

**DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS EN PROGRAMACIÓN POR MEDIO DEL
APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS EN LOS ESTUDIANTES DE UNA
UNIVERSIDAD PRIVADA DE LIMA.**

*DEVELOPMENT OF PROGRAMMING SKILLS THROUGH PROJECT-BASED
LEARNING IN STUDENTS OF A PRIVATE UNIVERSITY OF LIMA.*

*DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES DE PROGRAMAÇÃO ATRAVÉS DA
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS EM ESTUDANTES DE UMA
UNIVERSIDADE PRIVADA DE LIMA.*

Recibido: 18 de abril del 2024

Aceptado: 23 de abril del 2024

Aprobado: 31 de mayo del 2024

Miguel Alfredo **LÉVANO STELLA**¹

Edgar Froilán **DAMIÁN NÚÑEZ**²

Resumen

La presente investigación tiene como principal objetivo evaluar la influencia del aprendizaje basado en proyectos con la plataforma Arduino en el desarrollo de competencias en programación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Universidad Privada del Norte 2023. La metodología de la investigación estuvo enmarcada en un enfoque cuantitativo, de diseño cuasiexperimental. Para realizar el trabajo de campo se usaron los siguientes instrumentos: una encuesta, una prueba de entrada y una prueba de salida. La muestra estuvo conformada por 39 estudiantes del octavo ciclo de la carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales que llevan el

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos ORCID: 0000-0002-1162-5167 mlevanos1@unmsm.edu.pe

² Universidad Nacional Mayor de San Marcos ORCID: 0000-0001-7499-8449 edamiann@unmsm.edu.pe

curso de Robótica. La principal conclusión del estudio señala que el Aprendizaje Basado en Proyectos sí influye significativamente en el desarrollo de competencias en programación de los estudiantes del curso de Robótica de la carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales. Esta influencia se hace evidente en las etapas del diseño, implementación, test y del análisis del funcionamiento del sistema robótico.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr), Plataforma Arduino, Competencias en programación.

Abstract

The main objective of this research is to evaluate the influence of project-based learning with the Arduino platform on the development of programming skills of students of the Computer Systems Engineering degree at the Universidad Privada del Norte 2023. The research methodology was framed by a quantitative approach, with a quasi-experimental design. To carry out the field work, the following instruments were used: a survey, an pretest and posttest. The sample was made up of 39 students from the eighth cycle of the Computer Systems Engineering degree who are taking the Robotics course. The main conclusion of the study indicates that Project-Based Learning does significantly influence the development of programming skills of the students of the Robotics course of the computer systems engineering career. This influence becomes evident in the stages of design, implementation, testing and analysis of the operation of the robotic system.

Keywords: Project Based Learning (PBL), Arduino Platform, Programming skills.

Introducción

Las sociedades a nivel mundial se rigen por un constante dinamismo y permanentes transformaciones, el globalismo, los problemas sociales y los cambios acelerados de la sociedad del siglo XXI, han transportado a las instituciones educativas básicas y superiores a replantearse sobre qué se debe enseñar y cómo se tiene que hacer. Los recientes y variados enfoques

educativos se han dirigido hacia la educación basada en el desarrollo de competencias desde hace ya muchos años, específicamente a partir del año 1996 con la propuesta de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Delors et al.,1997) con los cuatro pilares de la educación: “aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser”, los mismos que han tomado muchos años para convertirse de la meramente teoría a la práctica, convirtiéndose en una realidad en las escuelas. Con el paso del tiempo y las diversas demandas de la sociedad, las instituciones educativas han tenido que ir modificando sus prácticas pedagógicas y definiendo las competencias de las diferentes disciplinas y las competencias transversales para la determinación del perfil de egreso de los estudiantes de la educación superior. Asimismo, han tenido que ir buscando e implementando estrategias que les permita mejorar el desarrollo y potenciación de dichas competencias.

En este escenario, es esencial el papel de las instituciones formadoras pues tienen la tarea primordial de potenciar el desarrollo de competencias a través de la implementación de proyectos como factor fundamental de los procesos formativos; para lo cual, no solo es necesario que los estudiantes adquieran conocimientos de disciplinas específicas, métodos o estrategias para el desarrollo de diferentes actividades, sino que es necesario que estos desplieguen y utilicen de forma adecuada, pertinente y eficaz las diferentes herramientas que nos brinda la tecnología las cuales se encuentran al alcance y disposición de todos, y que permiten la búsqueda, selección, organización y análisis de la información necesaria para la estructuración de sus actividades generadoras de conocimientos. (George y Salado , 2019).

La innovación en el ámbito educativo es fundamental para poder atender y cubrir las demandas de la sociedad del siglo XXI, pues permite que los estudiantes egresen con competencias acordes a las exigencias de la sociedad actual y del mundo laboral; por lo tanto, el desafío de las instituciones formadoras, especialmente las universidades es que implementen metodologías que les permita a los estudiantes construir sus conocimientos de manera autónoma, que les permita trabajar de forma colaborativa, comunicarse

efectivamente, gestionar la información, pensar críticamente y resolver problemas de su entorno real, en general todas las competencias genéricas. Una de esas metodologías es el caso del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr).

Respecto a lo anterior, Gleason et al. (2022) sostienen que, si bien es cierto que dentro de los roles vitales de las instituciones de educación superior es que deben formar estudiantes con las competencias demandantes en el mundo laboral y las sociedades, “también las universidades tienen un rol social, pues son responsables de apoyar en la comprensión de los problemas de la sociedad y tomar el liderazgo para poder afrontar los retos mundiales” (p. 3). Esto es, las instituciones de educación superior, además de desarrollar las competencias en las disciplinas específicas, tienen el deber de contribuir en la formación de ciudadanos que pongan en práctica los principios de la ética, que estén comprometidos en construir y mantener la paz, que defiendan y respeten los derechos humanos y los valores de la democracia, que promuevan el pensamiento crítico y la ciudadanía activa.

En este sentido, las universidades del país están en la necesidad de reestructurar sus mallas curriculares, implementar y fortalecer el desarrollo de diversos proyectos de investigación para potenciar el pensamiento crítico, la creatividad, el trabajo colaborativo y la comunicación para la obtención de nuevos conocimientos en los diferentes ámbitos de la formación de los profesionales. Al respecto, Grados (2018) manifiesta que el rol de las universidades peruanas en la formación de individuos y producción de conocimientos en base al desarrollo de proyectos de investigación es fundamental para que el país crezca económicamente. Por lo tanto, si las universidades cumplen íntegramente su papel de dotar a los estudiantes de diferentes conocimientos, habilidades, estrategias, medios y fuentes para la investigación, el desarrollo de un país no solo será en el aspecto económico, sino también en el aspecto social y político. Para lograr el desarrollo en dichos aspectos se tiene que hacer una implementación y/o mejora de diversas estrategias que les permitan a los estudiantes desarrollar y poner en práctica todos sus conocimientos, habilidades, destrezas y experiencias con el fin de solucionar problemas de su entorno.

Recalcando las ideas iniciales, sabemos que la sociedad en la que nos encontramos insertos se encuentra sumida en una constante evolución y transformación tecnológica caracterizada por el libre tránsito de la comunicación y la información, por ello las instituciones formadoras deben concebirse como ambientes de interacción donde primen el trabajo colaborativo, la participación, la comunicación efectiva, el liderazgo, la responsabilidad social, el bien común y la resolución de problemas reales; de ahí la necesidad de recurrir a metodologías de enseñanza activa dentro las aulas que potencien la capacidad de los estudiantes de construir sus propios conocimientos de manera autónoma.

De acuerdo a Tupac-Yupanqui et al. (2022) el desarrollo de las competencias en programación adquiere una trascendental relevancia en la formación profesional de los estudiantes de Ingeniería de Sistemas, dado que generan en ellos destrezas dirigidas a la resolución de problemáticas. La adquisición de estas competencias se manifiesta como un desafío inherente al proceso de enseñanza-aprendizaje, afrontado tanto por el cuerpo docente como por los estudiantes. Por lo cual es necesario asociar el desarrollo de estas competencias con nuevas estrategias educativas que contribuyan al aprendizaje de los estudiantes universitarios.

Una de estas metodologías es el ABPr que parte de la elaboración de un proyecto, conectando los saberes de las diferentes disciplinas, dando significado a las propias experiencias de los estudiantes, el desarrollo de diversas actividades de manera compartida, potenciando la motivación y el entusiasmo con el objetivo de obtener un producto final.

En la actualidad, la presencia de la disciplina robótica crece día a día en los planes de estudios de las carreras de Ingeniería, En este sentido, el desarrollo de competencias en la programación de robots cobra un gran interés. Por una parte, esta formación contribuye al desarrollo general de competencias vinculadas a la programación de sistemas automáticos. Por otro lado, proporciona una formación práctica en el desarrollo de aplicaciones robóticas que puedan surgir durante la actividad profesional (Gómez-Bravo et al., 2023).

Por tanto, resulta relevante establecer el nivel de desarrollo de las competencias adquiridas por los estudiantes cuando se incluye la programación de sistemas robóticos utilizando la metodología ABPr aunada a las TIC.

Objetivo General

- Determinar el nivel de desarrollo de las competencias en programación por medio del Aprendizaje Basado en Proyectos en los estudiantes del curso de Robótica de la carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Universidad Privada del Norte en el año 2023.

Objetivos específicos

1. Establecer el nivel de desarrollo de la competencia Diseño del sistema robótico, por medio del Aprendizaje Basado en Proyectos en los estudiantes del curso de Robótica de la carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Universidad Privada del Norte en el año 2023.

2. Identificar el nivel de desarrollo de la competencia Implementación del sistema robótico, por medio del Aprendizaje Basado en Proyectos en los estudiantes del curso de Robótica de la carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Universidad Privada del Norte en el año 2023.

3. Establecer el nivel de desarrollo de la competencia Test del sistema robótico, por medio del Aprendizaje Basado en Proyectos en los estudiantes del curso de Robótica de la carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Universidad Privada del Norte en el año 2023.

4. Identificar el nivel de desarrollo de la competencia Análisis del funcionamiento del sistema robótico, por medio del Aprendizaje Basado en Proyectos en los estudiantes del curso de Robótica de la carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Universidad Privada del Norte en el año 2023.

Aprendizaje Basado en Proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr) se remonta a principios del siglo pasado con el surgimiento de las Escuelas Progresistas en Estados Unidos, cuando John Dewey planteaba que las instituciones de educación deben ser escenarios en los que haya una constante creación de nuevas, diferentes y significativas prácticas para que los individuos se desarrollan en la sociedad según la idea primigenia de aprender haciendo; utilizando el método del problema; en el cual los estudiantes trabajan cooperativa y colaborativamente para resolver diversos problemas mediante el conocimiento multidisciplinar. De la misma manera, William Heard, citado por Lasso (2022) en el año 1918 planteó las bases del ABPr tal como es aplicado hoy en día, poniendo énfasis en el papel activo de los estudiantes y determinando que esta metodología era una de las mejores opciones para las capacidades innatas de los estudiantes, motivándolos hacia el aprendizaje.

En este sentido, es importante saber qué es exactamente el ABPr, para lo cual diversos autores lo han definido teniendo como puntos de convergencia la participación activa del estudiante. La Pontificia Universidad Católica del Perú (Cobo y Valdivia, 2018) lo define como “una metodología que es desarrollada de forma colaborativa en la que los estudiantes se enfrentan a situaciones que los conduzcan al planteamiento de propuestas ante determinadas problemáticas” (p. 5). Entendiendo que un proyecto es el conjunto de actividades relacionadas consigo mismas, con la finalidad de que se genere un producto final, este producto final puede ser un bien o puede ser un servicio. Por lo cual un estudiante puede concebir un conjunto de comprensiones que tienen la capacidad de dar soluciones en diversas situaciones problemáticas, con la finalidad de satisfacer necesidades o inquietudes a lograr a desarrollar, considerando los diferentes recursos que se encuentran disponibles así también con el tiempo.

Con el ABPr los estudiantes ponen en marcha diversas capacidades como la proyección, la organización, el trabajo en equipo y la comunicación para el logro de metas; la escucha activa a los integrantes del equipo y la emisión de sus opiniones o perspectivas; la mediación y negociación de las obligaciones y la toma de decisiones; la evaluación en conjunto de la organización y los avances

del equipo; y la propuesta de soluciones y la producción de ideas innovadoras y creativas. Al respecto Parra et al. (2016) menciona que durante el proceso de solución de problemas los estudiantes van asimilando los contenidos que se han programado y a partir de la solución, regresan sobre lo aprendido tanto acerca del contexto del problema, como de los métodos de solución.

Asimismo, Huaytalla (2021) sostiene que el ABPr es una metodología activa que vincula contenidos curriculares con problemas o retos que se basan en experiencias y prácticas de la vida real, del entorno de las instituciones educativas o sobre la vida cotidiana, que necesitan ser solucionados. Esta metodología es desarrollada teniendo en cuenta una determinada secuencia didáctica establecida en forma de proyecto y programada por los docentes; en la que los estudiantes son los actores principales que trabajan en equipos de forma activa.; y que finalizan con la exposición final de los resultados, aunque la evaluación haya sido permanente, es decir que se aplicó durante todo el proceso.

Además, Pujol (2017) menciona que un proyecto es una estrategia de aprendizaje que conlleva a los estudiantes a alcanzar objetivos a través de una secuencia y vínculos entre la acción, interacción y recursos, en el cual se concede un papel activo a los involucrados. Con el desarrollo de un proyecto, se busca conseguir una o más soluciones a un determinado problema que se ha planteado en un inicio y que está relacionado con el contexto de la vida cotidiana, como por ejemplo problemas ambientales o problemas sociales. Además, afirma que el ABPr es un método que se puede aplicar exitosamente en la enseñanza que se da de forma sistemática y permite a los estudiantes la adquisición de conocimientos y habilidades mediante el cual estos se insertan a un proceso de indagación estructurada con el fin de dar solución a un problema determinado.

Sintetizando este punto, se puede decir que el ABPr es una metodología activa en el que los estudiantes, por lo general, en equipo buscan solucionar un determinado problema o situación real través de una secuencia de pasos previamente estructurados. Las definiciones planteadas por diferentes autores se conectan principalmente en tres aspectos: la existencia de una problemática como un punto de inicio; los estudiantes como los actores centrales de los aprendizajes; y la enseñanza activa y motivadora de la investigación de los

estudiantes. Como producto el conocimiento y la competencia se consigue en la medida en que el estudiante hace investigaciones para conseguir solución a los problemas determinados.

Dimensiones del Aprendizaje Basado en Proyectos

Como se sabe, existe una vasta literatura sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos, por lo tanto, al momento de identificar las diversas etapas que se deben seguir en un proyecto también se van a encontrar diferencias. En este sentido, se tomarán en cuenta las fases propuestas por Aragay y Martínez (2020), las cuales se enumeran a continuación:

Inicio

Esta fase constituye la presentación de la propuesta a los estudiantes, para lo cual el docente o la persona encargada de mostrarlos tiene que hacerlo de manera atractiva, motivante y llamar poderosamente la atención desde el inicio y que se mantenga hasta el final. Esto se puede hacer, por ejemplo, haciendo uso de las TIC, mostrándoles un vídeo que los lleve a reflexionar y que cause impacto, en la cual también se tiene que mencionar la importancia y el impacto que puede producir el proyecto, además, se puede hacer compartiendo experiencias profesionales, mostrando investigaciones o proyectos que ya se han llevado a cabo y planteando preguntas desafiantes.

En esta etapa se tienen que explorar y hacer emerger los conocimientos que los estudiantes ya conocen sobre el tema, así como también se tienen que detectar los posibles conflictos cognitivos. Para dicho propósito, en el diseño del proyecto tiene que vislumbrarse una o más actividades que permitan explorar los conocimientos previos de los estudiantes, así como también para poder explorar sus necesidades. Además, en esta etapa, los estudiantes, conformados en equipos de trabajo, ya han interiorizado de qué se trata el proyecto, hacia dónde tienen que llegar y ya han identificado su punto de partida, por ende, es necesario hacer un análisis para identificar aquellos aspectos que se tienen que aprender para brindar respuestas a los desafíos.

Actividades iniciales de los equipos

Esta etapa engloba todas aquellas actividades que son importantes para la planificación del trabajo y la determinación de los objetivos del mismo. Esta es esencial para el reforzamiento de las ideas de planificación en la búsqueda de la información. Las actividades de organización permiten que los estudiantes entiendan la necesidad de anticipar las acciones que se deben tomar para llevar con éxito el desarrollo de las tareas complejas. Al respecto, Cobo y Valdivia (2018) agrega que “una parte esencial es la organización de los equipos y la distribución de las tareas. Si bien se recomienda que cada uno de los equipos se organicen de acuerdo a su autonomía, los docentes deben dirigir las dinámicas internas e intervenir cuando consideren que es necesario” (p. 7). También es necesario que brinde una retroalimentación continua haciendo acompañamiento a los equipos en la fecundación de ideas para poder asegurar la dirección y sustento claro de los proyectos revisando la planificación.

Implementación del proyecto

En este punto del proceso, el docente afianza el cumplimiento de las tareas y metas parciales secuencialmente por parte de los estudiantes. La planificación del proyecto debe dividirlo en una secuencia de tareas, cada una con su programación y meta.

Los estudiantes empiezan la investigación y la construcción de nuevos conocimientos, de manera autónoma buscan, seleccionan y sintetizan la información a su manera. Los docentes asumen el rol de acompañante brindando explicaciones cuando sea necesario y ayudando a sintetizar los aprendizajes. Asimismo, van adquiriendo conciencia poco a poco de lo que conoce, va conociendo y lo que le hace falta conocer, van sintetizando los nuevos conocimientos y relacionándolos con las necesidades del proyecto.

Al respecto, Cobo y Valdivia (2018) menciona que, con la finalidad de conocer y profundizar el tema del proyecto, se recomienda que los estudiantes busquen y recojan información de diversas fuentes, además, se sugiere a los docentes que brinden retroalimentación de forma constante a cada uno de los equipos haciendo uso de preguntas guía con el fin de que enfoquen de forma

adecuada sus investigaciones con los proyectos que están llevando a cabo. Los equipos actualizan continuamente la definición del proyecto bajo la supervisión del docente.

Las propuestas de solución a las problemáticas planteadas son realizadas cooperativamente a través del aprendizaje colaborativo de los integrantes de los equipos. En esta etapa, los estudiantes van realizando auto y coevaluación y van asumiendo conciencia de sus procesos y de la eficacia de sus productos o soluciones finales a medida que los proyectos van avanzando a instancias superiores.

Con los conocimientos nuevos que han adquirido, los estudiantes están preparados para materializar sus respuestas a los desafíos: la elaboración de sus productos finales. Esta etapa puede ser de corta o larga duración, va a depender de la importancia que le quieran dar al producto o presentación final y de las características del mismo. Lo ideal es que el proyecto se vaya avanzando de manera paulatina a lo largo de un tiempo determinado. El periodo de elaboración de los productos finales se debe considerar en la etapa de planificación, puesto que es un proceso que suele tomar un regular tiempo y es importante que se puedan elaborar en clases, bajo el apoyo y supervisión del docente.

Esta fase es un proceso dinámico por lo cual se requiere la repetición de estos pasos hasta lograr todas las metas, avanzando hacia la implementación del proyecto dando como resultado el producto final.

Conclusión desde la perspectiva de los estudiantes

En el desarrollo de esta fase, los diferentes equipos presentan sus productos ante un público que pueden ser compañeros, otros actores de la comunidad, inclusive se puede presentar ante entidades externas a la institución. Los estudiantes muestran sus trabajos y absuelven preguntas del público. El trabajo que llevan a cabo los estudiantes es altamente significativo en comparación a un examen o una calificación sumativa otorgada por los docentes. Las experiencias que han ido desarrollando de manera de trabajo evidencian

que los estudiantes se preocupan más por su calidad ya que lo presentarán ante un público real.

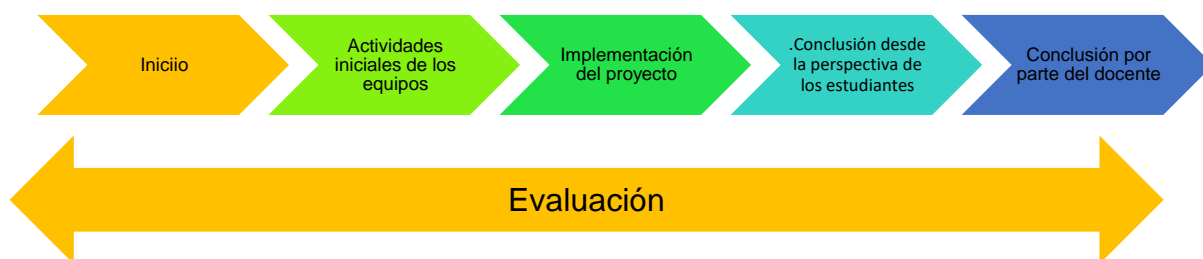
Es necesario que el estudiante realice de manera apropiada una revisión completa del trabajo, haga una evaluación consistente del proyecto y finalmente haga un cierre de dicho proyecto.

Conclusión por parte del docente

En esta fase, se facilita una discusión y evaluación general del proyecto en la clase. Al concluir dichos proyectos, reflexionan sobre los trabajos que han realizado en equipos, la calidad de los resultados, los siguientes pasos que se deben seguir y lo que se ha alcanzado en términos de conocimientos, habilidades e inclusive satisfacción por sus logros, sobre lo que funcionó bien y sobre lo que se debe optimizar para la próxima vez que lo usen en una clase.

Figura

Dimensiones del ABPr



Aprendizaje Basado en Proyectos y las Tecnologías de la Información y Comunicación

Hoy en día, la innovación en el ámbito educativo está grandemente influenciado por los avances de las TIC que se van generando en todos los ámbitos de la sociedad y en especial en la educación. Por esto, las metodologías tradicionales tienen que introducir cambios en las metodologías, que en gran medida están relacionados con los avances de la tecnología. Debido a esto la

formación y competencia digitales han dejado de tener un rol secundario para convertirse en las más importantes y de mayor crecimiento en los últimos años.

Según, Vallina y Pérez, (2020) sostienen que las competencias digitales aplicadas en el sector educativo, implican de forma certera, de forma crítica y analíticamente; las TICs para la consecución de los objetivos que están relacionados a la labor profesional, el trabajo, los aprendizajes, los pasatiempos y la búsqueda de una justicia social. Por lo tanto, para el desarrollo de un proyecto, debido a la inmensa cantidad de información que se encuentra a disposición es indispensable que los estudiantes tengan una buena alfabetización digital, el cual consiste en adquirir la capacidad de saber cuándo y por qué se necesita la información, saber cómo y dónde encontrarla, analizarla, utilizarla y comunicarla de forma ética.

En tal sentido, tal y como sostienen García-Valcárcel et al. (2014) construir y compartir son dos palabras que se han convertido en objetivos fundamentales que le dan sentido al uso e implementación de las TIC en el marco del desarrollo curricular y la formación de los estudiantes. Para ello se pueden hacer uso de diferentes estrategias para que los estudiantes puedan trabajar de manera conjunta con el fin de lograr determinados objetivos en común de los que deben tomar responsabilidad todos los integrantes del equipo.

Asimismo, el Espacio Europeo de Educación Superior citado por Vallina y Pérez (2020) reconoce al desarrollo de actividades colaborativas como una columna esencial para ser desarrollado y adaptado en la educación actual. Por ende, una metodología muy aceptada en la actualidad es el Aprendizaje Basado en Proyectos, el cual es muy importante para el desarrollo de competencias para el siglo XXI.

En este sentido, es recomendable el uso de las TIC como elemento enriquecedor del ABPr, puesto que estas brindan a los estudiantes un conjunto único de experiencias de aprendizaje. Tomar la decisión de utilizar la metodología ABPr basándose en las TIC, implica cambiar el centro de la enseñanza del docente al estudiante, convertirse en un docente orientador que crece y aprende con los estudiantes.

Con el fin de apoyar la realización de proyectos por parte de los estudiantes, estos requieren utilizar constantemente herramientas tecnológicas como *software* y *hardware* (básico y especializado), conexión a internet, equipos y *software* para presentaciones de proyectos.

El Aprendizaje Basado en Proyectos se apoya en una gran diversidad de aprendizajes, experiencias y/o saberes, debido a la enorme cantidad de conocimientos que se transmiten unos a otros, esto es especialmente posible gracias a los entornos tecnológicos. El aprendizaje de las TIC y la forma en que estas se usan, para desarrollar proyectos se debe dar de manera colaborativa entre los estudiantes. Por lo tanto, el ambiente tecnológico y la metodología ABPr constituyen un concepto integrador en la educación. Cada elemento de este es analizable en base a las contribuciones que hace para que los individuos de desempeñen de forma exitosa (Galeana, 2018).

La integración de la metodología ABPr y la Robótica da lugar a la creación de una herramienta pedagógica para la enseñanza de las ciencias. Los estudiantes se motivan a través de la construcción y programación de un sistema robótico aplicando los conocimientos adquiridos en el curso. Estos productos inicialmente se crean mediante un bosquejo mental en la etapa de diseño y posteriormente en forma física, siendo construidos con diferentes tipos de materiales y gobernados por un sistema inteligente, el resultado es conocido como prototipo.

Es en este contexto que aparece la plataforma Arduino como un soporte tecnológico ideal para la implementación de la robótica educativa, en especial al utilizar la metodología ABPr. Dicha plataforma es en sí, es un elemento muy atractivo para impulsar las ganas de aprender programación, pues es muy fácil para la combinación de componentes e interacción instantánea y perceptible por parte de quienes la usan (Arias y Pereira, 2017).

Competencias en programación

Para definir las competencias en programación es importante iniciar por definir ambos términos por separado para tener una mayor comprensión. El término competencia se ha definido en base a diferentes perspectivas, es por

eso que hoy en día encontramos una gran variedad de definiciones y es de uso muy recurrente en el ámbito de la educación y que, gracias a su gran acogida, pasó a establecerse como parte común de las de las diversas actividades individuales. En esta misma línea, el Ministerio de Educación peruano (MINEDU, 2016) lo ha definido como una facultad que posee un individuo para hacer combinaciones de entre diferentes capacidades con la finalidad de que se pueda alcanzar los objetivos de una determinada situación, siendo pertinente y éticamente viable. Esto es, una persona que actúa de forma competente es capaz de combinar todas sus capacidades que tiene a disposición, analiza y comprende las situaciones que tiene que afrontar y calcula las posibilidades que tiene para brindar soluciones, implicando que la necesidad de identificar una gama de conocimientos y habilidades que obtuvo de tal manera que se pueda aplicar a diversas situaciones, con el afán de conseguir los objetivos, posteriormente se puede tomar diferentes decisiones para actuar. Finalmente, pone en marcha lo aprendido y la consecución de los objetivos.

Por su lado, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2016) manifiesta que la competencia consiste en “la habilidad que tienen los individuos de cubrir de manera exitosa las demandas complejas, a través de la congregación de ciertos prerrequisitos psicosociales. De manera que se destacan los resultados que los individuos han conseguido a través de sus acciones o formas de comportamientos de acuerdo a las exigencias” (p. 3). Los prerrequisitos que se mencionan lo constituyen todos los conocimientos, aptitudes, experiencias, destrezas y habilidades sociales, afectivas, motoras y psicológicas que permiten a las personas el desarrollo adecuado de determinadas actividades, funciones o roles.

Asimismo, es esencial tener presente que la competencia no implica conocimientos, habilidades o actitudes de forma aislada, la movilización de estas solo es oportuna en situaciones determinadas, puesto que, pueden ser útiles para algunas y fracasar para otras situaciones. Además, para ejecutar una competencia, se requiere de diferentes operaciones de orden superior, finalmente, las competencias se van logrando en el proceso de formación

profesional, estas competencias también tienen un impacto en el nivel del trabajo.

Asimismo, Martínez y Riopérez (2019), llegan a conceptualizar a la competencia como una forma de habilidad de los individuos para ejecutar algo eficaz y eficientemente. Se entiende como aquellas formas de habilidades que sirven para situaciones de alto nivel, mediante un dinamismo de los conocimientos, conceptos, aptitudes cognitivas, habilidades y prácticas; así como formas de mecanismos de nivel sociales y conductuales, a nivel personal, tales como las actitudes al momento de afrontar un problema, las emociones en diversas formas de presión y de estrés, los valores y motivaciones para la realización de actividades.

Por otro lado, la programación es un proceso mediante el cual se escribe en un lenguaje de programación los códigos fuente de un *software*, puede contener no solo la escritura, sino el análisis, la prueba, la depuración y la conservación de los códigos programados. El fin último de la programación es la creación de programas o *softwares*, que después serán ejecutados por otros programas o directamente por el *hardware* del ordenador. Al respecto Joyanes (2020) menciona que programar o escribir un programa implica impartir un conjunto de instrucciones a una computadora o microcontrolador para su ejecución y, posteriormente, alcanzar un propósito definido. Este conjunto de instrucciones es denominado algoritmo y se implementa en un lenguaje de programación. El lenguaje de programación es una herramienta que se utiliza para la escritura de las instrucciones que tienen que seguir las computadoras. Estos ordenadores "piensan" en binario: cadenas de 1 y 0. El lenguaje de programación permite la traducción de los 1s y 0s en algo que los individuos puedan comprender y escribir.

Entonces se puede conceptualizar o definir a la competencia en programación como aquella facilidad que poseen los individuos para hacer una aglomeración de diversos conocimientos, experiencias, destrezas, aptitudes y habilidades para programar una serie de símbolos para que los ordenadores puedan descifrarlos y se conviertan en un conjunto de instrucciones. Es decir, es la capacidad que permite desarrollar competencias algorítmicas de diseño,

implementación, test y análisis de resolución de una variedad de problemas a desarrollar sobre un lenguaje de programación (Tupac-Yupanqui et al., 2022).

Tipos de programación

No existe una clasificación unánime de los tipos de programación, sin embargo, de acuerdo a la revista digital IONOS (2020) se pueden mencionar las siguientes: declarativa, imperativa, modular y estructurada.

- Programación declarativa: Este tipo de programación se caracteriza porque trabaja exclusivamente en desarrollar programas que encuadran un conjunto condiciones, afirmaciones, transformaciones, proposiciones o restricciones que explican los problemas y plantean soluciones detalladas. Las soluciones son obtenidas a través de mecanismos internos de control, sin hacer especificaciones de cómo encontrarlas. De acuerdo con IONOS (2020) en este tipo de programación, se determina de manera automática las vías de solución. Esto funciona siempre que las especificaciones del estado final se hayan definido claramente y el procedimiento de ejecución sea adecuado.
- Programación imperativa: Este tipo de programación es el más antiguo. Según IONOS (2020) en este caso, el desarrollador es el encargado de determinar de manera precisa en los códigos de fuente las indicaciones que debe seguir el ordenador para logro de los resultados. En este tipo de programación prevalece el “cómo” de las vías de solución. “Se puede encontrar, por ejemplo, en Java, Pascal o en C” (p. 3).
- Programación modular: Esta tipología de programación llega a fraccionar ciertos programas en diferentes partes, los cuales son llamados módulos o sub-programas. Estas partes llegan a ser mucho más adaptables y explícitos, lo cuales sus utilizaciones resultan ser mucho más fáciles. Las subdivisiones realizadas luego son divididas en diversos sub-problemas mucho más sencillos, y luego se continúa haciendo divisiones en otros sub-problemas de mayor simplicidad. A

todos estos procesos de fraccionamiento se le denomina análisis descendente o refinamiento continuo.

- Programación estructurada: Esta programación tiene como rol esencial la mejora de la claridad, la calidad y el tiempo de duración de un programa de computadora para desarrollarse. A su vez, tiene algunas ventajas tales como:
 - Los documentos internos de los programas son mucho mejores.
 - Los programas son de fácil comprensión.
 - El programador incrementa de manera considerable el rendimiento.
 - Existe una reducción del alto nivel de complejidad de las pruebas.

Dimensiones de las competencias en programación

Las dimensiones que se toman en cuenta en la presente investigación son las siguientes competencias:

- **Diseño del sistema robótico:** Diseña el circuito electrónico, además de especificación de librerías, con ello también se tienen que establecer los algoritmos para las funciones los cuales se verifican de manera clara en cada etapa (Pinto, 2023).
- **Implementación del sistema robótico:** Implementa el circuito electrónico y el algoritmo de solución, los cuales se pueden identificar en cada etapa. En esta sección se implementan los códigos, funciones, entre otras que permitirán el funcionamiento del robot, así como de sus componentes. Para el desarrollo de esta competencia, se sigue una secuencia organizada de actividades para armar el robot (Pinto, 2023).
- **Test del sistema robótico:** Se prueban diferentes funciones poniendo a prueba su funcionamiento o en caso de que haya algún error no previsto, en este la competencia se evidencia en las pruebas orientas al cumplimiento de los objetivos planificados del algoritmo y circuito electrónico (Pinto, 2023).
- **Análisis del funcionamiento del sistema robótico:** En el desarrollo de esta etapa se documentan los diferentes resultados en las etapas

anteriores, incluso se consideran las buenas prácticas y los errores para el desarrollo del proyecto robótico relacionadas a las competencias en programación. (Pinto, 2023)

Tipo y diseño de investigación

Una investigación la presente se clasifica como experimental, dentro de este proceso se utiliza dos grupos (Hernández y Mendoza, 2019); en primer lugar se tiene el grupo experimental, que es aquel grupo al cual se le expone al experimento y de control que es grupo que desarrolla sus actividades de forma normal, sin ser expuesto a ningún experimento; se cuenta también, con una prueba de entrada (pretest) la cual se aplica a ambos grupos, también con una prueba de salida (postest) que también es aplicada a los dos grupos también.

Prueba de hipótesis

Hipótesis estadística G.1

H0: La media poblacional del puntaje en la variable competencias en programación en el pretest en el grupo experimental es igual que la media de puntaje en la variable competencias en programación en el postest en el grupo experimental.

H G1: La media poblacional del puntaje en la variable competencias en programación en el pretest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la variable competencias en programación en el postest en el grupo experimental.

Tabla

Prueba de Wilcoxon para comparar medias en el puntaje de la variable competencias en programación del postest en el grupo experimental

	N	Media	Desviación estándar	Z	p-valor
Pretest	19	9.7	4.1	3.8	0.000
Postest	19	16.9	2.8		

Es necesario establecer un criterio de decisión que permita establecer cuál de las hipótesis estadísticas planteadas tengan pruebas de nivel fehaciente, se debe considerar el parámetro de nivel de significancia como 0.05; en el caso de que este valor sea más elevado que el coeficiente de significancia real se dice que los grupos son similares; en el caso que coeficiente de significancia real sea menor que el parámetro seleccionado entonces se dice que los grupos son diferentes y por tanto, hay algo o algún suceso que les ha afectado.

Conclusión: dado que $p\text{-valor} = 0.000 < 0.05$ entonces rechazar H_0 por lo tanto aceptar H_{G1} , es decir la media poblacional del puntaje en la variable competencias en programación en el pretest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la variable competencias en programación en el posttest en el grupo experimental.

Hipótesis estadística G.2

H₀: La media poblacional del puntaje en la variable competencias en programación en el posttest en el grupo experimental es igual que la media de puntaje en la variable competencias en programación en el posttest en el grupo control.

H G₂: La media poblacional del puntaje en la variable competencias en programación en el posttest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la variable competencias en programación en el posttest en el grupo control.

Tabla

Prueba de U de Mann Whitney para comparar medias en el puntaje de la variable competencias en programación del posttest en el grupo experimental y el grupo control

	N	Media	Desviación estándar	Z	p-valor
Experimental	19	16.9	2.8	5	0.000
Control	20	9.4	2.3		

Es necesario establecer un criterio de decisión que permita establecer cuál de las hipótesis estadísticas planteadas tengan pruebas de nivel fehaciente, se debe considerar el parámetro de nivel de significancia como 0.05; en el caso de que este valor sea más elevado que el coeficiente de significancia real se dice que los grupos son similares; en el caso que coeficiente de significancia real sea menor que el parámetro seleccionado entonces se dice que los grupos son diferentes y por tanto, hay algo o algún suceso que les ha afectado.

Conclusión: dado que $p\text{-valor} = 0.000 < 0.05$ entonces rechazar H_0 por lo tanto aceptar H_{G2} , es decir La media poblacional del puntaje en la variable competencias en programación en el pretest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la variable competencias en programación en el posttest en el grupo de control.

De las dos hipótesis se infiere que el Aprendizaje Basado en Proyectos con la plataforma Arduino influye positivamente en el desarrollo de las competencias en programación de los estudiantes del curso de Robótica de la carrera de ingeniería de sistemas computacionales de la Universidad Privada del Norte, 2023.

Hipótesis estadística 1.1

H₀: La media poblacional del puntaje en la dimensión diseño de sistemas robóticos en el pretest en el grupo experimental es igual que la media de puntaje en la dimensión diseño de sistemas robóticos en el posttest en el grupo experimental.

H_{1.1}: La media poblacional del puntaje en la dimensión diseño de sistemas robóticos en el pretest en el grupo experimental es diferente a la media de puntaje en la dimensión diseño de sistemas robóticos en el posttest en el grupo experimental.

Tabla

Prueba de Wilcoxon para comparar medias en el puntaje de la dimensión diseño de sistemas robóticos del pretest y postest en el grupo experimental

	N	Media	Desviación estándar	Z	p-valor
Pretest	19	3.4	1.3	3.4	0.001
Posttest	19	5.3	1.0		

Es necesario establecer un criterio de decisión que permita establecer cuál de las hipótesis estadísticas planteadas tengan pruebas de nivel fehaciente, se debe considerar el parámetro de nivel de significancia como 0.05; en el caso de que este valor sea más elevado que el coeficiente de significancia real se dice que los grupos son similares; en el caso que coeficiente de significancia real sea menor que el parámetro seleccionado entonces se dice que los grupos son diferentes y por tanto, hay algo o algún suceso que les ha afectado.

Conclusión: dado que $p\text{-valor} = 0.001 < 0.05$ entonces rechazar H_0 por lo tanto aceptar $H_{1.1}$, es decir La media poblacional del puntaje en la dimensión diseño de sistemas robóticos en el pretest en el grupo experimental es diferente a la media de puntaje en la dimensión diseño de sistemas robóticos en el postest en el grupo experimental.

Hipótesis estadística 1.2

H0: La media poblacional del puntaje en la dimensión diseño de sistemas robóticos en el postest en el grupo experimental es igual que la media de puntaje en la dimensión diseño de sistemas robóticos en el postest en el grupo control.

H1.2: La media poblacional del puntaje en la dimensión diseño de sistemas robóticos en el postest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la dimensión diseño de sistemas robóticos en el postest en el grupo control.

Tabla

Prueba de U de Mann Whitney para comparar medias en el puntaje de la

dimensión diseño de sistemas robóticos del postest en el grupo experimental y grupo control.

	N	Media	Desviación estándar	Z	p-valor
Experimental	19	5.3	1.0	3.82	0.000*
Control	20	4.0	.6		

Es necesario establecer un criterio de decisión que permita establecer cuál de las hipótesis estadísticas planteadas tengan pruebas de nivel fehaciente, se debe considerar el parámetro de nivel de significancia como 0.05; en el caso de que este valor sea más elevado que el coeficiente de significancia real se dice que los grupos son similares; en el caso que coeficiente de significancia real sea menor que el parámetro seleccionado entonces se dice que los grupos son diferentes y por tanto, hay algo o algún suceso que les ha afectado.

Conclusión: dado que $p\text{-valor} = 0.000 < 0.05$ entonces rechazar H_0 por lo tanto aceptar $H_{1,2}$, es decir La media poblacional del puntaje en la dimensión diseño de sistemas robóticos en el postest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la dimensión diseño de sistemas robóticos en el postest en el grupo control

De las dos hipótesis se infiere la existencia de un alto nivel de desarrollo de la competencia, diseño del sistema robótico, por medio del aprendizaje basado en proyectos.

Hipótesis estadística 2.1

H0: La media poblacional del puntaje en la dimensión Implementación del sistema robótico en el pretest en el grupo experimental es igual que la media de puntaje en la dimensión Implementación del sistema robótico en el postest en el grupo experimental

H2.1: La media poblacional del puntaje en la dimensión Implementación del sistema robótico en el pretest en el grupo experimental es diferente que la media

de puntaje en la dimensión Implementación del sistema robótico en el posttest en el grupo experimental

Tabla

Prueba de Wilcoxon para comparar medias en el puntaje dimensión Implementación del sistema robótico del pretest y posttest en el grupo experimental

	N	Media	Desviación estándar	Z	p-valor
Pretest	19	1.3	1.0	2.23	0.03
Posttest	19	1.8	0.6		

Es necesario establecer un criterio de decisión que permita establecer cuál de las hipótesis estadísticas planteadas tengan pruebas de nivel fehaciente, se debe considerar el parámetro de nivel de significancia como 0.05; en el caso de que este valor sea más elevado que el coeficiente de significancia real se dice que los grupos son similares; en el caso que coeficiente de significancia real sea menor que el parámetro seleccionado entonces se dice que los grupos son diferentes y por tanto, hay algo o algún suceso que les ha afectado.

Conclusión: dado que $p\text{-valor} = 0.03 < 0.05$ entonces rechazar H_0 por lo tanto aceptar $H_{2.1}$, es decir La media poblacional del puntaje en la dimensión Implementación del sistema robótico en el pretest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la dimensión Implementación del sistema robótico en el posttest en el grupo experimental.

Hipótesis estadística 2.2

H₀: La media poblacional del puntaje en la dimensión Implementación del sistema robótico en el posttest en el grupo experimental es igual que la media de puntaje en la dimensión Implementación del sistema robótico en el posttest en el grupo control.

H2.2: La media poblacional del puntaje en la dimensión Implementación del sistema robótico en el postest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la dimensión Implementación del sistema robótico en el postest en el grupo control.

Tabla

Prueba de U de Mann Whitney para comparar medias en el puntaje de la dimensión Implementación del sistema robótico del postest en el grupo experimental y el grupo control

	N	Media	Desviación estándar	Z	p-valor
Experimental	19	1.8	0.6	4.8	0.000
Control	20	0.2	0.6		

Es necesario establecer un criterio de decisión que permita establecer cuál de las hipótesis estadísticas planteadas tengan pruebas de nivel fehaciente, se debe considerar el parámetro de nivel de significancia como 0.05; en el caso de que este valor sea más elevado que el coeficiente de significancia real se dice que los grupos son similares; en el caso que coeficiente de significancia real sea menor que el parámetro seleccionado entonces se dice que los grupos son diferentes y por tanto, hay algo o algún suceso que les ha afectado.

Conclusión: dado que $p\text{-valor} = 0.000 < 0.05$ entonces rechazar H_0 por lo tanto aceptar H2.2, es decir La media poblacional del puntaje en la dimensión Implementación del sistema robótico en el postest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la dimensión Implementación del sistema robótico en el postest en el grupo control.

De las dos hipótesis se infiere la existencia de un alto nivel de desarrollo de la competencia, implementación del sistema robótico, por medio del aprendizaje basado en proyectos en los estudiantes del curso de Robótica.

Hipótesis estadística 3.1

H0: La media poblacional del puntaje en la dimensión test del sistema robótico en el pretest en el grupo experimental es igual que la media de puntaje en la dimensión test del sistema robótico en el posttest en el grupo experimental.

H 3.1: La media poblacional del puntaje en la dimensión test del sistema robótico en el pretest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la dimensión test del sistema robótico en el posttest en el grupo experimental.

Tabla

Prueba de Wilcoxon para comparar medias en el puntaje de la dimensión test del sistema robótico del pretest y posttest en el grupo experimental

	N	Media	Desviación estándar	Z	p-valor
Pretest	19	1.1	1.0	3	0.03
Posttest	19	2.0	0.0		

Es necesario establecer un criterio de decisión que permita establecer cuál de las hipótesis estadísticas planteadas tengan pruebas de nivel fehaciente, se debe considerar el parámetro de nivel de significancia como 0.05; en el caso de que este valor sea más elevado que el coeficiente de significancia real se dice que los grupos son similares; en el caso que coeficiente de significancia real sea menor que el parámetro seleccionado entonces se dice que los grupos son diferentes y por tanto, hay algo o algún suceso que les ha afectado.

Conclusión: dado que $p\text{-valor} = 0.03 < 0.05$ entonces rechazar H_0 por lo tanto aceptar $H_{3.1}$, es decir la media poblacional del puntaje en la dimensión test del sistema robótico en el pretest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la dimensión test del sistema robótico en el posttest en el grupo experimental.

Hipótesis estadística 3.2

H0: La media poblacional del puntaje en la dimensión test del sistema robótico en el postest en el grupo experimental es igual que la media de puntaje en la dimensión test del sistema robótico en el postest en el grupo control.

H 3.2: La media poblacional del puntaje en la dimensión test del sistema robótico en el postest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la dimensión test del sistema robótico en el postest en el grupo control.

Tabla

Prueba de U de Mann Whitney para comparar medias en el puntaje de la dimensión test del sistema robótico del postest en el grupo experimental y el grupo control

	N	Media	Desviación estándar	Z	p-valor
Experimental	19	1.8	0.6	3.76	0.003*
Control	20	0.2	0.6		

Es necesario establecer un criterio de decisión que permita establecer cuál de las hipótesis estadísticas planteadas tengan pruebas de nivel fehaciente, se debe considerar el parámetro de nivel de significancia como 0.05; en el caso de que este valor sea más elevado que el coeficiente de significancia real se dice que los grupos son similares; en el caso que coeficiente de significancia real sea menor que el parámetro seleccionado entonces se dice que los grupos son diferentes y por tanto, hay algo o algún suceso que les ha afectado.

Conclusión: dado que $p\text{-valor} = 0.003 < 0.05$ entonces rechazar H_0 por lo tanto aceptar $H_{3.2}$, es decir la media poblacional del puntaje en la dimensión test del sistema robótico en el postest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la dimensión test del sistema robótico en el postest en el grupo control.

De las dos hipótesis se infiere la existencia de un alto nivel de desarrollo de la competencia, test del sistema robótico, por medio del aprendizaje basado en proyectos en los estudiantes del curso de Rebotica.

Hipótesis estadística 4.1

H0: La media poblacional del puntaje en la dimensión análisis del funcionamiento del sistema robótico en el pretest en el grupo experimental es igual que la media de puntaje en la dimensión análisis del funcionamiento del sistema robótico en el postest en el grupo experimental.

H4.1: La media poblacional del puntaje en la dimensión análisis del funcionamiento del sistema robótico en el pretest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la dimensión análisis del funcionamiento del sistema robótico en el postest en el grupo experimental.

Tabla

Prueba de Wilcoxon para comparar medias en el puntaje de la dimensión análisis del funcionamiento del sistema robótico del pretest y postest en el grupo experimental

	N	Media	Desviación estándar	Z	p-valor
Pretest	19	4.0	1.9	3.8	0.000
Postest	19	7.8	1.8		

Es necesario establecer un criterio de decisión que permita establecer cuál de las hipótesis estadísticas planteadas tengan pruebas de nivel fehaciente, se debe considerar el parámetro de nivel de significancia como 0.05; en el caso de que este valor sea más elevado que el coeficiente de significancia real se dice que los grupos son similares; en el caso que coeficiente de significancia real sea menor que el parámetro seleccionado entonces se dice que los grupos son diferentes y por tanto, hay algo o algún suceso que les ha afectado.

Conclusión: dado que $p\text{-valor} = 0.000 < 0.05$ entonces rechazar H_0 por lo tanto aceptar $H_{4.1}$, es decir La media poblacional del puntaje en la dimensión análisis del funcionamiento del sistema robótico en el pretest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la dimensión análisis del funcionamiento del sistema robótico en el postest en el grupo experimental.

Hipótesis estadística 4.2

H0: La media poblacional del puntaje en la dimensión análisis del funcionamiento del sistema robótico en el postest en el grupo experimental es igual que la media de puntaje en la dimensión análisis del funcionamiento del sistema robótico en el postest en el grupo control.

H 4.2: La media poblacional del puntaje en la dimensión análisis del funcionamiento del sistema robótico en el postest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la dimensión análisis del funcionamiento del sistema robótico en el postest en el grupo control.

Tabla

Prueba de U de Mann Whitney para comparar medias en el puntaje de la dimensión análisis del funcionamiento del sistema robótico del postest en el grupo experimental y grupo control

	N	Media	Desviación estándar	Z	p-valor
Experimental	19	7.8	1.8	4	0.000*
Control	20	4.3	2.2		

Es necesario establecer un criterio de decisión que permita establecer cuál de las hipótesis estadísticas planteadas tengan pruebas de nivel fehaciente, se debe considerar el parámetro de nivel de significancia como 0.05; en el caso de que este valor sea más elevado que el coeficiente de significancia real se dice que los grupos son similares; en el caso que coeficiente de significancia real sea menor que el parámetro seleccionado entonces se dice que los grupos son diferentes y por tanto, hay algo o algún suceso que les ha afectado.

Conclusión: dado que $p\text{-valor} = 0.000 < 0.05$ entonces rechazar H_0 por lo tanto aceptar $H_{4.2}$, es decir La media poblacional del puntaje en la dimensión análisis del funcionamiento del sistema robótico en el postest en el grupo experimental es diferente que la media de puntaje en la dimensión análisis del funcionamiento del sistema robótico en el postest en el grupo control.

De las dos hipótesis se infiere existencia de un alto nivel de desarrollo de la competencia, análisis del funcionamiento del sistema robótico, por medio del aprendizaje basado en proyectos en los estudiantes del curso de Robótica.

Discusión de resultados

En las siguientes líneas se presentan las comparaciones de los estudios que se presentaron como antecedentes y los resultados obtenidos en este trabajo, es importante hacer una comparación en primer lugar para poder apreciar las diferencias de este nuevo aporte, además; en un segundo lugar es necesario comprobar si los resultados encontrados se alinean o se contradicen con los resultados anteriores.

Los resultados han mostrado la efectividad que el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr) para el desarrollo en competencias en programación; dicho desarrollo llega a un nivel de 16,9 una vez que finalizó el experimento; este progreso es elevado comparado con los estudiantes que no han participado del experimento de ABPr con Arduino y que tienen una media promedio de 9,4. Este incremento del promedio en un solo grupo de estudiantes solo se puede atribuir al experimento del desarrollo de proyectos; porque se ha demostrado la eficiencia.

Los resultados de las tablas se pueden traducir descriptivamente en el 68.4% de los estudiantes que han sido expuestos al ABPr presentan un nivel alto de competencias en programación al finalizar el experimento en comparación del 5.3% para un nivel alto, que obtuvieron al iniciar el experimento. Mientras que el 80% de estudiantes que no han sido sometidos al ABPr poseen un nivel medio en competencias en programación al finalizar el experimento comparado con un 85% en nivel medio al iniciarlo.

Esto indica que el ABPr con la plataforma Arduino es una herramienta eficaz para elevar el nivel de desarrollo las competencias en programación de los estudiantes.

Este resultado se alinea con los resultados del estudio de Velásquez López et al. (2022). El estudio concluye que la realización de prototipos con la plataforma Arduino fortalece las competencias en programación y electrónica de los estudiantes siendo apoyada por la metodología ABPr y otras metodologías que permiten el desarrollo de sistemas computacionales. Esta investigación resalta a la plataforma Arduino como un elemento de apoyo que permite que el proceso de enseñanza-aprendizaje por medio de la realización de un experimento, entre otras cualidades este sistema permite la accesibilidad y flexibilidad del trabajo de los estudiantes, así como docentes, de tal manera que mediante esta situación permite avanzar a los estudiantes de manera constante en diferentes ámbitos.

Al respecto podemos apoyarnos en el resultado de Lasso (2022) quien sostiene que el ABPr es una técnica didáctica que se adapta a muchas materias de las ingenierías y que fue aceptada de manera satisfactoria por los estudiantes. Una parte importante que debe ser considerada en el ABPr es la selección del proyecto, pues de él dependen dos cosas: la planificación y la motivación de los estudiantes.

Por otro lado, también se analizaron dimensiones diseño, implementación, test y análisis del funcionamiento de sistemas robóticos. Estas dimensiones fueron trabajadas una por una para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Para la primera dimensión; diseño del sistema robótico, se halló que luego de trabajar con ABPr con la plataforma Arduino mejoraron los resultados. En el grupo experimental, en el pretest 10.5% de estudiantes obtuvieron un nivel alto para esta dimensión, mientras que en el posttest aumento al 63.2% de estudiantes para un nivel alto en la dimensión diseño del sistema robótico.

Mientras que el 5% de estudiantes del grupo de control poseen un nivel alto para esta dimensión al finalizar el experimento comparado con un 10.5% al

iniciarlo. Lo que demuestra que el ABPr con plataforma Arduino influye en el diseño de sistemas robóticos.

Asimismo, se puede mencionar que para la segunda dimensión implementación del sistema robótico la aplicación del ABPr con plataforma Arduino mejora los resultados. En el grupo experimental antes de la aplicación del ABPr con plataforma Arduino se tuvo un 63.2% de estudiantes en un nivel alto mientras que en el posttest fue de 89.5 % lo que demuestra el resultado estadístico.

Como se menciona en el trabajo de Rico et al. (2018) la aplicación de proyectos tiene una implementación que impacta sobre el trabajo en el aula y especial en la formación de estudiantes de ingeniería; este trabajo presenta la eficiencia del ABPr para trabajar con los estudiantes en el entorno de proyectos y el desarrollo actividades que acopian todo para ese fin. En este desarrollo se parte desde la aplicación e implementación de una base de datos; para luego establecer un lenguaje de programación, luego, se enlaza ambos, la programación con la base de datos; luego se tiene la implementación del sistema de gestión y de sus componentes; lo cual se lleva un buen desarrollo de competencias en los estudiantes que participaron en dichos procesos, los resultados de estos procesos se condicen adecuadamente con los resultados de esta investigación.

Por otro lado, al analizar la tercera y cuarta dimensión se encuentra que la aplicación del ABPr con plataforma Arduino sí influye de manera directa en las dimensiones test, y análisis del funcionamiento del sistema robótico. Al comparar resultados de la dimensión test del sistema robótico del grupo experimental, en el pretest un 52.6% de los estudiantes se ubicaron en un nivel alto y en el posttest un 100%. Respecto al análisis del funcionamiento del sistema robótico en el grupo experimental en el pretest, el 0% de los estudiantes obtuvieron un nivel alto mientras que en el posttest los resultados fueron de 63.2%, lo que significa un nivel alto. Ambos resultados demostraron que las diferencias son estadísticamente significativas.

Debido a que los estudiantes mejoraron sus puntajes a través de la aplicación del ABPr; en el curso de robótica, se tiene el caso de la investigación

de Hostia (2018) donde se muestra que la implantación del ABPr desarrolla la capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, el uso eficaz de las técnicas y herramientas de ingeniería, lo que les permite el análisis y testeado de los proyectos de ingeniería aplicando competencias propias de los ingenieros de sistemas aunadas a la metodología de proyectos.

Estos hallazgos se alinean con el estudio de Huaytalla (2021) que concluye que el ABPr tiene efectos significativos sobre el desarrollo de competencias; cuyo desenvolvimiento está asociado al desenvolvimiento en los aspectos sobre el comportamiento a un nivel de contexto global y desarrollo económico..

De acuerdo a los resultados de la encuesta para medir la percepción de los estudiantes sobre la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos, de todas las 5 dimensiones presentadas, todas se desarrollaron de manera satisfactoria. Estos resultados se alinean con los resultados del estudio de Gagó (2021), donde se muestra una vez más la eficiencia del APBr con un desarrollo de competencias específicas; estas están ligadas al desarrollo profesional como ingeniero de sistemas, entre ellas se tiene: competencias en programación, en diseño de *software*, desarrollo de patrones entre otras.

Por todo lo expuesto anteriormente debe quedar claro que la implementación del ABPr con plataforma Arduino permite desarrollar las competencias en programación, es decir brindarles a los estudiantes herramientas que les permitan un mejor aprendizaje en el curso de Robótica.

Conclusiones

1. Se pudo concluir que el Aprendizaje Basado en Proyectos con la plataforma Arduino tienen un impacto positivamente significativo en el desarrollo de competencias en programación en estudiantes de ingeniería de sistemas de una universidad privada con sede en la ciudad capital. Se comprobó que, al inicio de la investigación, los grupos control y experimental tenían un nivel elevado de homogeneidad; sin embargo, luego del experimento ambos grupos se diferencian de manera significativa. Por lo que se puede decir, el experimento

basado en proyectos mediante la plataforma Arduino permite el desarrollo de las competencias en programación de los estudiantes del curso de Robótica.

2. Se pudo concluir que el Aprendizaje Basado en Proyectos con la plataforma Arduino tiene un impacto positivamente significativo en el desarrollo de la competencia diseño del sistema robótico en estudiantes de ingeniería de sistemas de una universidad privada con sede en la ciudad capital. Se comprobó que, al inicio de la investigación, los grupos control y experimental tenían un nivel elevado de homogeneidad; sin embargo, luego del experimento ambos grupos se diferencian de manera significativa. Por lo que se puede decir, el experimento basado en proyectos mediante la plataforma Arduino permite el desarrollo de la competencia diseño del sistema robótico de los estudiantes del curso de Robótica.

3. Se pudo concluir que el Aprendizaje Basado en Proyectos con la plataforma Arduino tienen un impacto positivamente significativo en el desarrollo de la competencia implementación del sistema robótico en estudiantes de ingeniería de sistemas de una universidad privada con sede en la ciudad capital. Se comprobó que, al inicio de la investigación, los grupos control y experimental tenían un nivel elevado de homogeneidad; sin embargo, luego del experimento ambos grupos se diferencian de manera significativa. Por lo que se puede decir, el experimento basado en proyectos mediante la plataforma Arduino permite el desarrollo de la competencia implementación del sistema robótico de los estudiantes del curso de Robótica.

4. Se pudo concluir que el ABPr con la plataforma Arduino tienen un impacto positivamente significativo en el desarrollo de la competencia test del sistema robótico en estudiantes de ingeniería de sistemas de una universidad privada con sede en la ciudad capital. Se comprobó que, al inicio de la investigación, los grupos control y experimental tenían un nivel elevado de homogeneidad; sin embargo, luego del experimento ambos grupos se diferencian de manera significativa. Por lo que se puede decir, el experimento basado en proyectos mediante la plataforma Arduino permite de la competencia test del funcionamiento del sistema robótico de los estudiantes del curso de Robótica.

5. Se pudo concluir que el Aprendizaje Basado en Proyectos con la plataforma Arduino tienen un impacto positivamente significativo en el desarrollo de la competencia análisis del funcionamiento del sistema robótico en estudiantes de ingeniería de sistemas de una universidad privada con sede en la ciudad capital. Se comprobó que, al inicio de la investigación, los grupos control y experimental tenían un nivel elevado de homogeneidad; sin embargo, luego del experimento ambos grupos se diferencian de manera significativa. Por lo que se puede decir, el experimento basado en proyectos mediante la plataforma Arduino permite el desarrollo de la competencia análisis del funcionamiento del sistema robótico de los estudiantes del curso de Robótica.

Referencias Bibliograficas

- Aragay, X., & Martínez, M. (2020). *El Aprendizaje Basado en Proyectos en PLANEA. Enfoque general de la propuesta y orientación para el diseño colaborativo de proyectos*. Buenos Aires: PLANEA.
- Arias-Méndez, E., & Pereira-Carpio, G. (2017). Enseñar Programación a niños, jóvenes y adultos usando la plataforma Arduino. *Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad (STS)-JAIIO 46*. Córdoba.
- Céspedes Camere, G. T. (2023). *Características del Aprendizaje Basado en Proyectos en la mejora de las competencias docentes*. [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/25084/CESPEDES_CAMERE_GONZALO_TADEO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cobo, G., & Valdivia, S. M. (2018). *Aprendizaje Basado en Proyectos*. Lima: PUCP.
- Corda, M. C., Coria, M. K., & Medina, M. C. (2020). Aprendizaje basado en proyectos en la enseñanza de Bibliotecología: innovaciones pedagógicas en y fuera de las aulas. *CPUE, Revista de Investigación Educativa*(30), 129-143. doi:<http://dx.doi.org/10.25009/cpue.v0i30.2685>
- De la Torre, K., & Yufra, J. (2020). *Diseño de un robot móvil recolector y compactador de botellas de plástico utilizando redes neuronales en playas*

- con arena fina. Lima, Perú: [Tesis para optar título profesional, Universidad Particular Ricardo Palma]. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3529>
- Delors, J., Mufti, I. A., Amagi, I., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, . . . Nanzhao, Z. (1997). *La educación encierra un tesoro : informe para la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo Veintiuno*. UNESCO. Obtenido de <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/1847>
- ESNECA FIC GROUP. (05 de setiembre de 2023). *¿Cuáles son las partes de un robot?* Obtenido de <https://www.esneca.lat/blog/partes-robot-caracteristicas/>
- Estalayo, A., Gordillo, S., Iglesias, A., & López, M. (2021). La historia del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). En *Iniciación al Aprendizaje Basado en proyectos: claves para su implementación* (pág. 5). Universidad de la Rioja.
- Fernández, Y. (23 de setiembre de 2022). *Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno*. Obtenido de <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>
- Fundación para la creatívación. (15 de abril de 2023). *Los beneficios de aprender por proyectos*. Obtenido de <https://www.fundaciocreativacio.org/es/blog/el-blog-creativador/los-beneficios-de-aprender-por-proyectos/>
- Gagó, Z. (2021). *Aprendizaje basado en proyectos para desarrollo de competencias específicas en estudiantes de Ingeniería de Sistemas en una Universidad de Huancayo, 2021*. [Tesis de Maestría, Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/68737>
- Galeana, L. (2018). *Aprendizaje basado en Proyectos*. México: Universidad de Colima.
- García, K. (11 de mayo de 2021). *Aplicaciones y avances de la robótica actual*. Obtenido de <https://www.bbva.ch/noticia/aplicaciones-y-avances-de-la-robotica-actual/>

- García-Valcárcel, A., Basilotta, V., & López, C. (2014). Las TIC en el aprendizaje colaborativo en el aula de Primaria y Secundaria. *Dossier*, 21(42), 65-74. doi:<http://dx.doi.org/10.3916/C42-2014-06>
- George, C. E., & Salado, L. I. (2019). Competencias investigativas con el uso de las TIC en estudiantes de doctorado. *Apertura*, 11(1), 8-21. doi:<http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v11n1.1387>
- Gleason, M., Rubio, J., Ruiz, J., & Velasquez, M. (2022). Proyectos de innovación social como estrategia para el desarrollo de competencias de estudiantes universitarios. *Revista de la educación superior* 202, 51(202), 69-88. doi:<https://doi.org/10.36857/resu.2022.202.2118>
- Gobierno de Canarias. (26 de noviembre de 2020). *ARDUINO*. Obtenido de <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/rsuagued/arduino/>
- Gómez-Bravo, F., López de Ahumada, R., & Jiménez-Naharro, R. (2023). Una propuesta docente para el desarrollo de competencias en programación de. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 20(3), 303–314. doi:doi: 10.4995/riai.2023.18756
- González, J. G. (2017). Implementación de circuitos eléctricos para facilitar el aprendizaje de sistemas algebraicos lineales. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 7(14). doi:<https://doi.org/10.23913/ride.v7i14.272>
- Grados, S. (2018). Problemática de la investigación de la universitaria en el Perú. *ODONTOLOGÍA SANMARQUINA*, 21(2), 73-74. doi:<https://doi.org/10.15381/os.v21i2.14763>
- Hernández, R., & Mendoza, C. P. (2023). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (2a. ed.). McGraw Hill.
- Hostia Luque, D. G. (2018). *Aprendizaje basado en proyectos colaborativos y competencias de los estudiantes de*. Lima, Perú: [Tesis de Maestría ,Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. Obtenido de <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/2467>
- Huaytalla, J. A. (2021). *El aprendizaje basado en proyectos en el logro de competencias de los estudiantes de primer semestre de Ingeniería*

- Mecatrónica de la Universidad Continental*. [Tesis de Maestría, Universidad Continental]. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/9775?locale=es>
- IONOS. (24 de febrero de 2020). *Programación declarativa: cuando el qué es más importante que el cómo*. Obtenido de <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/programacion-declarativa/>
- Joyanes, L. (2020). *Fundamentos de programación; algoritmo y estructura de datos*. (5ta. ed.). McGraw-Hill.
- Lasso, L. A. (2022). El ABPrj como estrategia pedagógica aplicada en un curso de programación orientada a objetos. *Educación y Humanismo*, 24(42), 21-45. doi:<https://doi.org/10.17081/eduhum.24.42.4822>
- Martínez, C., & Riopérez, N. (2019). Programa de desarrollo de competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida para estudiantes de educación superior. *Revista Interuniversitaria*, 137 - 151.
- Martínez, J. (29 de marzo de 2018). *METODOLOGÍA DE DISEÑO DE SISTEMAS ROBÓTICOS*. Obtenido de <https://jauelingeniero.wordpress.com/2013/03/29/metodologia-de-diseno-de-sistemas-roboticos>
- MINEDU. (2016). *Currículo Nacional de Educación Básica*. Lima: Minedu.
- Norato, L. (2018). *Elaboración de circuitos para la comprensión de la ley de OHM*. [Tesis de licenciatura, Universidad Rafael Landívar]. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2018/05/86/Norato-Luis.pdf>
- OCDE. (2017). *Diagnostico de la OCDE sobre la Estrategia de Competencias Destrezas y Habilidades de Mexico*. OCDE. Obtenido de <https://www.oecd.org/mexico/Diagnostico-de-la-OCDE-sobre-la-Estrategia-de-Competencias-Destrezas-y-Habilidades-de-Mexico-Resumen-Ejecutivo.pdf>
- Parra, J. E., Amariles, M. J., & Castro, C. A. (2016). Aprendizaje basado en problemas en el camino a la innovación en ingeniería. *Ingenierías*

- USBMed, 7(2), 96-103. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6007713>
- Pinto, F. (2023). *Desarrollo, construcción e Implementación de un robot humanoide IOT en Arduino-articulo*. Unidad Tecnológica de Santander. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/374845088_Desarrollo_construccion_e_Implementacion_de_un_robot_humanoide_IOT_en_Arduino-articulo
- Polaridad. (30 de octubre de 2023). *Limitaciones y desventajas de utilizar Arduino en tus proyectos*. Obtenido de <https://polaridad.es/limitaciones-y-desventajas-de-utilizar-arduino-en-tus-proyectos/>
- Pujol, F. (2017). *El aprendizaje Basado en Proyectos en el Aprendizaje por descubrimiento Guiado como estrategias didácticas en Biología y Geología de 4º de ESO*. [Tesis de maestría, Universidad Internacional de La Rioja]. Obtenido de <https://reunir.unir.net/handle/123456789/6052>
- Rico, B. A., Garay, L. I., & Ruiz, E. F. (2018). Implementación del aprendizaje basado en proyectos como herramienta en asignaturas de ingeniería aplicada. *Ride.Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 9(17), 20-57. doi:<https://doi.org/10.23913/ride.v9i17.372>
- Rodríguez, C., Breña, J. L., & Esenarro, D. (2021). *Las variables en la metodología de la investigación científica*. Editorial Científica 3Ciencias. doi:<https://doi.org/10.17993/IngyTec.2021.78>
- Sánchez, J. L. (10 de diciembre de 2021). *Fundamentos de Robotica*. Ecoe Ediciones.
- Sánchez, T. (2015). *Circuitos electrónicos problemas y ejercicios* (1a ed.). Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10012/1/Circuitos%20electr%C3%B3nicos_S%C3%A1nchez_EPN.pdf
- Sotomayor, C., Vaccaro, C., & Trellez, A. (2021). *Aprendizaje Basado en Proyectos: Un enfoque para potenciar los procesos de aprendizaje hoy*. Fundación Chile.

- Torrego, L., & Méndez, R. A. (2018). Un acercamiento al aprendizaje basado en proyectos, cien años después de “The Project Method”, de W.H.Kilpatrick. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado (REIFOP)*, 21(2), 1-12. doi:<https://doi.org/10.6018/reifop.21.2.323181>
- Tupac-Yupanqui, M., Vidal-Silva, C., Pavesi-Farriol, L., Sanchez Ortiz, A., Cardenas-Cobo, J., & Pereira, F. (2022). Exploiting Arduino Features to Develop Programming Competencies. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. doi:<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3150101>
- UNAM. (25 de setiembre de 2022). *Prácticas con Arduino y DASA*. Obtenido de <https://iaciduino.enp.unam.mx/wpArduino/index.php/manual-de-programacion-con-arduino/la-plataforma-arduino/>
- Vallina, I., & Pérez, E. (2020). El aprendizaje basado en proyectos y las tecnologías de la información y la comunicación dentro de un centro escolar. Un estudio de caso. *edmetic, Revista de Educación Mediática y TIC*, 9(2), 116-136. doi:<https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i2.12018>
- Velásquez López, G., Vargas Almeida, A., García García, A., Domínguez García, A., & Cervantes Castro, C. M. (2022). Proyectos como estrategia de fortalecimiento de las competencias de los estudiantes de los programas educativos de Ingeniería para la solución de problemas de la sociedad. Estudio de caso de la carrera de ingeniería en automatización y control in. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 2492-2511. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2395