

APRENDIZAJE MEDIANTE PROYECTOS CON SIMULADORES DE ROBÓTICA COMO ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE²¹

LEARNING THROUGH PROJECTS WITH ROBOTICS SIMULATORS AS TEACHING AND LEARNING STRATEGIES

Marco Alberto Mendoza Perez²²

Pares evaluadores: Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES.²³

²¹ Derivado del proyecto de investigación: Aprendizaje Mediante Proyectos con Simuladores de Robótica como Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje.

²² Ingeniero en Sistemas Computacionales, Maestro en Ingeniería en Sistemas Computacionales y Doctor en Educación. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Docente de Ingeniería en Computación, Maestría y Doctorado en Ciencias de la Computación en la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM)/Centro Universitario Valle de Chalco, correo electrónico: mamendozap@uaemex.mx

²³ Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES. www.rediees.org

3. APRENDIZAJE MEDIANTE PROYECTOS CON SIMULADORES DE ROBÓTICA COMO ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE²⁴

Marco Alberto Mendoza Perez²⁵

RESUMEN

A raíz del confinamiento por la Pandemia del COVID-19, las formas de impartir y recibir clases cambiaron de forma drástica. La asignatura de Fundamentos de Robótica forma parte del Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería en Computación, se imparte en el Centro Universitario (CU) Valle de Chalco perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Antes del confinamiento, se enseñaban en el aula los contenidos teóricos de fundamentos de robótica y en el Laboratorio de Electrónica los contenidos procedimentales, por medio de la realización de prácticas y proyectos que contemplaban desde el ensamble hasta la implementación de programas en los kits de robótica como brazos mecánicos y robots humanoides. Actualmente por el confinamiento no es posible utilizar los kits de robótica, pero se propone utilizar la metodología de Aprendizaje Mediante Proyectos como estrategia de enseñanza, junto con la utilización de simuladores para dichos kits de robótica como estrategias de aprendizaje. Se elaboró una secuencia didáctica para clases en línea sobre el Tema de Programación en Simuladores de Robótica, para que los alumnos(as) adquieran aprendizajes situados mediante la realización de proyectos en simuladores que resuelvan las necesidades o problemáticas de la vida real, fomentando el trabajo colaborativo. Posteriormente a la presentación de los proyectos de los alumnos(as) en clases en línea, el grupo de 33 alumnos(as) contestó un formulario de 10 reactivos con escala de Likert sobre el uso de simuladores vistos en clase, se obtuvieron los siguientes resultados sobresalientes: El 94% está de acuerdo y totalmente de acuerdo, en que estos simuladores facilitan la enseñanza y aprendizaje de contenidos sobre la asignatura de Fundamentos de Robótica. El 90.9% está de acuerdo y totalmente de acuerdo, en que el uso de estos simuladores promueve

²⁴ Derivado del proyecto de investigación: Aprendizaje Mediante Proyectos con Simuladores de Robótica como Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje.

²⁵ Ingeniero en Sistemas Computacionales, Maestro en Ingeniería en Sistemas Computacionales y Doctor en Educación. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Docente de Ingeniería en Computación, Maestría y Doctorado en Ciencias de la Computación en la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM)/Centro Universitario Valle de Chalco, correo electrónico: mamendozap@uaemex.mx

su interés y motivación por aprender contenidos prácticos sobre robótica. El 90.9% está de acuerdo y totalmente de acuerdo, en que con estos simuladores se pueden realizar proyectos de robótica que resuelven necesidades de la vida real.

ABSTRACT

As a result of the confinement by the COVID-19 Pandemic, The ways of teaching and receiving classes changed drastically. The subject of Fundamentals of Robotics is part of the Study Plan of the Computer Engineering career, it is taught at the Centro Universitario (CU) Valle de Chalco belonging to the Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Before confinement, the theoretical contents of robotics fundamentals were taught in the classroom and procedural contents were taught in the Electronics Laboratory, through the realization of practices and projects that contemplated from the assembly to the implementation of programs in the robotics kits. like mechanical arms and humanoid robots. Currently, due to the confinement, it is not possible to use robotics kits, but it is proposed to use the Learning Through Projects methodology as a teaching strategy, together with the use of simulators for said robotics kits as learning strategies. A didactic sequence was developed for online classes on the Robotics Simulators Programming Theme, so that students acquire situated learning by carrying out projects in simulators that solve real life needs or problems, promoting collaborative work. After presenting the students' projects in online class, the group of 33 students answered a form of 10 questions with Likert scale on the use of simulators seen in class, the following outstanding results were obtained: 94% are I agree and totally agree that these simulators facilitate the teaching and learning of content on the subject of Fundamentals of Robotics. 90.9% agree and totally agree that the use of these simulators promotes their interest and motivation to learn practical contents about robotics. 90.9% agree and totally agree that robotics projects can be carried out with these simulators that solve real life needs.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje mediante proyectos, Aprendizaje situado, Estrategias didácticas, Kits de robótica, Simuladores de robótica.

Keywords: Didactics strategies, Learning through projects, Robotics kits, Robotics simulators, Situated learning.

INTRODUCCIÓN

Debido a la Pandemia por COVID-19, todas las actividades se vieron afectadas y sufrieron cambios en su forma de llevarse a cabo. Una de ellas fue la actividad escolar. En México la educación se ha impartido de forma diferente en cada uno de sus niveles educativos que la componen. Por ejemplo, para la educación básica. La Secretaría de Educación Pública (SEP), anuncio a finales del mes de marzo de 2020 el Programa Aprende en Casa en sus ediciones I, II y III, en el cual se presentan contenidos por televisión a nivel nacional, de las diferentes materias que corresponden a los dos grados de educación preescolar, a los seis grados de educación primaria, a los tres grados de educación secundaria y a los tres grados de bachillerato (Aprende en Casa III, 2021). En el sitio web Aprende en Casa, de la SEP, se muestra un mapa de la República Mexicana, por cada entidad se visualizan los contenidos y materiales educativos que pueden acceder tanto alumnos(as) como profesores. Para el caso de la educación superior, está prácticamente se imparte de forma virtual o en línea por medio de plataformas de comunicación y colaboración como Microsoft Teams, Google Classroom, Meet, Edmodo, Schoology, Zoom, Moodle, Chamilo, ATutor, Claroline, Canvas, entre otras.

El Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, cuenta con un Laboratorio de Electrónica, donde se llevan a cabo actividades académicas, como prácticas y desarrollo de proyectos de investigación relacionados con la electrónica, robótica, inteligencia artificial, informática, computación y otras áreas del conocimiento. Este laboratorio está equipado con diversos recursos: instrumentos de medición y kits de robótica para las asignaturas de Arquitectura Computacional, Sistemas de Información del Conocimiento, Electricidad y Magnetismo, Metrología, Circuitos Eléctricos, Electrónica Analógica, Electrónica Digital, Sistemas Digitales, Interacción Hombre-Máquina, Fundamentos de Robótica, Lógica Secuencial y Combinatoria, Sistemas Expertos, Robótica Avanzada, Robótica, Arquitectura de Computadoras e Inteligencia Artificial, que se relacionan con disciplinas como la Electrónica y la Robótica, las cuales están contenidas en los planes de estudios de la Licenciatura en Informática Administrativa, Ingeniería en Computación y la Maestría en Ciencias de la Computación.

El Laboratorio de Electrónica del Centro Universitario cuenta con un par de Kits de Robótica Bioloid Premium de la marca Robotis y un Robot NAO H25 de la marca SoftBank Robotics. Estos sirven de apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje sobre contenidos

de programación, robótica e inteligencia artificial; que van desde la identificación de los componentes del robot hasta la programación y ejecución de rutinas planteadas por los alumnos(as) o por el docente con la finalidad de resolver una necesidad o problemática de la vida real; ya que, en el transcurso de la carrera de Ingeniería en Computación, el alumno(a) únicamente cursa tres asignaturas relacionadas con el área de robótica (Interacción Hombre-Máquina, Fundamentos de Robótica o Robótica e Inteligencia Artificial), dependiendo la línea de acentuación que elijan. Por lo que es de vital ayuda contar con este tipo de artefactos, debido a que se les explica a los alumnos(as) que para construirlos el fabricante utilizó temas multidisciplinarios de física, matemáticas, eléctrica, mecánica, electrónica e informática; dando al alumno(a) la necesidad de investigar la arquitectura del robot para que, posteriormente, se enseñe el manejo del robot por medio del software RoboPlus si es para el robot Bioloid y el software Choregraphe si es para el robot NAO. Las herramientas anteriores deben ser compatibles con los robots para realizar programas que se ejecuten directamente en estos, en la simulación en 3D o en ambos. Al utilizar los simuladores del Kit de Robótica, los alumnos(as) desarrollan habilidades, destrezas, actitudes, trabajo en equipo, comunicación, desarrollo del razonamiento lógico-matemático, trabajo bajo presión, capacidad de tomar decisiones, de solucionar problemas, y de favorecer el interés por la investigación y la creatividad.

Para el desarrollo de esta investigación, es conveniente definir y comprender los siguientes conceptos:

Aprender como objetivo de la educación, cuyo proceso forma parte de la experiencia personal, social y cultural, a partir de espacios de convivencia. Por lo tanto, aprender es un ejercicio constante de aprehensión y construcción de la realidad. El aprendizaje situado está centrado en la solución de problemas auténticos, es decir, prácticas situadas o aprendizaje in situ en escenarios reales. El desarrollo de aprendizaje situado implica trabajo colaborativo, ejercicios, demostraciones y simulaciones situadas; generando ambientes coherentes, significativos y propositivos. Un aprendizaje mediado por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. La enseñanza situada deberá identificar la influencia de los agentes que intervienen en las prácticas educativas; así como las estrategias que promueven u obstaculizan un aprendizaje significativo. El conocimiento que se produce en parte y producto de la actividad, así como el contexto y la cultura en que se desarrolla y utiliza.

Ausubel (2012, pág. 48) afirma: “La esencia del proceso de aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relaciones de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno(a) ya sabe”. El aprendiz se relaciona con nueva información a partir de sus conocimientos previos. La enseñanza deberá propiciar tareas significativas y relevantes, que permitan la potencialidad de los alumnos(as).

Desde una perspectiva socioconstructivista, la enseñanza situada puede definirse como (Diaz Barriga, 2006, citado en, Barriga, F. y Hernández, G., 2010) aquella propuesta pedagógica que se diseña y estructura con la intención de promover aprendizajes situados, experienciales y auténticos en los alumnos(as), que les permita desarrollar competencias muy similares o iguales a las que se encontraran en situaciones de la vida cotidiana desde educación básica hasta universidad.

El plan establece el curso de acción definido conscientemente; es una guía para enfrentar una situación. La pauta de acción está dirigida a establecer una maniobra para derrotar a un oponente o competidor. El patrón hace relación al comportamiento en el curso de las acciones de una organización. La posición identifica la localización de la organización en el entorno en que se mueve, es decir, la clase de negocio, actividad, entre otros. Y la perspectiva relaciona a la organización con su entorno, lo que le permitirá establecer determinadas acciones a realizar (Contreras, 2013).

La estrategia se puede definir en cinco palabras: plan, pauta de acción, patrón, posición y perspectiva (Mintzberg, et al., 1998).

En el contexto educativo, la estrategia se entiende como una serie de objetivos que se han concebido e iniciado para proporcionar aprendizajes en los alumnos(as) con una dirección planificada. Las estrategias se dividen en dos tipos: de aprendizaje y de enseñanza.

Las estrategias de aprendizaje sirven al propio aprendizaje autogenerado e intencional del alumno(a) (Barriga y Hernández, 2010). Algunos ejemplos de estrategias de aprendizaje son la Observación, organización de la información, elaboración de mapas mentales y conceptuales, rotafolios, debates, juegos didácticos, análisis, resúmenes, analogías, ensayos, prácticas, proyectos, uso de simuladores, utilización de software libre, entre otras.

Las estrategias de enseñanza las diseña e implementa el docente, las cuales también tienen sentido solo si sirven para la mejora del aprendizaje del alumno(a) fomentado, promovido u orientado como consecuencia de la actividad conjunta entre el docente y los

mismos alumnos(as) (Barriga y Hernández, 2010). Algunos ejemplos de estrategias de enseñanza son las Analogías, el discurso del docente, mapas mentales, mapas conceptuales, ilustraciones (organizativas, relacionales, transformacionales e interpretativas), cuadros sinópticos, objetivos, diagramas de flujo, líneas de tiempo, aprendizaje basado en problemas (ABP), aprendizaje basado en el análisis y discusión de casos (ABAC), aprendizaje mediante proyectos (AMP), aprendizaje cooperativo, entre otras.

De acuerdo con la UNAM, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) contemplan al conjunto de herramientas relacionadas con la transmisión, procesamiento y almacenamiento digitalizado de la información, así como al conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas (hardware y software), en su utilización en la enseñanza (Luna, 2019).

Con la utilización de las TIC (Zapata, 2005, citado en, Avendaño, 2020) se permite construir la realidad y potenciar la autenticidad en los aprendizajes formativos, a la vez posibilitan una comunicación mayor, es decir, los aprendizajes formativos son hasta ahora una finalidad que la educación ha prometido y no ha podido cumplir, pero existe un vehículo que podría posibilitar esta meta, la utilización de las TIC. Las TIC (Driscoll y Vergara, 1997, citado en, Avendaño, 2020) trasladan a los aprendizajes no solo con las tecnologías, ya que se logran competencias especiales y se arraigan los saberes desde el manejo de los dispositivos y de las diversas formas de comunicación, entre estas el uso de la información, la interacción en grupos o comunidades digitales, construcción de nuevas estrategias de estudio o la generación de conocimientos.

En la ciencia y la tecnología, el concepto de simulación surge, desde hace más de sesenta años, en actividades conocidas como la investigación de operaciones, las ciencias de la administración, el análisis de sistemas y la ingeniería de sistemas, entre otras (Churchman, Ackoff y Arnoff, 1957; Flagle, Huggins y Roy, 1960; Ackoff, 1961). En esas actividades, sus procesos para generar conocimiento o resolver problemas, destacaron la necesidad de construir un modelo, considerando a éste como una representación de la realidad (Ackoff, 1962).

La simulación es la imitación de la operación de un proceso o sistema real a lo largo del tiempo (García, F. et al., 2005).

Robert E. Shannon define la simulación como: “el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema”. Lo anterior sirve para apoyar la toma de decisiones.

Un modelo es una representación abstracta (matemática, declarativa o visual de fenómenos, sistemas o procesos).

La simulación computacional es la conjunción de algoritmos matemáticos que modelan el comportamiento dinámico de sistemas físicos y herramientas computacionales que permiten reproducir y visualizar esta dinámica. Es una herramienta científica que al inicio fue utilizada en la meteorología y en la física nuclear después de la Segunda Guerra Mundial. Posteriormente, su uso se extendió a la astrofísica, física de partículas, ciencia de los materiales, ingeniería, mecánica de fluidos, climatología, biología evolutiva, ecología, economía, teoría de decisiones, medicina, sociología, epidemiología y diseño de fármacos. La simulación computacional nos permite simular modelos y crear animaciones (Zapotecatl, 2018).

En los últimos años, se ha utilizado la simulación computacional en la capacitación y entrenamiento de las siguientes disciplinas: sector automotriz, aeronáutica, robótica, matemáticas, y en la enseñanza – aprendizaje de contenidos de diferentes asignaturas que existen en todos los niveles educativos de nuestro país.

Un simulador de robótica es un robot virtual en 3D, que es capaz de emular los movimientos y comportamientos de un robot real. Esta herramienta permite que los programas de robótica se realicen y ejecuten sin tener una conexión con el robot real, si la ejecución en el simulador no presenta errores, el programa se implantara en el robot real, para que sea ejecutado en este.

Los robots se utilizan en los diferentes sistemas educativos para enseñar y desarrollar en el alumno(a) habilidades y destrezas que les sirvan para resolver problemas o necesidades de la vida real. Actualmente, se hace uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación para elaborar programas en simuladores de robótica sin la necesidad de contar con los robots físicamente. Estas herramientas son estrategias de aprendizaje para lograr en los alumnos(as) aprendizajes situados sobre el manejo de los Kits de Robótica comerciales o

de hardware libre como el Bioloid Premium de la marca Robotis y el NAO H25 de la marca SoftBank Robotics.

La teoría del aprendizaje que da fundamento epistemológico para el uso de los robots como juego de construcción o herramienta educativa es el construccionismo. Papert (1994) sugiere el término construccionismo para describir el modo en el que un alumno(a) usa la computadora como una herramienta con la que construye su conocimiento. Para este trabajo de investigación se utilizaron las siguientes herramientas y recursos: computadoras, robots y simuladores de robótica.

Papert (1994) postula que los seres humanos aprenden mejor cuando están involucrados en la construcción de algo que pueda demostrar a otras personas y que es importante para él. Estos entornos informáticos, especialmente los Kits de Robótica, contribuyen a esta forma de pensar construccionista, porque los alumnos(as) participan e interactúan con el hardware o software en el desarrollo de proyectos.

La robótica educativa es propicia para apoyar habilidades productivas, creativas, digitales y comunicativas; y se convierte en un motor para la innovación cuando produce cambios en las personas, en las ideas y actitudes, en las relaciones, modos de actuar y pensar de los alumnos(as) y educadores (Pozo, 2005). El aprendizaje de la robótica se divide en dos tipos: el aprendizaje de la robótica y el aprendizaje con ayuda de la robótica.

A continuación, se va a dar una descripción breve de los Kits de Robótica Bioloid Premium y NAO H25, junto con sus simuladores con los que se puede trabajar con este tipo de robots: Bioloid es un kit de la plataforma robótica modular de la compañía Robotis. Se trata de una de las primeras plataformas robóticas de su clase en ser construida con tecnología inteligente servocontrolada en serie que permite retroalimentación y control sensorial de posición, velocidad, temperatura, corriente y tensión de cada servomotor. Con Bioloid podemos llegar a crear un gran número de robots distintos, Robotis nos ofrece de forma guiada 26 maneras de hacerlo, desde el uso de 4 servomotores hasta el nivel más alto con 18 servomotores; permite al usuario construir una gran variedad de configuraciones robóticas, incluyendo robots exploradores autónomos, perritos cuadrúpedos, robots araña hexápodos, robots dinosaurios, y por supuesto robots humanoides bípedos (ROBOTIS e-Manual, 2022).

La suite de aplicaciones RoboPlus, es de descarga gratuita y sirve para la programación de movimientos y comportamientos de los robots OLLO, Bioloid y Dynamixel de la compañía Robotis (ROBOTIS e-Manual, 2022).

El robot NAO H25 mide 58 cm, pesa 4.3 kg, cuenta con 25 Grados de Libertad (GDL) y es capaz de percibir el entorno a partir de sus múltiples sensores, entre los cuales se encuentran dos cámaras para detectar objetos y rostros, cuatro micrófonos para reconocimiento de voz, nueve sensores táctiles, dos sensores de ultrasonidos, ocho sensores de presión, un acelerómetro y un giroscopio. Además, incluye otros elementos de expresión que le dan un alto grado de interactividad, como sus 53 LEDs RGB, su sintetizador de voz, sus dos altavoces y su conectividad por cable Ethernet o WiFi que le permite comunicarse con otros robots del mismo tipo. Incluye el software gráfico de programación Choregraphe, compatible con Windows, Linux y Mac; que permite programar de forma guiada o textual utilizando lenguajes de programación compatibles como C++, Python, JAVA, .NET y MATLAB (Alive Robots, sf).

Choregraphe es el software de programación que permite a los usuarios crear y editar movimientos y comportamientos interactivos de manera sencilla para el robot NAO H25.

Para esta investigación, se trabajó con la propuesta pedagógica de aprendizaje mediante proyectos (AMP) con el uso de simuladores de robótica. Este tipo de propuesta se va a aplicar a nivel universitario para implementarse en el proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos de robótica, correspondientes a la asignatura de Fundamentos de Robótica de la carrera de Ingeniería en Computación.

Se elaboró la Planeación del curso en línea, junto con su secuencia didáctica en línea, con base al Programa de Estudio por Competencias de la asignatura de Fundamentos de Robótica, que se imparte en la carrera de Ingeniería en Computación de la Facultad de Ingeniería y/o en los Centros Universitarios que pertenecen a la Universidad Autónoma del Estado de México (Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México, 2009).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para esta investigación se utilizó la metodología didáctica de Aprendizaje Mediante Proyectos (AMP), esta es una estrategia de enseñanza – aprendizaje situado, también conocida como enfoque por proyectos. A continuación, se presenta lo realizado en cada una de las fases de la metodología por proyectos de Kilpatrick (1918, citado en, Barriga y Hernández, 2010):

1.- Establecimiento del propósito del proyecto

Establecer el porqué del proyecto, lo que origina el proyecto es un tema o idea general, que deberá plasmarse en la formulación de las metas u objetivos o en la elaboración de preguntas de investigación (Kilpatrick, 1918, citado en, Barriga y Hernández, 2010).

La documentación del proyecto la deben elaborar los alumnos(as) en forma de infografía o artículo, que contenga los siguientes puntos: Carátula, Título, Resumen (Problemática, Objetivos, Método, Resultados y Conclusiones; máximo 150 palabras) y Palabras clave (máximo tres y ordenadas de forma ascendente), Introducción (Problema de Investigación, Objetivos (General y Específicos), Justificación), Marco Teórico (con citas), Desarrollo (diagramas y evidencias originales con explicación), Resultados (evidencias originales con explicación), Conclusiones Individuales y Bibliografía/Referencias Electrónicas (ambas en formato APA).

2.- Planificación del proyecto

Se requiere dejar por escrito una estrategia de abordaje del proyecto que permita conseguir las metas que lo presiden (Kilpatrick, 1918, citado en, Barriga y Hernández, 2010).

En el Centro Universitario Valle de Chalco, perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de México, se imparte en el séptimo semestre de la carrera de Ingeniería en Computación, la asignatura de Fundamentos de Robótica. Esta asignatura es tanto teórica como práctica. Debido a la contingencia sanitaria, es imposible trabajar de forma física con los robots que se encuentran en el Laboratorio de Electrónica de esta institución, pero se trabajó con el software de estos robots, realizando programas para resolver problemas de la vida real, planteados por ellos mismos. Por medio de los simuladores, los alumnos(as) logran de forma colaborativa un aprendizaje situado de la robótica y con la robótica.

Se elaboró una secuencia didáctica para clases en línea del Tema de Programación de rutinas de movimientos y comportamientos en Simuladores de Robótica, donde se muestran

los contenidos que se van a abordar, los objetivos, las estrategias de enseñanza y aprendizaje que se van a emplear para el aprendizaje de la robótica con ayuda de los simuladores (ver Figura 1).

Figura 1. Secuencia didáctica para clases en línea

TITULO: PROGRAMACION DE RUTINAS DE MOVIMIENTOS Y COMPORTAMIENTOS EN SIMULADORES DE ROBOTICA.

INSTITUCION: Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

CARRERA: Ingeniería en Computación.

UNIDAD DE APRENDIZAJE: Fundamentos de Robótica.

SEMESTRE: Séptimo.

DOCENTE: Marco Alberto Mendoza Perez.

CONTENIDO:

1. Comprender los conceptos básicos de la robótica de manipuladores.
2. Identificar los diferentes componentes que conforman un robot manipulador.
3. Identificar los tipos de sensores y actuadores que conforman un robot manipulador.
4. Conocer los modos de programación de robots manipuladores y aprender los lenguajes de los robots manipuladores con los cuales van a trabajar. Comprender cuando un robot es catalogado como inteligente o autónomo.
5. Entender y aplicar los fundamentos matemáticos necesarios para entender el funcionamiento y desarrollo de un robot.
6. Conocer los modelos geométricos y cinemáticas de robots manipuladores.
7. Conocer las investigaciones más relevantes en el área de la Robótica.

COMPETENCIAS GENERICAS: Modelado Matemático, Diseño, Simulación y Programación de Robots.

OBJETIVO: El alumno adquirirá los conocimientos básicos de la robótica y será capaz de diseñar, modelar, construir y programar un robot diseñado por él mismo o de acuerdo con un modelo.

No. DE SESIONES: Siete.

TIEMPO: 21 horas.

Sesión/Tema	Objetivos	Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje	Tiempo	Habilidades	Actitudes/Valores	Material didáctico	Producto y Tipo de Evaluación
1- Componentes que conforman un robot.	Comprender los conceptos básicos de la robótica de manipuladores. Identificar los	Apertura: El docente utilizará lluvia de ideas y línea de tiempo en infografía para explicar conceptos relacionados sobre robótica, tipos de robots y su evolución. Desarrollo: El docente utilizará videos e	2 horas	Mentales: Como la deducción, la intuición, el análisis, la síntesis y la observación.	<ul style="list-style-type: none"> • Tolerancia a las opiniones de otros. • Participación crítica y argumentativa. 	Laptop con cámara. Plataforma Microsoft Teams. Simuladores de Robótica: Brazo Robot y Tres Cubos.	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa conceptual. • Rutina de movimientos.

3.- Realización del proyecto

Puesta en marcha del proyecto de acuerdo con lo planificado en la fase anterior (Kilpatrick, 1918, citado en, Barriga y Hernández, 2010).

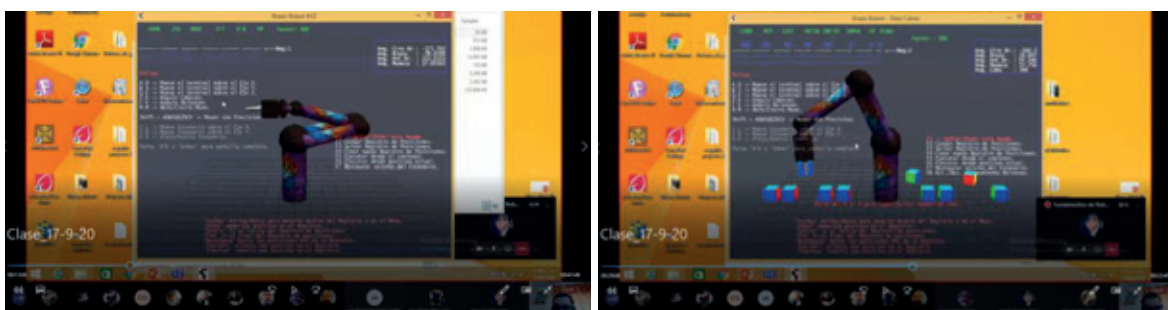
Debido a la contingencia sanitaria, tanto las clases en línea como la entrega de actividades se llevaron a cabo utilizando la plataforma Teams. Los alumnos(as) desarrollaron tres proyectos para resolver un problema o necesidad de la vida real planteada por ellos mismos.

En las clases se explicó el manejo de los simuladores de robótica, junto con la realización de ejemplos de rutinas de movimientos y comportamientos. Posteriormente, se

les solicitó a los alumnos(as), formar equipos de máximo 4 integrantes y plantear una necesidad o problemática que pudieran resolver con estos Kits de robótica antes mencionados, mediante la elaboración de proyectos que contemplen la programación de rutinas en los simuladores explicados anteriormente.

En el primer caso, por medio de la plataforma Teams, se enseñó el manejo de los simuladores de robótica: BrazoRobot XYZ y BrazoRobot DiezCubos (Proyectos Robóticos open hardware open source, 2010), de cada uno de estos se mostraron sus elementos, sus características, y se programó y ejecutó un ejemplo de una rutina de movimientos (ver Figura 2). Posteriormente, se solicitó a los alumnos(as) en equipo máximo de 4 integrantes, elaborar dos simulaciones junto con la documentación del proyecto para lo siguiente: Realizar una rutina con 15 registros en el simulador BrazoRobot XYZ y realizar otra rutina con 15 registros en el simulador BrazoRobot DiezCubos. La documentación del proyecto deberá llevar los puntos que se proporcionaron anteriormente.

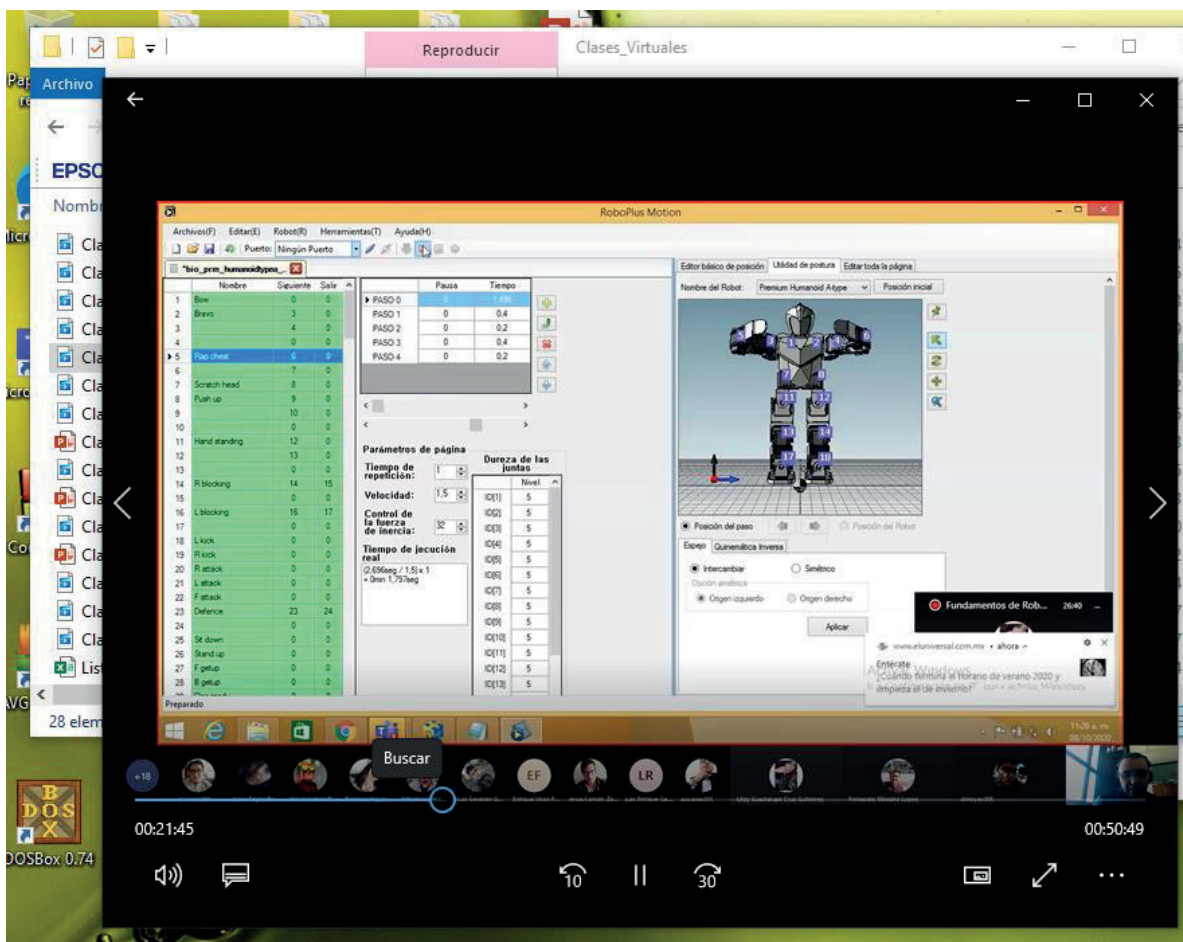
Figura 2. Programación de una rutina de movimientos en los simuladores BrazoRobot XYZ y BrazoRobot DiezCubos



En el segundo caso, por medio de la plataforma Teams, se enseñó el manejo del simulador RoboPlus Motion, se mostraron sus elementos, se programó y ejecutó un ejemplo de una rutina de movimientos para un robot humanoide (ver Figura 3). Posteriormente, se solicitó a los alumnos(as) en equipo máximo de 4 integrantes, elaborar dos simulaciones junto con la documentación del proyecto para lo siguiente: Realizar dos rutinas de movimientos para dos robots diferentes (ya sea humanoide, excavadora, dinosaurio, perro, araña, u otro de los 26 tipos posibles), que contenga como mínimo 10 páginas y que cada

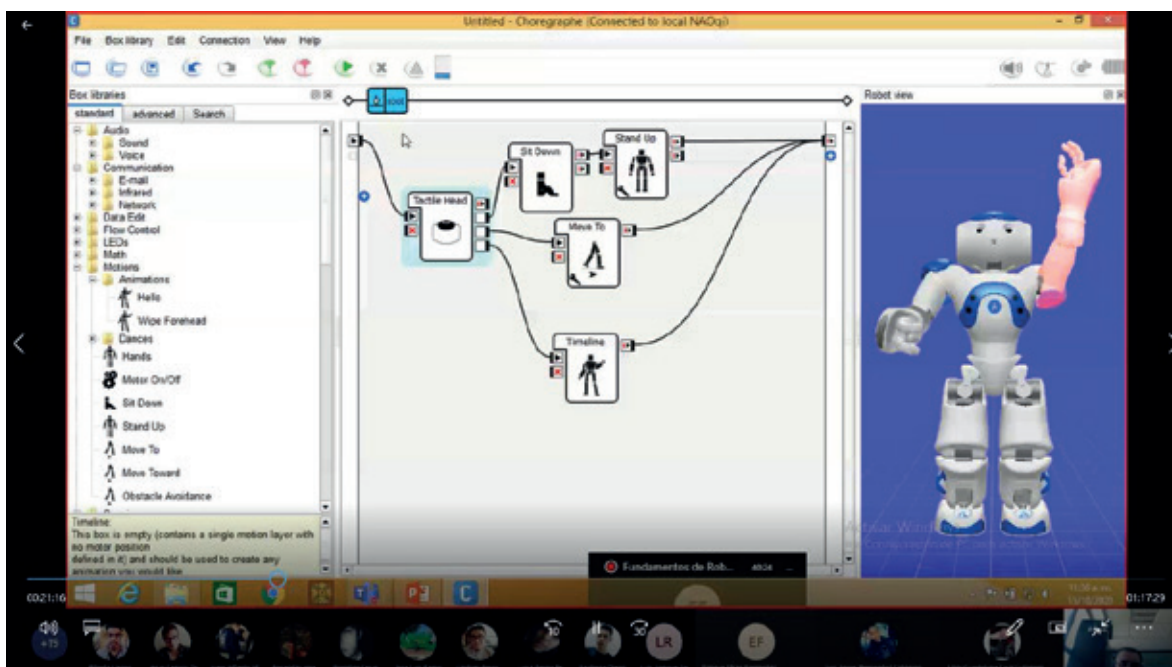
página tenga por lo menos 4 pasos. Lo anterior se debe realizar con el Software RoboPlus ver 1.0, compatible con el Robot Bioloid Premium de la marca Robotis. La documentación del proyecto deberá llevar los puntos que se proporcionaron anteriormente.

Figura 3. Programación del Robot Bioloid por medio del simulador RoboPlus Motion



En el tercer caso, por medio de la plataforma Teams, se enseñó el manejo del simulador Choregraphe, se mostraron sus elementos, se programó y ejecutó un ejemplo de una rutina de movimientos y comportamientos (ver Figura 4). Posteriormente, se solicitó a los alumnos(as) en equipo máximo de 4 integrantes, elaborar la documentación del proyecto para lo siguiente: Realizar una rutina de movimientos y comportamientos en el Software Choregraphe para el robot NAO H25, que contenga mínimo 10 bloques, y 2 bloques Timeline con 2 movimientos cada uno. La documentación del proyecto deberá llevar los puntos que se proporcionaron anteriormente.

Figura 4. Programación del Robot NAO H25 por medio del simulador Choregraphe



4.- Valoración del proyecto

Pueden realizarse algunas actividades reflexivas sobre la experiencia y derivarse algunas conclusiones (Kilpatrick, 1918, citado en, Barriga y Hernández, 2010).

Los alumnos(as) en equipo de máximo cuatro integrantes, desarrollaron los tres proyectos solicitados, junto con sus respectivas pruebas y conclusiones. Enviaron la documentación de cada uno de estos por la plataforma de colaboración Teams.

El docente evaluó mediante una lista de cotejo la documentación de cada proyecto, junto con la exposición y demostración de estos por parte de los alumnos(as), también realizó observaciones y sugerencias, todo esto por la plataforma de comunicación Teams. Finalmente, les solicito a los alumnos(as) contestar un cuestionario en formulario de Teams, sobre las TIC y el manejo de los simuladores de robótica vistos en clases en línea, correspondiente a temas de la asignatura de Fundamentos de Robótica.

RESULTADOS

Después de la enseñanza del manejo de las herramientas de robótica y de la realización de los respectivos proyectos por parte de los alumnos(as), se elaboró y aplicó un cuestionario de 10 reactivos en formulario de Teams con escala de Likert, a 33 alumnos(as) de la asignatura de Fundamentos de Robótica (ver Figura 5).

Figura 5. Respuestas del cuestionario en escala Likert



De la primera afirmación: Las TIC son una herramienta importante en mi vida personal. El 64% está totalmente de acuerdo, el 30% de acuerdo, el 3% indiferente y el 3% totalmente en desacuerdo.

De la segunda afirmación: Las TIC son una herramienta importante en mi vida escolar. El 76% está totalmente de acuerdo, el 18% de acuerdo, el 3% indiferente y el 3% totalmente en desacuerdo.

De la tercera afirmación: Las TIC son un medio que potencia las capacidades individuales para aprender y su uso mejora mi atención. El 33% está totalmente de acuerdo, el 52% de acuerdo, el 9% indiferente, el 3% en desacuerdo y el 3% totalmente en desacuerdo.

En la Tabla 1, se muestran los demás resultados de cada una de las respuestas a las afirmaciones del formulario que contestaron los alumnos(as).

Tabla 1. Tabulación de las respuestas del cuestionario en escala Likert

Respuestas Afirmaciones	1) Totalmente en desacuerdo	2) En desacuerdo	3) Indiferente	4) De acuerdo	5) Totalmente de acuerdo
Estos simuladores facilitan la enseñanza y aprendizaje de contenidos sobre la asignatura de Fundamentos de Robótica.	6.1%	0%	0%	48.5%	45.5%
El uso de estos simuladores promueve el interés y la motivación de los alumnos(as) por aprender contenidos prácticos sobre robótica.	6.1%	0%	3%	36.4%	54.5%
El uso de estos simuladores llamaron mi atención y fue fácil comprender los temas de la asignatura de Fundamentos de Robótica.	3%	3%	9.1%	30.3%	54.5%
Estos simuladores fueron fáciles de aprender a usar, para realizar programas que resuelven necesidades de la vida real, planteadas por el docente.	0%	6.1%	3%	48.5%	42.4%
Con el uso de los simuladores de robótica, desarrollaste habilidades para la resolución de problemas, y estimulación de tu	3%	3%	12.1%	54.5%	27.3%

creatividad y pensamiento lógico.					
Un simulador de robótica es un simulador que se utiliza para crear una aplicación para un robot físico sin depender de la máquina real, ahorrando costos y tiempo.	6.1%	0%	3%	27.3%	63.6%
Los simuladores vistos en clase en línea permiten emular el comportamiento de los kits de robótica educativa comerciales con un realismo increíble.	3%	6.1%	3%	45.5%	42.4%

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De los simuladores BrazoRobot XYZ, BrazoRobot DiezCubos, RoboPlus y Choregraphe (estos dos últimos se utilizan para programar los Kits de Robótica Bioloid Premium y NAO H25 que se encuentran en el Laboratorio de Electrónica del Centro Universitario), se presentan sus principales ventajas de trabajar con estos:

- Identificación de forma rápida y fácil de cada uno de los elementos de un robot.
- Adquisición de conocimientos en cuanto al funcionamiento de los robots NAO H25 y Bioloid Premium, sin la necesidad de contar con los robots de forma física.
- Programación de movimientos de forma guiada o directa.
- Programación de comportamientos de forma textual o indirecta.
- Ejecución de la rutina de movimientos y comportamientos de forma física en el robot para visualizarla en el simulador 3D o únicamente visualizarla en el simulador sin la necesidad de tener conectado el robot.
- Menos riesgos de llegar a descomponer o dañar algún componente de los Kits de Robótica.
- Aprovechar al máximo las funciones de los Kits de Robótica y alcanzar las habilidades necesarias que les permitan obtener aprendizajes situados.
- La simulación puede ser utilizada como un instrumento pedagógico para enseñar a los alumnos(as) habilidades básicas en análisis estadístico, análisis teórico, entre otras (Coss, 2005), u otras habilidades como la programación estructurada de movimientos y comportamientos para los robots humanoides Bioloid Premium y NAO H25.
- La simulación se puede utilizar para capacitación y entrenamiento de personal (Coss, 2005). Como, por ejemplo, en la programación de una rutina de movimientos y comportamientos para los robots humanoides Bioloid Premium y NAO H25.
- Con el simulador de robótica RoboPlus Motion, solo se pueden simular actuadores del robot Bioloid.
- Con el simulador de robótica Choregraphe, aparte de simular actuadores, también se pueden simular sensores del robot NAO.

- Los simuladores de robótica sirven para el diseño e implementación de prototipos, algoritmos, sistemas y aplicaciones, aportando beneficios económicos, de tiempo y seguridad.
- La utilización de la metodología de Aprendizaje Mediante Proyectos (AMP) como estrategia de enseñanza y aprendizaje.
- Los simuladores de robótica funcionan como estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Los proyectos permiten tener un contexto ideal para aprender a usar la tecnología computacional y robótica junto con los simuladores de robótica, preparando a los alumnos(as) en la adquisición de conocimientos, habilidades, destrezas, técnicas y capacidades que les permitan enfrentar con éxito en un futuro su entorno laboral.

La computación, la robótica, y las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC) se utilizan para realizar tareas que no queremos realizar porque son repetitivas, peligrosas, precisas o exactas, o que nos pueden facilitar la realización de algunas sin sustituir al ser humano.

Los alumnos(as) desarrollaron y practicaron distintos tipos de habilidades cognitivas, motoras, expositivas, comunicativas, colaborativas, creativas, resolutivas de problemas, y de pensamiento crítico y lógico, al mismo tiempo aprendieron los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de la asignatura de Fundamentos de Robótica, adquiriendo las competencias: saber, saber decir, saber hacer y saber ser.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackoff, R. L. (1962). *Scientific Method: Optimizing Applied Research Decisions*, Wiley, N.Y..
- Alive Robots (s.f.). Robot NAO. <https://bit.ly/3nVCR3B>
- Aprende en Casa III (2021). Programa Aprende en Casa de la SEP. <https://bit.ly/3rKORGh>
- Ausubel, D. et al. (2012). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Avendaño, V. (2020). *Aprender a enseñar con TIC. Estudios sobre usos de tecnología educativa en la práctica docente*. Chile: Universidad de la Serena. <https://bit.ly/344UuHh>
- Barriga, F. y Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructiva* (3 era. ed.). México: Mc Graw Hill.
- Churchman, C.W., R.L. Ackoff, and E.L. Arnoff (1957). *Intoduction to Operations Research*, Wiley, N.Y..
- Contreras, E. (2013). *El concepto de estrategia como fundamento de la planeación estratégica*. *Pensamiento & Gestión*. <https://bit.ly/3KR82XM>
- Coss, R. (2005). *Simulación: Un enfoque practico*. México: Limusa.
- Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México (2009). *PROGRAMA DE ESTUDIO POR COMPETENCIAS FUNDAMENTOS DE ROBOTICA*. <https://bit.ly/3iqxk1P>
- García, F. et al. (2005). *Simulación de Sistemas para Administración e Ingeniería*. México: CECSA.
- Luna, N. (2019). *¿Qué son las TICs?* WORLD ECONOMIC FORUM. *Entrepreneur*. <https://bit.ly/36BxAbN>
- Mintzberg, H. et al. (1998). *Safari a la estrategia. Una visita guiada por la jungla del management estratégico*. Buenos Aires, Argentina: Granica.
- Papert, S. (1994). *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre, Brasil: Artes Médicas.
- Pozo, E. G. (2005). *Técnicas para la Implementación de la Robótica en la Educación Primaria*. COMPLUBOT. <https://bit.ly/3AufMdm>

Proyectos Robóticos open hardware open source (2010). Simuladores de Brazo Robot.
<https://bit.ly/3tRTFfH>

ROBOTIS e-Manual (2022). Pagina e-Manual de los productos de la empresa Robotis.
ROBOTIS e-Manual. <https://bit.ly/3nVfzuK>

Zapotecatl, J. (2018). INTRODUCCION AL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL:
CONCEPTOS BASICOS PARA TODOS. Capítulo 6. Análisis de eficiencia de
algoritmos. <https://bit.ly/35m0Cvh>