.o September 2017, pp. 182–190, 2018, doi: 10.1016/j.compedu.2018.06.015.
- [63] I. C. Hung, K. J. Chao, L. Lee, y N. S. Chen, «Designing a robot teaching assistant for enhancing and sustaining learning motivation», *Interact. Learn. Environ.*, vol. 21, n.o 2, pp. 156–171, 2013, doi: 10.1080/10494820.2012.705855.
- [64] M. M. McGill, «Learning to Program with Personal Robots», *ACM Trans. Comput. Educ.*, vol. 12, n.o 1, pp. 1–32, 2012, doi: 10.1145/2133797.2133801.
- [65] M. C. Di Lieto et al., «Educational Robotics Intervention on Executive Functions in preschool children: a pilot study», *Comput. Hum. Behav.*, vol. 71, ene. 2017, doi: 10.1016/j.chb.2017.01.018.
- [66] L. Xia y B. Zhong, «A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12», *Comput. Educ.*, vol. 127, n.o 122, pp. 267–282, 2018, doi: 10.1016/j.compedu.2018.09.007.
- [67] E. A. Y. Albuquerque, F. A. Pereira, S. Revoredo, L. M. G. Gonçalves, L. Moura, y S. T. L. Sá, «Perspectives on the use of educational robotics in health: A systematic review», *Proc. - 15th Lat. Am. Robot. Symp. 6th Braz. Robot. Symp. 9th Workshop Robot. Educ. LARSSBRWRE 2018*, pp. 610–616, 2018, doi: 10.1109/LARS/SBR/WRE.2018.00110.
- [68] E. Ospennikova, M. Ershov, y I. Iljin, «Educational Robotics as an Inovative Educational Technology», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 214, n.o June, pp. 18–26, 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.11.588.
- [69] Y. W. Cheng, P. C. Sun, y N. S. Chen, «The essential applications of educational robot: Requirement analysis from the perspectives of experts, researchers and instructors», *Comput. Educ.*, vol. 126, n.o July, pp. 399–416, 2018, doi: 10.1016/j.compedu.2018.07.020.
- [70] B. Kitchenham, «Procedures for Performing Systematic Reviews», Keele UK Keele Univ, vol. 33, ago. 2004.
- [71] M. Vivet, «Educational Uses of Control Technology», en *Control Technology in Elementary Education*, 1993, pp. 173-182.
- [72] M. Vivet, J. Bruneau, y C. Parmentier, «Learning with Micro-Robotics Activities», en *Integrating Advanced Technology into Technology Education*, 1991, pp. 139-147.
- [73] J. M. Keller, «Motivational Design», *Encycl. Sci. Learn.*, pp. 2347–2347, 2012, doi: 10.1007/978-1-4419-1428-6\_5003.
- [74] Y. K. Turel y S. Ozer Sanal, «The effects of an ARCS based e-book on student's achievement, motivation and anxiety», *Comput. Educ.*, vol. 127, n.o July, pp. 130–140, 2018, doi: 10.1016/j.compedu.2018.08.006.
- [75] J. Bacca, S. Baldiris, R. Fabregat, Kinshuk, y S. Graf, «Mobile Augmented Reality in Vocational Education and Training», *Procedia Comput. Sci.*, vol. 75, n.o Vare, pp. 49–58, 2015, doi: 10.1016/j.procs.2015.12.203.
- [76] B. R. Joyce, M. Weil, y E. Calhoun, *Modelos de Enseñanza*. Gedisa, Editorial, S.A., 2002.
- [77] S. Pattanasith, N. Rampai, y J. Kanperm, «The Development Model of Learning though Virtual Learning Environments (VLEs) for Graduated Students, Department of Educational Technology, Faculty of Education, Kasetsart University», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 176, pp. 60–64, 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.444.
- [78] «Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications». <http://disde.minedu.gob.pe/handle/123456789/5029> (accedido dic. 09, 2019).
- [79] «Augmented Reality Game-Based Learning: Enriching Students' Experience During Reading Comprehension Activities - Hendrys Tobar-Muñoz, Silvia Baldiris, Ramon Fabregat, 2017». <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0735633116689789> (accedido dic. 09, 2019).
- [80] D. J. Lancheros, «Diseño e Implementación de un Módulo Didáctico para el Aprendizaje en la Construcción, Implementación y Manipulación de Robots», *Form. Univ.*, vol. 3, n.o 5, pp. 3-8, 2010, doi: 10.4067/S0718-50062010000500002.
- [81] D. Lancheros Cuesta, A. Carrillo Ramos, y J. A. Pavlich-Mariscal, «Características de Adaptación y

Como citar este artículo: D. Lancheros-Cuesta and R. Fabregat, "Educational Robotics Intervention in the Motivation of Students," in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 17, no. 2, pp. 131-139, May 2022, doi: 10.1109/RITA.2022.3166856.

discapacidad a tener en cuenta en entornos virtuales de aprendizaje», *DYNA*, vol. 79, n.o 173, pp. 6-14, jun. 2012.

[82] D. Lancheros-Cuesta, A. Carrillo-Ramos, y J. Pavlich-Mariscal, «Content adaptation for students with learning difficulties: Design and case study», *Int. J. Web Inf. Syst.*, vol. 10, jun. 2014, doi: 10.1108/IJWIS-12-2013-0040.

[83] D. L. Cuesta, A. C. Ramos, y J. Pavlich-Mariscal, «Adaptation and disability aspects in a virtual learning environment», *Dyna*, vol. 79, n.o 173, pp. 6-14, 2012.



Dra. Diana Lancheros Cuesta realizó su Doctorado en Ingeniería en la Pontificia Universidad Javeriana en 2014. Actualmente es Docente Asociada de la Universidad de La Salle y directora del grupo de investigación AVARC. Áreas de interés: robótica educativa, análisis de señales para mapeo cerebral con aplicación en educación, software y hardware con aplicaciones en personas con discapacidad.



El Dr. Ramon Fabregat se doctoró en Ingeniería Industrial en la Universidad de Girona (UdG) en 1998. Actualmente es profesor titular de la Universidad de Girona y Codirector del grupo de investigación de Comunicaciones de Banda Ancha y Sistemas Distribuidos (BCDS). Áreas de interés: aprendizaje inclusivo mejorado con tecnología; Aprendizaje inclusivo, accesible y adaptativo; modelado de usuarios y personalización de plataformas virtuales de aprendizaje; Co-Creación de Recursos Educativos; Realidad aumentada; Aprendizaje Basado en Juegos y Patrimonio Cultural.