

Artículo de investigación

Cómo citar: Organista, J., V. y Cuervo G., R. "Concurso de robótica Kenjutsu Robot como estrategia pedagógica para el aprendizaje y la participación". *Inventum*, vol. 17, n.º 33, pp. 13-26, julio - diciembre 2022. doi: 10.26620/uniminuto.inventum.17.33.2022.13-26

Editorial: Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO.

ISSN: 1909-2520
eISSN: 2590-8219

Fecha de recibido: 01 de junio de 2022
Fecha de aprobado: 01 de julio de 2022
Fecha de publicación: 15 de julio de 2022

Conflicto de intereses: los autores han declarado que no existen intereses en competencia.

Concurso de robótica Kenjutsu Robot como estrategia pedagógica para el aprendizaje y la participación¹

Robotics competition Kenjutsu Robot as a pedagogical strategy for learning and participation

Robótica concurso Kenjutsu Robot como uma estratégia pedagógica para a aprendizagem e participação

Resumen

El presente artículo es resultado de una investigación cualitativa, basada en un paradigma sociocrítico y en el método de investigación acción participante, de tipo estudio de caso, titulada *Estrategia pedagógica para el aprendizaje y la participación basada en la robótica*. El propósito de este trabajo investigativo fue promover las habilidades tecnológicas de estudiantes de básica secundaria y media técnica del Instituto Diversificado Albert Einstein. Entre los resultados más significativos, se encuentra el desarrollo de competencias relacionadas con la búsqueda de la solución de interrogantes y problemas presentes en la construcción del prototipo, y con el desarrollo de habilidades cognitivas basadas en el compromiso, la implicación y la dedicación del estudiante en la investigación y en el concurso de robótica.

Palabras clave: educación, robótica, estrategia metodológica, gamificación, inclusión, retos, concursos, juegos

Abstract

This article is the result of qualitative research, based on a socio-critical paradigm and on the participatory action research method, of the case study type, entitled *Pedagogical Strategy for Learning and Participation Based on Robotics*. The purpose of this research work was to promote the technological skills of high school students and technical media of

J.V. Organista

Instituto Diversificado Albert Einstein
Bogotá, Colombia
e-mail: joseorganista@idaesaet.edu.co
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6766-1776>

G. R. Cuervo

Universidad Cooperativa de Colombia
Bogotá, Colombia
e-mail: gladiz.cuervo@campusucc.edu.co
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7474-3558>



¹Producto derivado del proyecto de investigación "Estrategia pedagógica para el aprendizaje y la participación basada en la robótica", apoyado por la Corporación Universitaria Minuto de Dios a través de la Licenciatura en Informática.

the Albert Einstein Diversified Institute. Among the most meaningful results, is the development of skills related to the search for the solution of questions and problems present in the construction of the prototype, and with the development of cognitive skills based on the commitment, involvement, and dedication of the student in research and in the robotics competition.

Keywords: education, robotics, methodological strategy, gamification, inclusion, challenges, contests, games

Resumo

Este artigo é resultado de uma pesquisa qualitativa, baseada no paradigma socio crítico e no método de pesquisa-ação participativa, do tipo estudo de caso, intitulada Estratégia Pedagógica de Aprendizagem e Participação Baseada na Robótica. O objetivo deste trabalho de pesquisa foi promover as habilidades tecnológicas dos alunos do ensino médio e do ensino médio técnico do Instituto Diversificado Albert Einstein. Entre os resultados mais significativos, está o desenvolvimento de habilidades relacionadas à busca pela solução de questões e problemas presentes na construção do protótipo, e com o desenvolvimento de habilidades cognitivas baseadas no empenho, envolvimento e dedicação do aluno na pesquisa. e na competição de robótica.

Palavras-chave: educação, robótica, estratégia metodológica, gamificação, inclusão, desafios, concursos, jogos

I. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los colegios de Cundinamarca y Bogotá ven los concursos académicos como la oportunidad para mostrar las instalaciones y los recursos didácticos disponibles, y, a la vez, atraer población estudiantil al plantel educativo. Pero en el caso de los estudiantes, el significado varía, ya que para ellos este tipo de actividades se convierten en una gran responsabilidad, un reto y, en muchas ocasiones, una experiencia inolvidable, pues les brinda la posibilidad de dar a conocer sus talentos y habilidades en la institución educativa, o de extenderse a otros espacios académicos. Estos espacios permiten generar lazos sólidos de amistad y colaboración, muestran los avances tecnológicos de cada una de las comunidades, y posibilitan que los estudiantes evalúen sus proyectos para replantear nuevas estrategias de construcción de los robots.

Por otro lado, la formación académica ha evolucionado a pasos agigantados, pues en el último siglo la educación ha tenido cambios en su metodología, en la forma de evaluar, e incluso en la forma de tomar las clases. Pero, asimismo, la educación se ha visto afectada por diversos factores, como la desmotivación y la pérdida de interés en la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes. Esto se debe a los agentes distractores que han generado los avances tecnológicos, los métodos retrógrados de los docentes y la falta de hábitos de estudio en casa. Al respecto, se reconoce que hace unas décadas la educación era lo más importante para un proyecto de vida, ya que el entorno y la sociedad lo exigían; además, las familias eran más estrictas y permanecían más atentas de sus hijos [1].

Los estudios en [2], han aportado en gran medida la construcción de modelos pedagógicos en la educación para formar estudiantes críticos con la capacidad de integrar o generar proyectos que entretengan diferentes disciplinas en beneficio a la comunidad y de sus propios intereses, se plantea la pregunta: ¿Los concursos de robótica pueden ser un elemento conector para la creación de proyectos que incentivan la investigación, la creatividad, el arte y el pensamiento lógico matemático?. Al respecto, se puede afirmar, desde el enfoque del autor citado, que la escuela debería dedicarse al desarrollo y no al aprendizaje; es decir, que su función consiste en enseñar a los estudiantes a pensar, valorar y a ser críticos de su propio proceso de formación, y no a aprender múltiples informaciones sin significado para la vida.

Por ende, una estrategia basada en la robótica para promover los aprendizajes y la implicación de los estudiantes debe plantear espacios de (co)creación con los

diferentes actores de los procesos de aprendizaje y enseñanza, conforme a sus características, intereses y formas de motivación, a través del aprendizaje basado en la robótica y otros campos del conocimiento, a saber: la electrónica, la programación, el lenguaje, la creatividad y la gamificación.

En ese sentido, se organiza el presente artículo en seis apartados. El primero contempla los antecedentes consultados sobre los focos de la investigación: la robótica, las competencias tecnológicas y la gamificación. En el segundo, se presenta el recorrido metodológico, además de la contextualización en el aula y los criterios de inclusión y exclusión de la muestra participante. En el tercero, se presentan los resultados conforme con las fases que define la investigación acción participante. Dichos resultados inician con narrativas que se construyeron a partir del concurso Kenjutsu Robot. En el cuarto, se discuten dichos resultados, y los apartados quinto y sexto se mencionan las declaraciones y las conclusiones, respectivamente.

II. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Se presentan a continuación los antecedentes relativos a los concursos de robótica como estrategia pedagógica para el aprendizaje y la participación, con el propósito de situar la importancia del presente estudio en relación con los hallazgos y vacíos de los estudios revisados.

Teniendo en cuenta la generación de nativos digitales, se decide implementar la gamificación como estrategia para promover y potenciar los conocimientos en programación y diseños de circuitos, ya que la industria de los videojuegos promueve de una forma indirecta el aprendizaje y el desarrollo de conocimiento, pues permite que el estudiante interactúe con un concepto nuevo y en una simulación de la realidad. Esto lleva a una inmersión total del estudiante en el proceso de la educación enfocada a la gamificación, lo cual se percibe como un proceso difícil y tedioso para el maestro, ya que, para poder generar una temática gamificada, se requiere invertir tiempo e investigación. No obstante, con mayor seguridad, los resultados serán positivos y motivantes en el proceso educativo de los estudiantes y los maestros [3].

En esta misma línea, la investigación *Plataforma robótica educativa ROBI* tuvo como fin incentivar y promover la robótica como una solución a los problemas de la comunidad, al permitir que los jóvenes de los niveles de básica, media y superior se involucren en la investigación y desarrollo de plataformas [4].

Así mismo, la investigación para el desarrollo de robots sumo, en [5], se aborda los conceptos de la robótica enfocada a la participación en concursos de estos robots, en los que el estudiante genera una estructura sólida de conocimientos sobre el tema y tiene la posibilidad de identificar a su oponente. Esto permite que los avances de la robótica puedan utilizarse en otros ámbitos, en los que los seres humanos no pueden operar fácilmente; a saber: extracción de veneno, separación de desechos, exploración de alcantarillas, cirugías asistidas.

Por otro lado, este tipo de concursos permite que el estudiante utilice elementos poco comunes para la construcción de los prototipos, y se pueden observar las distintas variaciones a partir de cada grupo desarrollador, al utilizar distintas plataformas, como Arduino, Micro Bits, e incluso Lego Mindstorms. Además, se pueden observar diversas estrategias para la selección de los sensores utilizados para la detección del contrincante; entre ellos, el sensor ultrasónico Hc-sr04, el sensor de movimiento Pir hc-sr501 y el sensor infrarrojo FC-56. Así, por medio de los procesos prácticos, cada grupo puede llegar a resultados exitosos, pero en algunas ocasiones se presentan dificultades que llevan al fracaso e incluso a la deserción de los estudiantes en este tipo de proyectos. Es en este punto donde el maestro, tutor o guía debe intervenir, para enseñar que el proceso de investigación es un camino en el que algunas veces se puede errar y otras veces puede llevar a excelentes resultados [5].

Por otra parte, el modelo de pedagogía dialogante, sustentado en la dialéctica, logra considerar al estudiante como una persona crítica y motivada a la investigación, el diálogo y la búsqueda permanente de nuevas perspectivas y horizontes. En este modelo, el estudiante no se considera un aprendiz pasivo y satisfecho con el conocimiento impartido en la escuela; por el contrario, se le ve como un aprendiz experto y motivado por la búsqueda constante de otras formas de aprendizaje y acceder al conocimiento [2].

En consonancia, la investigación denominada *La producción de la exclusión en el aula: una revisión de la escuela moderna en América* [6], muestra cómo se ven afectados algunos estudiantes por la exclusión en la escuela, ya sea por su forma de pensar, cultura, raza, estrato social e incluso por problemas de atención o dispersión en clase. Esto afecta directamente sus procesos académicos y emocionales, llevándolos en ocasiones a estados de depresión y aislamiento. En la mayoría de los casos, esta exclusión es producida por los propios estudiantes que interactúan en la institución, pero en otros casos se puede observar que la exclusión es por el maestro, que

cataloga a sus estudiantes por niveles de conocimiento y comportamiento, sin tener en cuenta sus fortalezas o debilidades en la dimensión socioemocional, en su afán de cumplir con las temáticas propuestas para la institución [6].

Por otra parte, la investigación *Diseño de mecanismo para locomoción de prototipos de robots tipo insectos en carreras sin obstáculos* [7] demuestra que el proceso de construcción de este tipo de robots supone un reto para los estudiantes, por las dificultades en la sincronía de cada una de las extremidades, ya que la programación debe ser precisa para cada uno de los movientes y debe garantizarse el trabajo conjunto para producir un desplazamiento correcto. Así, para el desarrollo de robots de tipo insecto se basan en las teorías de Hoeken, según la cual estos se producen a partir de la unión de polígonos entrelazados.

Del mismo modo, la investigación *O clube de robótica da escola básica de São Gonçalo de Rei*, Filipa Ribeiro Casal do señala que el Club de San Gonzalo es uno de los clubes de robótica más conocidos de Portugal, en parte, debido a su visibilidad en eventos de robótica, incluidos campeonatos internacionales en que los estudiantes participan y reciben premios [8]. Dado que las metodologías de enseñanza-aprendizaje de estos clubes suelen basarse en metodologías activas, existe un gran interés por estudiar sus dinámicas y conocer su potencial en la enseñanza-aprendizaje formal.

Finalmente, el estudio denominado *Vehículo robotizado para la competición Olympic Robotic Challenge* en la Universitat Politècnica de València [9] describe cómo cada equipo plantea su propia estrategia para construir un robot autómatas, el cual participará en una serie de retos en el concurso de robótica de dicha universidad. Esto lleva a que cada grupo realice un proceso de indagación e investigación de prototipos que han participado en años anteriores y han generado esquemas innovadores que marcan los antecedentes en cada uno de los grupos. Lo que busca este tipo de concurso no es replicar los robots de eventos anteriores, sino avanzar y promover proyectos en los cuales los estudiantes desarrollen investigaciones con resultados visibles y medibles mediante los concursos de robótica.

III. RECORRIDO METODOLÓGICO

La metodología utilizada para el desarrollo de la presente investigación fue cualitativa con complemento de corte cuantitativo; mediante la relación de descripciones,

comprensiones y sistematizaciones detalladas de situaciones y fenómenos de la interacción y los comportamientos observados en el contexto educativo. Además, teniendo en cuenta experiencias, pensamientos y reflexiones, tal y como son vividos y percibidos por los actores que hicieron parte del estudio.

En ese sentido, la construcción del saber científico se convierte en una constante que permite la aproximación a los escenarios educativos en su ambiente cotidiano, para construir y coconstruir conocimiento social con los participantes. Por tanto, la investigación tiene una identidad cualitativa, al contribuir a la interpretación y comprensión de la teoría existente y la práctica educativa, en este caso particular, en la formación que reciben los adolescentes y jóvenes del Instituto Diversificado Albert Einstein. Así mismo, al promover la construcción y el desarrollo del concurso con los estudiantes para proyectar elementos de mejora de la estrategia. Por ello, el propósito de esta propuesta investigativa basada en la epistemología cualitativa es la construcción de conocimiento sobre la realidad social conforme con las particularidades y la perspectiva de quienes la originan y la viven.

La ruta metodológica se fundamentó en el paradigma sociocrítico, el cual permite concretizar la relación entre el investigador y los investigados como actores del proceso y el contexto, desde una dinámica descriptiva, comprensiva y transformadora de las realidades que acontecen en el escenario pedagógicos. Así mismo, la investigación acción participante como método de interpretación crítica de la realidad, permite construir y atesorar el conocimiento a partir de la experiencia en el estudio y de la transformación continua de la realidad; por cuanto, se centra “deliberadamente en el cambio educativo y la transformación social” [10]. Por consiguiente, la resolución del problema se contempla cíclicamente a través de una actividad reflexiva a la transformación.

En la misma línea, se circunscribe en la investigación acción, pues se aborda el estudio de la práctica educativa, tal y como ocurre en su escenario natural, al profundizar en la comprensión de los fenómenos y desafíos en los que están implicados diferentes actores de la comunidad educativa, que viven problemas y situaciones que afecta directa o indirectamente sus dinámicas o prácticas de formación [11].

Para el desarrollo del estudio, en el marco de la investigación-acción, se consideraron las siguientes fases: 1) planificación, 2) actividad y recopilación de la información o datos, y 3) reflexión. En ellas participaron 20 estudiantes de Básica Secundaria del Instituto Diversificado Albert Einstein. Por parte de los investigadores, se garantizó un desarrollo ético, en tanto fue una investigación sin riesgo, se socializó con la comunidad educativa de qué trataba el proyecto y qué impacto causaría en los aprendizajes de los estudiantes, se diligenció el consentimiento informado por parte de los acudientes y se garantizó la privacidad y la confidencialidad respecto a los datos personales de los sujetos participantes.

A. Contexto de la investigación

El Instituto diversificado Albert Einstein se divide en varios talleres: Dibujo Técnico, Diseño Gráfico, Ebanistería, Informática, Deportes y Electrónica. Estos talleres están abiertos para los estudiantes de los grados sexto a once. Ellos inician con una exploración en los grados sexto y séptimo, y, luego, llevan a cabo una profundización en grado octavo, para después hacer una inmersión total en los grados noveno a once. Durante estos tres últimos años escolares, los estudiantes deben enfocar sus conocimientos en un proyecto de grado, para mostrar y exponer al final del grado once aquellos conceptos de electrónica, programación, robótica, artística, entre otros.

El proyecto sobre concursos de robótica se desarrolló con estudiantes de noveno a once. Esto con el fin de abordar los conceptos adquiridos en los distintos años de exploración. También se tuvo en cuenta que los estudiantes de estos grados presentan habilidades en el diseño de circuitos electrónicos, aunque carecen de la fundamentación y conceptualización del proceso lógico al desarrollar un software para cada circuito electrónico; pero cada uno de ellos lo compensa con dedicación, curiosidad y deseos de destacar en este grupo de electrónica.

Se contó con la participación de 20 estudiantes como concursantes y 8 estudiantes como organizadores y jueces de cada uno de los eventos del concurso (Figura 1). Para la selección de estos estudiantes se hizo una convocatoria para el diseño, la programación y las pruebas de un robot que pudiera ser conducido de forma remota. Los estudiantes que no participaron en el concurso decidieron desarrollar proyectos alternos, con el fin de dar solución a distintos problemas presentes en la comunidad.

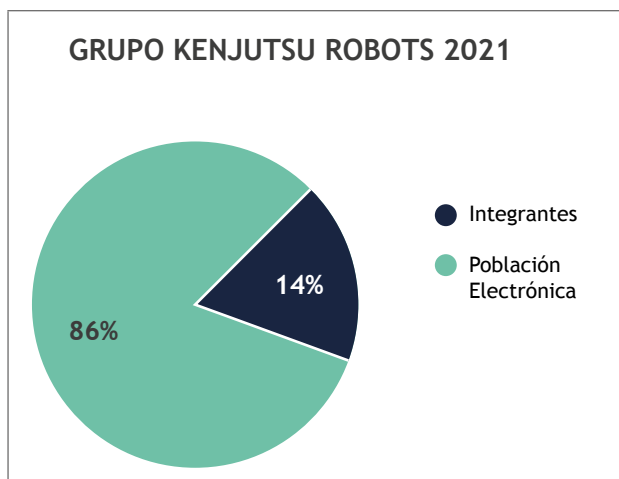


Figura 1. Porcentaje de estudiantes inscritos
Fuente: Elaboración propia.

Las familias einstenianas fueron parte fundamental del proyecto de concurso de robótica, ya que ellos autorizaron la participación de sus hijos en la investigación, además de invertir económicamente para la compra de insumos y materiales con miras a la creación de los prototipos y de brindar apoyo en el proceso de construcción y ejecución de la propuesta. Por lo anterior, se mantuvo una comunicación remota constante con los padres y las madres de familia para evitar confusiones o dificultades en la investigación.

B. Criterios de inclusión y exclusión de la población

En el Instituto Albert Einstein hay una gran acogida en algunas técnicas de formación, debido tanto a la experticia y experiencia de los maestros como al modelo pedagógico y el enfoque de la Institución. Por ende, la selección de la muestra no fue homogénea en cuanto a la selección de técnicas; al contrario, se evidenció una inclinación notable por las técnicas de diseño gráfico, informática, e incluso deportes. Para dar solución a lo anterior, el Instituto realizó un sondeo con los estudiantes de estas técnicas, por medio de un examen; de modo que los estudiantes que lograran culminar las pruebas podrían participar y especializarse en dicha técnica, mientras que aquellos que no lograran culminar la prueba tendrían que participar en las técnicas con menor población.

Se ha identificado que algunos de los estudiantes que son trasladados a otras técnicas que no son de su interés presentan problemas de atención, disciplinarios o académicos, lo que afecta de forma significativa la

entrada a una nueva técnica. Por esta razón, el docente de electrónica de la Institución se ha dispuesto a recibir a todos los estudiantes, sin excepción, para lograr una experiencia significativa por medio de ayuda grupal, juegos de roles, eventos institucionales y retos grupales (*scape room*). De esta manera, los estudiantes tienen la posibilidad de integrarse a un nuevo grupo, en el cual comparten saberes y realizan prácticas enfocadas al respeto y tolerancia.

La investigación se inició en el año 2021, con una población mínima en los grados de noveno a once, en comparación con las otras técnicas. Los grupos que participaron en las distintas actividades tuvieron gran aceptación y acogida por toda la comunidad einsteniana, que demostró gran interés por sus procesos de formación y compromisos autónomos en el proceso del hogar. Pero fue para el año 2022 cuando se empezaron a ver resultados significativos, ya que para la preselección de esta técnica se logró llegar al tope de estudiantes requeridos para cada una de las técnicas. Así, los estudiantes antiguos realizaron un proceso de inclusión con todos los estudiantes nuevos, generando un ambiente agradable y ameno. Así, los estudiantes que ingresaron con problemas en el año 2021 se convirtieron en multiplicadores de información y de buenas experiencias.

Para el año 2022, la técnica de electrónica inició un proceso de inmersión con otras, como dibujo técnico, educación física, recreación y deportes, sistemas, diseño gráfico, música y publicidad, con el fin de compartir saberes y procesos técnicos en la construcción y diseño de prototipos. Esto permite que, en algunas clases, los mismos estudiantes dirijan las prácticas para otras técnicas, con miras a generar espacios abiertos en los que el estudiante pueda llevar nuevas experiencias a otros espacios de formación y, asimismo, traer nuevas experiencias desde estos.

IV. RESULTADOS

A continuación, se describen las fases del método de investigación acción participativa –planeación, observación y reflexión–, con el fin de observar el alcance de cada uno de los participantes del proyecto. En cada una de estas fases, se encontrarán evidencias y resultados del proceso de investigación de los estudiantes del Albert Einstein, que permiten reconocer las fortalezas de cada uno de ellos.

A. Fase 1. Planeación

1) Momento 1 de la planeación: En búsqueda de la fuerza

(Narrativa): Como los antiguos jedís o siths (personajes de la saga de Star Wars) buscan su poder en la fuerza, los estudiantes deberán encontrar su fuerza en el conocimiento. Para ello, deberán explorar cada uno de los retos presentes en el proceso de selección para luego escoger una o varias ramas del poder entre la luz y la oscuridad, y de esta manera, convertirse en un maestro sith o jedí en las artes de la robótica.

Al inicio del proyecto se solicitó a los estudiantes que exploraran diferentes formas de utilizar la electrónica y la robótica en distintos entornos, con el fin de potenciar sus conocimientos, aportar soluciones a problemas de la comunidad y mantener la motivación en los estudiantes. Tras esta exploración, los estudiantes decidieron fabricar un robot conducido con un mando inalámbrico, que sería puesto a prueba a través de un concurso de robótica, en el cual se identificara la funcionabilidad y el alcance del prototipo.

Para este proceso, el docente les proyectó videos sobre concursos de robótica. Uno de ellos sobre un concurso realizado en China, en el cual se muestran batallas samurái con robots, y otros dos sobre eventos en Colombia. Entre estos últimos, el de un concurso dirigido por el docente de electrónica en el año 2019, en el cual los estudiantes debían presentar un robot que pudiera recorrer un laberinto en el menor tiempo posible. El propósito de mostrar estos videos a los estudiantes es motivarlos e implicarlos en su propio aprendizaje cuando han logrado las metas que han establecido, como aprendices expertos [12].

Al finalizar la introducción, se solicitó a los estudiantes iniciar una exploración o consulta de información sobre la construcción y participación en eventos en Colombia, con el fin de recolectar los parámetros que exigen en los concursos y, de esta manera, poder construir prototipos con fines específicos.

En este último espacio, los estudiantes realizaron bosquejos de los distintos prototipos que trabajarían en este proyecto y los compartieron con todos los integrantes del grupo, para conocer sus puntos de vista y aportes a los prototipos (figura 2).

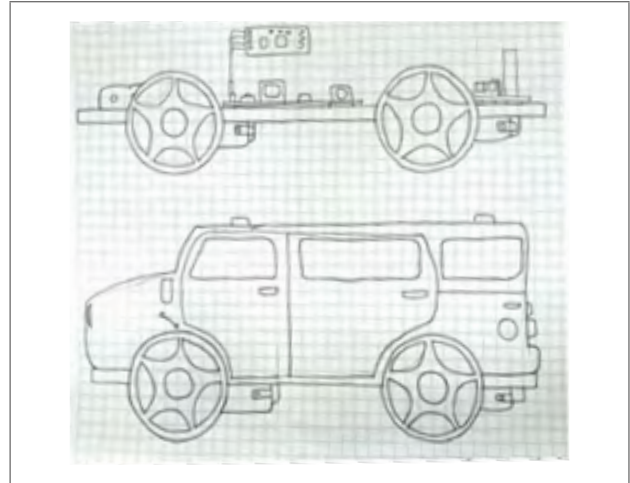


Figura 2. Bosquejo robot diseñado por un estudiante del Instituto Albert Einstein
Fuente: Elaboración propia.

Según [13], los bosquejos o planos pueden ayudar al estudiante a sintetizar las ideas en un prototipo, pues le permiten realizar correcciones o mejoras para modelos o funciones; de esta manera, los estudiantes pueden mejorar los procesos de construcción del prototipo final, ahorrando así tiempo en la construcción y el diseño.

2) Momento 2. Búsqueda de antiguos secretos

Para esta búsqueda, el grupo se dividió en tres subgrupos con las siguientes denominaciones: a) Explorador de saberes, b) Experto en codificación de mensajes, y c) Maestro artesano. Esto con el fin de abordar una mayor cantidad de conceptos, que luego serían transmitidos y puestos en práctica por cada uno de los estudiantes.

a. Grupo explorador de saberes

(Narrativa): Para ser un gran investigador se debe combinar el espíritu, la mente y la fuerza de cada uno de los estudiantes. Al momento de crear su propio robot, más que un equilibrio entre la mente y el cuerpo es importante ser audaz y sagaz como los antiguos samuráis, que analizaban a sus enemigos antes de la batalla. De esta manera, cada estudiante deberá idear su propia estrategia para construir un verdadero guerrero samurái robot.

Este grupo fue el encargado de consultar y explorar todos los conceptos de concursos, construcción de eventos, robots y distintas modalidades en los concursos de robótica. Para ello, se solicitó a los estudiantes que

buscadores, como Google Académico y SCOPUS, con el fin de obtener información verídica y actualizada, que pudiera beneficiar a todo el grupo. Se asignaron dos espacios de cuatro horas a la semana para llevar a cabo esta búsqueda. Este grupo debía entregar un informe detallado de la información recolectada, y se encargaría de exponerla al resto de los estudiantes.

Como resultado del trabajo de investigación, los estudiantes propusieron trabajar en dos modalidades en el concurso: Guerra de Globos y Fútbol con Robots, pues en ambas se requería el mismo robot. A continuación, se detallan las especificaciones de cada una de las modalidades. La primera modalidad, Guerra de Globos (figura 3), permitía la participación de equipos compuestos por docentes o estudiantes de grados octavo a once. Los estudiantes o docentes participaron en grupos de máximo dos personas o de forma individual. El reto del concurso Kenjutsu Robot fue crear dos plataformas robóticas te-leoperadas, en las cuales cada robot se enfrentaría con otros robots. Cada uno de los robots tendría una punta y dos globos. La finalidad del concurso era hacer estallar los globos de los oponentes, y los ganadores de cada ronda se enfrentarían en una última ronda de eliminación.

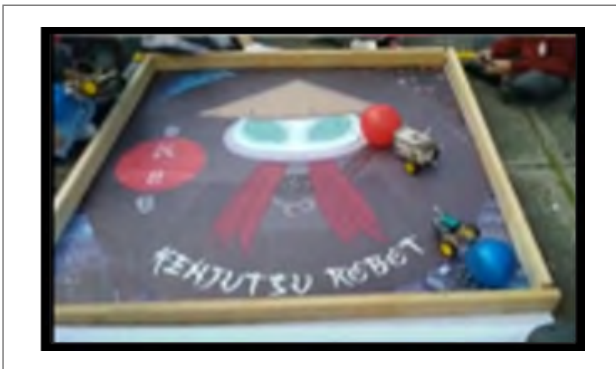


Figura 3. Concurso Kenjutsu Robot, modalidad Guerra de Globos
Fuente: Elaboración propia.

Cada equipo debía escoger un nombre que los representara y sus robots llevaban en la asignación el nombre del módulo Bluetooth, correspondiente al nombre de equipo con la terminación A o B, según el recorrido que haría cada robot, por ejemplo: Titanrobot-A. Los robots fueron recibidos por el organizador del proyecto entre las 8 a.m. y las 9 a. m., con el fin de verificar que cumplieran con las características específicas, y solo podrían retirarse en el momento de la participación de cada equipo.

Para la segunda modalidad, Fútbol con Robots (figura 4), los robots debían cumplir con las mismas características que para la modalidad de Guerra de globos. En este

caso, participaban parejas de robots, que debían buscar la manera de anotar un gol en la cancha contraria. Los robots tenían que arrastrar una pelota de pimpón sin golpear o afectar la integridad de robot contrincante. El equipo ganador era aquel que anotara primero dos goles. Para cada partido, se manejó una ronda de eliminación y el ganador fue el que logró llegar a la fase final.



Figura 4. Concurso Kenjutsu Robot, modalidad Fútbol
Fuente: Elaboración propia.

Cada equipo debía escoger un nombre que los representara y sus robots llevaban en la asignación el nombre del módulo Bluetooth, correspondiente al nombre de equipo con la terminación A o B, según el recorrido que haría cada robot, por ejemplo: Titanrobot-A. Los robots fueron recibidos por el organizador del proyecto entre las 8 a. m. y las 9 a. m., con el fin de verificar que cumplieran con las características específicas, y solo podrían retirarse en el momento de la participación de cada equipo.

Al respecto, se expone que el propósito de los concursos es incentivar un proceso de investigación y de aprendizaje autónomo; en el cual, el estudiante no esté presionado por una calificación. Al contrario, la única motivación será su propio avance para culminar con su proyecto [14]. De esta manera, mediante este tipo de actividades, el estudiante adquiere habilidades en los procesos lógico-matemáticos, modelación 3D, construcción artesanal, desarrollo de circuitos eléctricos, entre otros, que le permiten plasmar distintitos saberes en un solo proyecto.

b. Grupo de expertos en codificación de mensajes

(Narrativa): Para esta misión, se necesitan grandes guerreros que puedan codificar y decodificar mensajes ocultos, que permitan al grupo encontrar los secretos de la fuerza. Cada integrante de esta disciplina deberá conocer el arte del lenguaje de programación

C++, el cual es utilizado en la programación de robots de batalla y ayudará, en un futuro cercano, en los enfrentamientos entre jedis y siths.

Este grupo fue el encargado de diseñar la programación base para los robots que participarían. Los estudiantes utilizaron los conceptos aprendidos en años anteriores para generar una secuencia de programación práctica, sencilla y entendible para ellos. En ese sentido, se aconsejó a los estudiantes que usaran la plataforma Tinkercad, como herramienta de simulación de circuitos, y realizar pruebas en la plataforma Arduino. Para ello, se asignaron dos espacios de cuatro horas a la semana.

Como resultado de la primera práctica, los estudiantes diseñaron y programaron un circuito con motores e integrado L293D y en la plataforma Tinkercad (figura 5), con el fin de incorporar la programación en un circuito para el robot, y, de esta manera, demostrar el funcionamiento básico de la programación con dos motores.

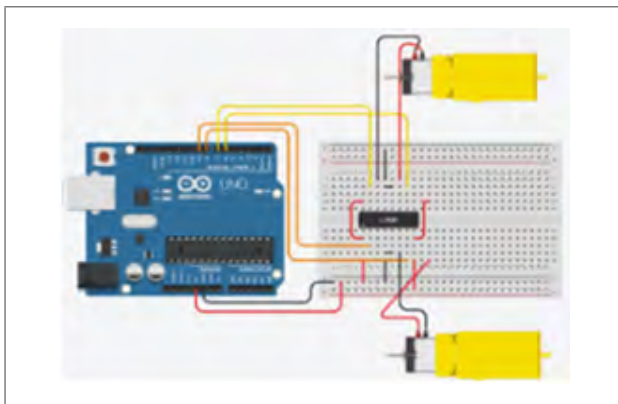


Figura 5. Estructura del circuito en Tinkercad
Fuente: Elaboración propia.

Como propuesta final, los estudiantes realizaron un programa en Arduino que vincula los conceptos de movimiento de motores con señales teledirigidas, lo que permite controlar la dirección de los motores desde el celular. Para esto se usó una aplicación prediseñada llamada Bluetooth Electronics, que permite diseñar un control con su respectivo comando. Así, el estudiante no debe construir o usar un control de mando a distancia, ya que este control es dirigido por medio de la señal bluetooth, la cual interactúa con las ordenes básicas de movimiento. Al realizar la exposición del programa, cada uno de los integrantes del grupo presentó ideas innovadoras para mejorar y personalizar el código de programación. La figura 6 muestra los resultados del grupo de programación.

```
#include <Servo.h>
Servo servo1;

int izqA = 4;
int izqB = 5;
int derA = 8;
int derB = 9;
int ver = 255;
int estado = 'c';

int pecho = 2;
int ptrig = 3;
int duracion, distancia;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(derA, OUTPUT);
  pinMode(derB, OUTPUT);
  pinMode(izqA, OUTPUT);
  pinMode(izqB, OUTPUT);

  pinMode(pecho, INPUT);
  pinMode(ptrig, OUTPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
}

servoLattach(11,660,1400)

void loop() {
  if (Serial.available() > 0) {
    estado = Serial.read();
  }
  if(estado=='a') {
    analogWrite (derB, 0);
    analogWrite (izqB, 0);
    analogWrite (derA, vel);
    analogWrite (izqA, vel);
  }
  if(estado=='b') {
    analogWrite (derB, vel);
  }
  if(estado=='c') {
    analogWrite (derB, 0);
    analogWrite (izqB, 0);
    analogWrite (derA, 0);
    analogWrite (izqA, 0);
  }
  if(estado=='d') {
    analogWrite (derB, 0);
    analogWrite (izqB, 0);
    analogWrite (derA, vel);
    analogWrite (izqA, vel);
  }
  if(estado=='e') {
    analogWrite (derA, 0);
    analogWrite (izqA, 0);
    analogWrite (derB, 0);
  }
}
```

Figura 6. Estructura de la programación en Arduino
Fuente: Elaboración propia.

La programación es un proceso en el que los estudiantes deberán codificar una serie de situaciones en las cuales puedan dar solución a una problemática. De esta manera, ellos realizan ejercicios de programación, para mejorar sus procesos de análisis y solución de problemas. Lo anterior se ve reflejado en las asignaturas de informática, matemáticas y física, ya que estas asignaturas requieren procesos de comprensión y análisis [15].

c. Grupo maestro artesano

(Narrativa): Todo buen guerrero debe tener una buena arma. Por ello, siempre se debe tener en el grupo un maestro artesano que pueda modelar o diseñar las mejores armas para los guerreros jedis y siths. Esta no es una tarea fácil, ya que los pequeños detalles pueden afectar la estructura de un arma legendaria. De esta manera, se dividen los aprendices de los grandes maestros.

Este grupo fue el encargado de diseñar o realizar el modelado 3D del prototipo del robot. Los estudiantes debieron utilizar los conceptos aprendidos en años anteriores para generar un modelado 3D del prototipo robot. Se indicó a los estudiantes que usaran la plataforma Tinkercad como herramienta para visualizar un esquema u orden del circuito. Para ello, se asignaron dos espacios de cuatro horas a la semana.

Como resultado de los modelados en Tinkercad (figura 7), se generaron varios diseños, uno de dos llantas y otro de cuatro llantas. También se decidió que el material para el chasis fuera de madera triplex o algún derivado de ella, que fuera muy liviano para evitar sobrepeso en el prototipo. Como plataforma principal se escogió

Arduino, ya que es la más económica del mercado, y, para controlar los motores, se seleccionó el controlador L298N, que permite una conexión más sencilla y una distribución del circuito más ordenada.



Figura 7. Modelado 3D en el programa Tinkercad
Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, la modelación de figuras u objetos es una forma de expresión artística en la cual se puede plasmar una idea o un sentimiento. Para esta construcción, se reúnen varias disciplinas, las cuales son la arquitectura, las matemáticas y la geometría; ya que es, a partir de mediciones y traslación de figuras, en las que se pueden demostrar diferentes situaciones. [16].

B. Fase 2. Observación

(Narrativa): Es hora de poner a prueba las habilidades aprendidas en los entrenamientos. Los aprendices de los jedís y los siths deberán pasar una serie de retos en los cuales demostrarán su fortaleza, fuerza y sabiduría. Es claro que muchos no lograrán culminar este reto, pero con la ayuda de la fuerza y la voluntad, volverán a intentarlo para mejorar sus procesos en las artes de la robótica. Rendirse no es una opción. Este es el momento de decidir quiénes son.

Para la evaluación de prototipos, se propuso hacer una competencia antes del concurso, con el fin de testear los prototipos de cada uno de los estudiantes y, de esta manera, verificar falencias y aspectos a mejorar en cada uno de los proyectos. Esta evaluación, se dividió en 3 partes:

- Parte 1: Conducción remota.
- Parte 2: Fuerza de arrastre.
- Parte 3: Velocidad.

Para cada una de estas partes, se tuvo en cuenta una puntuación máxima de 10 y una puntuación mínima de 5. Los prototipos que no lograron llegar a los 5 puntos debieron replantear o mejorar cada aspecto en el que fallaron.

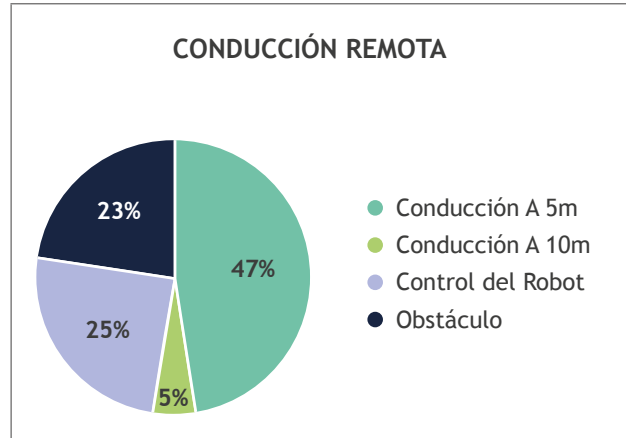


Figura 8. Prueba 1: Conducción remota –año 2021– con 20 estudiantes
Fuente: Elaboración propia.

A partir de la primera prueba (figura 8), se pudo determinar que, para poder controlar el robot de una forma fluida y sin problemas, era preciso generar en los estudiantes habilidades en el manejo perceptivo y motor, ya que los mandos son demasiado sensibles y esto afecta el control y la dirección de cada uno de los robots. Algunos estudiantes observaron que la carga eléctrica transmitida por las baterías afecta drásticamente: a mayor voltaje, menor control, y a menor voltaje, mayor control, pero menor velocidad. También se pudo observar que los módulos bluetooth usados en el robot pierden conectividad a una distancia mayor de 10 m.

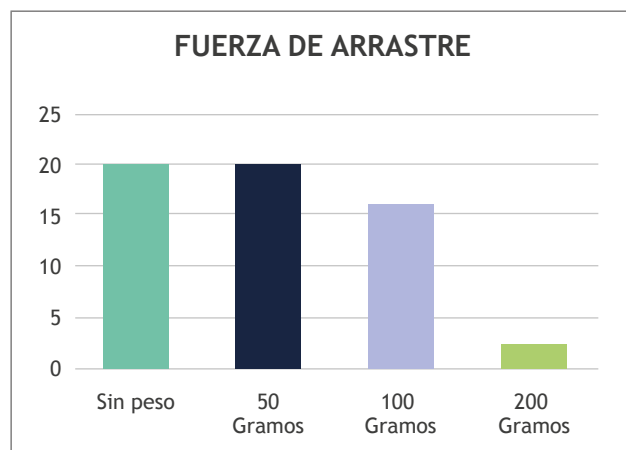


Figura 9. Prueba 2: Fuerza de arrastre –año 2021– con 20 estudiantes
Fuente: Elaboración propia.

A partir de la segunda prueba (figura 9), los estudiantes pudieron determinar la fuerza de arrastre de cada uno de los robots, y encontraron que hay una mayor eficiencia en robots de cuatro motores o con orugas, pero el uso de estos elementos afecta la duración de la carga de las baterías. La relación de descarga de las baterías de un robot con dos motores es de 20 a 30 minutos, mientras que, para un robot, con cuatro motores u oruga 10 a 15 minutos.

Se pudo observar que la mayoría de los robots presentan problemas con la tracción de las llantas en superficies lisas (baldosa, acrílicos, superficies pintadas entre otros), y que esta se afecta de forma significativa al arrastrar algún peso extra. Se observaron resultados positivos en superficies irregulares (concreto, cemento, adoquines, entre otros).

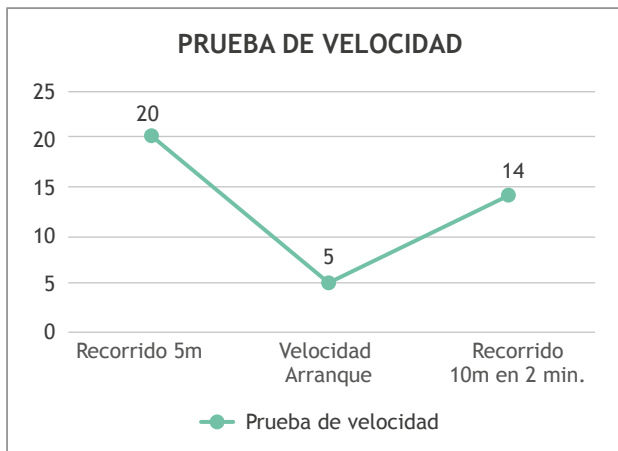


Figura 8. Prueba 3: Velocidad —año 2021— con 20 estudiantes
Fuente: Elaboración propia.

Con la tercera prueba (figura 10), se pudo observar que los robots que utilizan baterías o celdas de computadora con una carga de 7,4 voltios son más efectivos para la condición y una velocidad constante. Algunos de los robots tienen una salida más lenta debido al tipo de programación. Por último, se observó que, a mayor velocidad, menos control, lo cual puede llegar a afectar en recorridos largos.

1) Momento 3. Batalla por el imperio

El concurso se realizó el 13 de noviembre 2021, en las instalaciones del Colegio Albert Einstein, en Mosquera, Cundinamarca, de 8 a. m. a 2 p. m. Ocho de los estudiantes que no construyeron los robots se encargaron de la logística del evento, en el cual participaron 20

estudiantes de grados séptimo a once. Como observadores, participaron en promedio 900 estudiantes de grados primero a once y los 42 docentes de la institución.

Los estudiantes participantes abrieron espacios para exponer las experiencias adquiridas en el proyecto y, las dos actividades que se desarrollaron con gran acogida por parte de la comunidad einsteniana, permitieron la conducción de los robots a estudiantes y profesores, que demostraron un gran dominio del tema, la programación, la electrónica y la robótica.

Al finalizar el evento, los estudiantes y el docente del proyecto recibieron un reconocimiento por parte de la institución.

Para observar un video del concurso puede utilizarse el siguiente código QR:



C. Fase 3. Reflexiones

(Narrativa): Después de cada batalla es necesario hacer una pausa y pensar en qué se puede mejorar, cuáles fueron las debilidades y fortalezas de cada uno de los jedi y siths. Es importante reconocer los errores individuales, al igual que las falencias como grupo, pues siempre se pueden mejorar las técnicas y habilidades en este inmenso camino de sabiduría. Por ello, se invita a los jóvenes padawans a liderar nuevas campañas en lugares recónditos de la institución, y, de esta manera, transmitir toda la sabiduría a una nueva generación de guerreros Kenjutsu Robots.

Las fases y momentos presentados constituyen un esquema básico de la investigación, mediante la cual el estudiante puede construir una serie de habilidades que puede emplear en otras asignaturas e incluso en su vida diaria. Tales habilidades —en el futuro— pueden ser útiles para solucionar problemas de la comunidad o del mundo, permitiendo así que cada estudiante einsteniano sea una herramienta clave para la sociedad.

Tras desarrollar el concurso de robótica, los estudiantes afirman que tienen mayor capacidad para resolver problemas con facilidad, tanto en situaciones académicas como en su propio entorno. De igual manera, presentan una mayor acogida en sus grupos y en los grados inferiores.

Por parte de la técnica responsable del concurso, en el año 2022 se logró por primera vez, después de 4 años, llegar al tope de estudiantes por cada curso y aumentar el número de participantes del proyecto Kenjutsu Robot a 50 estudiantes. Así, los participantes que iniciaron el proyecto se convirtieron en multiplicadores del conocimiento, capacitaron a los nuevos integrantes del proyecto y generaron un ambiente amable y acogedor en cada una de las prácticas. Durante el 2022, el grupo Kenjutsu Robot se ha inscrito en tres eventos interinstitucionales en Bogotá, que le permitirán poner a prueba todo su conocimiento y esfuerzo.

V. DISCUSIÓN

A partir de la información encontrada en la revisión sobre concursos de robótica, se pueden observar dos tipos de docentes: por un lado, aquel que permite una gran libertad de investigación al estudiante, sin ninguna asesoría, lo cual hace que el estudiante genere aprendizajes empíricos y, en la mayoría de las situaciones, se vea obligado a tomar información ajena como propia, produciendo así una falsa culminación de objetivos, pues, la mayoría de veces, los estudiantes no tienen la capacidad de traducir o codificar los procesos de construcción de un robot. Por otro lado, aquel docente que está inmerso en la investigación e interviene en el proceso de aprendizaje e investigación de los estudiantes. Este tipo de docente brinda información y orienta, con el fin de cumplir las expectativas de instituciones o concursos.

El derecho al fracaso es uno de los principales aspectos que se deben tener en cuenta en los concursos de robótica, puesto que en muchos de ellos aíslan al docente del grupo que se presenta. De esta manera, los estudiantes tienen la oportunidad de demostrar los aprendizajes adquiridos en el proceso de investigación. Pero ¿por qué el fracaso es bueno para estudiantes? Para la mayoría de los docentes e instituciones lo más importante es ganar y ser reconocido por otras instituciones, pero lo que no se observa es el recorrido por el cual se transitó para construir conocimientos, el cual se pone a prueba en un concurso. En ese sentido, no lograr el cometido por parte del estudiante y su grupo de investigación en un concurso también puede ser útil, pues a partir de parámetros

que no se habían contemplado es posible mejorar sus procesos para nuevas competencias y experiencias. Por ende, hay que aclarar que el concurso solo es un medio para llegar al aprendizaje, y que, por este medio, el estudiante tiene la oportunidad de poner a prueba sus conocimientos, compartir sus avances con estudiantes de otras instituciones, y construir experiencias fuera de la institución.

VI. CONCLUSIONES

La investigación lleva a valorar y comprender rasgos generales para la conceptualización de los concursos de robótica como estrategia educativa. Este proceso de investigación por parte de un profesor de informática ha permitido explorar las dimensiones de programación con Arduino, pensamiento computacional e innovación en robótica educativa. En el desarrollo de este proyecto, se logró articular congruentemente los aspectos teóricos, metodológicos, tecnológicos y prácticos inherentes al desarrollo del concurso, por medio de estrategias flexibles y atractivas para el estudiante, con las cuales se pudo poner a prueba sus conocimientos. Por ejemplo, la gamificación, que permite que el estudiante esté inmerso en un mundo de retos y competencias.

También se pudo observar que en las prácticas pedagógicas es fundamental reconocer las emociones y el estado de ánimo de cada uno de los estudiantes, ya que la variación en estos parámetros puede generar resultados diferentes en sus procesos de aprendizaje, lo cual demuestra que las prácticas tradicionales ya no tienen cabida en el aula de clase [17], debido a que la generación de nativos digitales tiene principios o actitudes diferentes a las que tenían los estudiantes hace unos años. Por otro lado, se recalca que los concursos de robótica no están diseñados para saber quién es mejor, sino que su propósito es compartir y brindar la oportunidad de poner a prueba los conocimientos adquiridos en el transcurso del proyecto, al generar una sana competencia, en la cual predominan el desarrollo del conocimiento tecnológico, la creatividad, la autonomía y el pensamiento crítico [18], y, a la vez, afianzar la calidad educativa de las instituciones [19] [20].

En conclusión, el desarrollo del proyecto permitió crear un equipo en el que no existe la presión por aprender, ni de ser los primeros en un concurso. Lo que se observa es un gran deseo por investigar y una sana competitividad, sin generar prejuicios por las distintas características de los estudiantes. En tal sentido, se afirma que los proyectos o concursos basados en robótica son una excelente

estrategia para el trabajo colaborativo [21], la transversalidad de asignaturas y la construcción de conocimiento, todo lo cual se puede ver reflejado en áreas afines a la electrónica e informática. De igual manera, estos concursos promueven distintas habilidades de reorganización, resolución de problemas [22], autorregulación, control de emociones, creatividad, y deseo de aprender [23], [24], [25], a la vez que mejoran los procesos comunicativos de los estudiantes en lo que respecta a la argumentación y la socialización en el momento de exponer o debatir [26].

REFERENCIAS

- [1] F. L. M., Muñoz, M. J. B., “Estudio sobre los factores que influyen en la pérdida de interés hacia las matemáticas. *Amauta*”, Montenegro, & Blanco-Álvarez, H. 2015, 13(26), 149-166.
- [2] J. De Zubiría Samper, Los modelos pedagógicos: hacia una pedagogía dialogante. Coop. Editorial Magisterio, 2006.
- [3] J. Díaz Cruzado, & Y. Troyano Rodríguez, “El potencial de la gamificación aplicado al ámbito educativo” vo. *III Jornadas de Innovación Docente. Innovación Educativa: respuesta en tiempos de incertidumbre*, 2013. Nelson Darío García Hurtado 2012
- [4] N. D. G. Hurtado, L. F. C. García, & A. J. E Jiménez, Plataforma robótica educativa “ROBI”. *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA)*, 2013, 1(19), 140-144.
- [5] A. F. Plúa Martínez, & J. A. Castillo Valarezo, Implementación de un Robot Mega Sumo para participaciones en concursos de robótica, 2015.
- [6] I. Dussel, “La producción de la exclusión en el aula: una revisión de la escuela moderna en América Latina”. *Trabajo presentado en la X Jornada LOGSE La escuela y sus agentes ante la exclusión social, Granada, España*, 2000.
- [7] V. D. Herrera Guayaquil, Diseño de mecanismo para locomoción de prototipos de robots tipo insectos en carreras sin obstáculos (Bachelor’s thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización), 2021.
- [8] F. R. C. D. Rei, O Clube de Robótica da Escola Básica de São Gonçalo (Doctoral dissertation), 2021.
- [9] J. Crespo Jiménez, Vehículo robotizado para la competición” Olympic Robotic Challenge” en la Universitat Politècnica de València (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València), 2021.
- [10] D. Rodríguez Gómez, & J. Valldeoriola Roquet, “Métodos de investigación, febrero 2014”, 2009.
- [11] W. K. Carr, “Becoming critical”: education knowledge and action research. Falmer, Lewes, 1988.
- [12] CAST “Center for Applied Special Technology”. Universal Design for Learning guidelines version 2.0. Wakefield, MA: Author. Traducción al español versión 2.0 (2018): C. Alba Pastor, P. Sánchez Hípola, J. M. Sánchez Serrano, y A. Zubillaga del Río, Pautas sobre el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). Texto completo (versión 2.0). https://www.educadua.es/doc/dua/CAST-Pautas_2_0-Alba-y-otros-Actualizado%20versio%CC%81n-2018.pdf, 2018.
- [13] M. A. Pinilla, C. Parra, & E. Rojas, El prototipo en el diseño: actitud creativa de cambio. *Dearq. Revista de Arquitectura*, 2011, (8), 18-31.
- [14] J. E. Quispe Calcina, Instituto de robótica espacial, ciencias y tecnologías de exploración (Doctoral dissertation), 2020.
- [15] R. Moran-Borbor, V. Galvis-Roballo, J. Niño-Vega, & F. Fernández-Morales, Desarrollo de un robot sumo como material educativo orientado a la enseñanza de programación en Arduino. *Revista Habitus: Semilleros de Investigación*, 1(2), e12178-e12178, 2021.
- [16] R. Domínguez-Colin, M. H. A. Cantú, & J. R. Hernández-Garibay, Modelación 3D con software libre sobre contenedores Docker en línea. *Página Editorial*, 306, 2021.
- [17] C. A. C. Rodríguez, Gamificación en educación superior: experiencia innovadora para motivar estudiantes y dinamizar contenidos en el aula. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa* (63), 2018, 29-41.

- [18] E.L. Sánchez, La educación STEAM y la cultura «maker». *Journal of Parents and Teachers* (379), 2019, 45-51.
- [19] C. Romero, J. Nieto, C. Ochoa, Revisión del estado del arte de las plataformas robóticas orientadas a la educación. *Journal of Engineering and Technology* 3(2), 2014, 23-35.
- [20] M. O. G. Fernández, Y. A. F. González, & C. M. López, Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 2021, 230101-230123.
- [21] A. Khanlari, Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education* 41(3), 2016 320-330. Doi: <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056106>
- [22] A. S. Adell, M.Á.N. Llopis, F.M.M. Esteve, M.G.N. Valdeolivas, El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED.Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* 22(1), 2019, 171-186. Doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>
- [23] REDEM. La robótica educativa ya ha conquistado las aulas. Obtenido de, 2017 <https://www.redem.org/la-robotica-educativa-ya-ha-conquistado-las-aulas/>
- [24] D.S. Alvarado, E.M. Arias Experiencia STEAM. Proyecto Programación: La Nueva Alfabetización. *Revista Atlante*, 2018, Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/920/92065360002/92065360002.pdf>
- [25] M.H. Fuentes, J.M. González, Evaluación inicial del diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC. *Eduotec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa* (70), 2019, 1-17. Doi: <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.70.1469>
- [26] N.L. Barrera, Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Revista Praxis & Saber* 11(6), 2015, 215-234.