



**UNIVERSIDAD
GERARDO BARRIOS**
Líderes en Gestión del Conocimiento



Unidad de Investigación
Centro Regional de Usulután

Portafolio de Proyectos para el Robot Humanoide Nao

Informe Técnico de Investigación

Pedro Antonio Villalta Marinero

Marvin Osmaro Parada Benítez

El Salvador, 2021



**UNIVERSIDAD
GERARDO BARRIOS**
Líderes en Gestión del Conocimiento



**Centro Regional de Usulután
Unidad de Investigación
Facultad de Ciencia y Tecnología**

Portafolio de Proyectos para el Robot Humanoide Nao

Informe de Investigación

**Pedro Antonio Villalta Marinero
Marvin Osmaro Parada Benítez**

El Salvador, 2021

Editorial Universidad Gerardo Barrios

Portafolio de Proyectos para el Robot Humanoide Nao

Pedro Antonio Villalta Marinero

Marvin Osmaro Parada Benítez

Informe Técnico de Investigación 2021

Unidad de Investigación

© Universidad Gerardo Barrios, 2021

ISBN 978-99983-57-10-5 (E-Book, pdf)

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni parcial ni totalmente, ni registrada en/o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni formato, por ningún medio, sea mecánico, fotocopiado, electrónico o cualquier otro sin el permiso previo y por escrito de la editorial.

editorial@ugb.edu.sv

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. OBJETIVOS	12
3.1 Objetivo general	12
3.2 Objetivos específicos	12
4. METODOLOGÍA	12
5. RESULTADOS	24
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	50
7. REFERENCIAS	55
8. AGRADECIMIENTOS	60
9. ANEXOS	61
Anexo 1: Composición de indicadores	61
Anexo 2: Cuestionario interés por la programación y robótica	70
Anexo 3: Cuestionario conocimientos en robótica	76
Anexo 4: Validación de instrumento con Inflesz	78
Anexo 5: Formato para validación de instrumento con método variables individuales	82
Anexo 6: Resultados de validación con método de variables individuales.	83
Anexo 7: Cuaderno de cátedra.	87
Historia	87
Países más desarrollados en robótica	91
Robots humanoides	96
Robot humanoide NAO	106
Robótica Educativa.....	111
Anexo 8: Proyectos y actividades evaluativas.	113
Introducción al robot humanoide NAO y simulador Choreographe	113
Características de NAO, proyecto hola mundo	115
Configuración de NAO, proyecto sensores	116
Movimientos de NAO, proyecto bailando.....	117
Caminando y hablando, proyecto Dev Tools	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Indicadores de la investigación.....	13
Tabla 2. Definición conceptual y operacional	13
Tabla 3. Dimensiones, áreas e indicadores	14
Tabla 4: Puntuación de la escala Flesch	18
Tabla 5: Puntuación de escala de Flesch-Szigrizt-Pazoz.....	18
Tabla 6: Puntuación de escala de Fernández Huerta	19
Tabla 7: Aplicaciones de prueba KS.....	21
Tabla 8: Análisis de fiabilidad del instrumento utilizado.	21
Tabla 9: Resumen de resultados pretest y postest.....	25
Tabla 10: Plugin de WordPress	27
Tabla 11: Temas del cuaderno de cátedra de robótica.....	29
Tabla 12: Temas y proyectos del portafolio NAO.....	29
Tabla 13: Resultados del test interés por la robótica.	36
Tabla 14: Tabla resumen de la dimensión 3. Pretest	39
Tabla 15: Tabla resumen de la dimensión 3. Postest	41
Tabla 16: Correlación bivariada entre variables dominio de programación y robótica.....	52
Tabla 17: Resumen de resultados pretest.....	53
Tabla 18: Resumen de resultados postest	54
Tabla 19: Indicador 1 acciones para cuidar el medio ambiente.....	61
Tabla 20: Indicador 2 cantidad de beneficiados.	62
Tabla 21: Indicador 3 efectividad del portafolio	64
Tabla 22: Indicador 4 cantidad de proyectos	66
Tabla 23: Indicador 5 aplicaciones del robot NAO	67
Tabla 24: Análisis de métricas instrumento de investigación.....	78
Tabla 25: Dimensión 1. Preguntas generales.....	79
Tabla 26: Dimensión 2. Conocimientos de programación	80
Tabla 27: Dimensión 3. Conocimientos de robótica.....	80
Tabla 28: Generaciones de la robótica.....	89
Tabla 29: Eventos históricos de la robótica.	90
Tabla 30: Modelos del robot humanoide REEM.	101
Tabla 31: Resumen de características técnicas del robot NAO v5 2014.	110

Tabla 32: Actividad simulador Choreographe	113
Tabla 33: Actividad del proyecto hola mundo	115
Tabla 34: Actividad del proyecto sensores	116
Tabla 35: Actividad del proyecto NAO bailando	117
Tabla 36: Actividad del proyecto Dev Tools	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escalas Inflesz y Szigriszt	19
Figura 2. Escala Fernández Huerta	20
Figura 3. Plantilla WordPress para contenidos educativos	26
Figura 4. Plantilla WordPress Educatheme	27
Figura 5. Resultados por género	30
Figura 6. Edades de los participantes.....	31
Figura 7. Dominio de programación.....	31
Figura 8. Dominio de la robótica	32
Figura 9. Recursos disponibles para el aprendizaje	32
Figura 10. Conocimiento lenguajes de programación	33
Figura 11. Dominio lenguajes de programación.....	33
Figura 12. Áreas de importancia en robótica	34
Figura 13. Razones para aprender a programar robots	34
Figura 14. Actividades de interés relacionadas con robótica.....	35
Figura 15. Áreas de aplicación de la robótica.....	35
Figura 16. Interés en proyectos de robótica	36
Figura 17. Gráfico de ítem 1	43
Figura 18. Gráfico de ítem 2	44
Figura 19. Gráfico de ítem 3	45
Figura 20. Gráfico de ítem 4	45
Figura 21. Gráfico de ítem 5	46
Figura 22. Gráfico de ítem 6	47
Figura 23. Gráfico de ítem 7	47
Figura 24. Gráfico de ítem 8	48
Figura 25. Gráfico de ítem 9	49
Figura 26. Gráfico de ítem 10	50
Figura 27. Resultados estadística descriptiva de pretest y postest.....	51
Figura 28. Países con mayor cantidad de robot por habitante	92
Figura 29. Robots producidos en china	92
Figura 30. Robots de servicios.....	93
Figura 31. Feria de robots	94

Figura 32: Producción mundial de robots	94
Figura 33. Robot ASIMO	97
Figura 34. Robot iCub	98
Figura 35. Robot TOPIO	99
Figura 36. Robot Ginoide	100
Figura 37. Robot Maggie	101
Figura 38. Robot humanoide REEM	102
Figura 39. Robot Geminoid F	102
Figura 40. Robots QRIO.....	103
Figura 41. Robot PETMAN.....	104
Figura 42. Robot Atlas	104
Figura 43. El robot HRP-4C.	106
Figura 44. Robots humanoides NAO.....	107

1. INTRODUCCIÓN

En esta investigación se aborda el tema de la enseñanza de la robótica; los robots han sido implementados en la industria de producción, pero en los últimos años se ha buscado ampliar su aplicabilidad a otras áreas; el robot tradicional definido como un brazo mecánico o de otro tipo que realiza actividades repetitivas, ha evolucionado hasta convertirse en robot humanoide (Informática++, 2012). Esto permite que puedan tener más aplicaciones para simplificar la existencia del ser humano; surgen empresas que se dedican a la fabricación de robots humanoides, pero estos robots enfocados al entorno educativo y social requieren de avanzados conocimientos de programación para obtener su máximo potencial. Una de las empresas que destaca es Aldebaran Robotics SoftBank Robotics Europe SAS (ISTEC, 2013).

En Norteamérica el robot NAO ha sido adoptado como un nuevo recurso para la enseñanza de la programación a las nuevas generaciones de estudiantes de ingeniería. Esta tendencia también es continuada por los países de América Latina, países como Brasil, México, Colombia y Perú destacan en la implementación de la enseñanza de robótica en sus programas de estudio, para las carreras de ingeniería (ISTEC, 2013).

Los creadores del robot NAO han definido que puede usarse en las siguientes áreas: uso doméstico, investigación, empresas y educación. El potencial del robot humanoide puede aprovecharse en cualquiera de estas áreas; la investigación se realizó con en el uso de NAO como herramienta educativa (Informática++, 2012). NAO es una perfecta herramienta para que estudiantes aprendan de la verdadera importancia de los robots humanoides, su funcionamiento y programación. El alcance que pueden tener estas tecnologías y su impacto en los niveles de aprendizaje es muy importante cuando se tiene un recurso que ha costado miles de dólares (AliveRobots.com, 2020).

El objetivo del proyecto fue crear un portafolio de proyectos para el robot NAO, que permita a docentes interesados en la robótica, incorporar la enseñanza de la programación de robots NAO en sus cátedras. En la fase de metodología, se aplicaron cuestionarios de diagnóstico a un grupo de estudiantes de la carrera de Ingeniería con el objetivo de conocer el grado de interés por la programación y robótica. En la fase de desarrollo, se recopilieron proyectos en las áreas de aplicación del robot NAO, esta fase tomó como base el primer estudio de campo, donde se consultó a estudiantes el nivel de interés en las áreas de aplicación del robot NAO.

Se utilizó WordPress como manejador de contenidos para creación del cuaderno de cátedra, por ser uno de los más populares en la actualidad, llegando a superar a otros manejadores de contenido como Joomla y Drupal (Martín Sánchez & Quantika14, n.d.). Es de fácil implementación y la administración de contenidos es a través de un Cpanel, que permite instalar plugings y componentes, para hacer el sitio web mucho más funcional.

En la Universidad Gerardo Barrios (UGB) existe la necesidad de un mayor aprovechamiento de los recursos, NAO es un robot muy costoso, y es la razón por la que se propone el desarrollo de un portafolio de aplicaciones que permita su uso en el ámbito académico, para lograr su mayor aprovechamiento; anteriormente ya se ha trabajado el uso del robot NAO para interacción con niños con autismo, una investigación que dejó excelentes resultados (Bermúdez Aguilar & Parada Benítez, 2017). La UGB adquirió el primer robot NAO en el 2014 y un segundo robot en 2016, pero hasta la fecha no se ha creado un portafolio de proyecto que permita tener su máximo aprovechamiento como recursos de aprendizaje.

La investigación documental acerca del uso del robot NAO en la educación, ha permitido plantearse las siguientes interrogantes principales: ¿Es posible crear un portafolio de proyectos digital que pueda ser utilizado como fuente de recursos valiosos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la programación de aplicaciones para robot NAO? Y ¿puede un portafolio digital de proyectos y aplicaciones para el robot humanoide NAO convertirse en una herramienta efectiva en el proceso de enseñanza y aprendizaje de lenguajes de programación orientados a la Robótica? Se espera lograr un 80% en la efectividad del portafolio de robótica.

Las aplicaciones del robot NAO son muchas, se han revisado fuentes bibliográficas y artículos científicos, encontrando que pueden realizarse investigaciones en los campos de: cultura (Elizabeth et al., 2017), locomoción (Rodríguez Santiago, 2018), entretenimiento (Caballeros Pamos, 2016), inteligencia artificial (Iglesias & Valladares Romero, 2016).

Con todas las funciones y características de NAO, este robot humanoide se ha convertido en una excelente herramienta de enseñanza, desde los niveles de preparatoria hasta la universidad. Permite enseñar la programación desde las rutinas más básicas hasta las más avanzadas (AliveRobots, 2020). NAO es un robot orientado a la enseñanza, con otras posibilidades de aprovechamiento en la sociedad actual donde se están experimentando muchos avances tecnológicos, tanto así que las carreras de Ingeniería deben incluir en su formación dirigida a estudiantes lo que corresponde con el desarrollo de la robótica. El uso de NAO es parte de la nueva tendencia en educación conocida como “Robótica Educativa”, con

mucho crecimiento en distintos países del mundo con el objetivo de reducir esta resistencia a la programación de robots (Vega et al., 2001).

Es por esta razón que el proyecto incluyó la creación de un Portafolio digital de robótica, con las diferentes aplicaciones del robot NAO y creación de instrumentos pedagógicos para que el proceso de enseñanza y aprendizaje sea más atractivo para el estudiante. Este proyecto consiste en la creación de un portafolio de proyectos para la enseñanza de la programación de robots NAO, no se incluyeron proyectos desarrollados en otros lenguajes de programación. Para el portafolio fue seleccionada una plantilla web enfocada en la temática de robótica educativa; el sitio web creado permitirá creación de usuarios y perfiles.

El alcance que logre el usuario con estos ejemplos dependerá de contar con un robot NAO para la realización de pruebas. Esta investigación logró inculcar en los estudiantes de los primeros ciclos de la carrera de Ingeniería, el interés por la robótica y aprendizaje de lenguajes utilizados en la programación de robots, los estudiantes tuvieron la oportunidad de conocer sobre la empresa Aldebaran Robotics, actualmente conocida como Softbank Robotics Europe con sede en Tokio, Japón (Softbank Robotics, 2020). También instalaron y realizaron sus primeros proyectos en el entorno de programación para NAO, expandiendo su conocimiento en nuevos ambientes de programación, como Choreographe (Aldebaran Software, 2020), donde se utiliza programación en Python, C++, Java y .Net, lenguajes más utilizados en la actualidad.

Otro esfuerzo realizado fue la creación de un cuaderno de cátedra desarrollado en la modalidad de sitio web educativo, como recurso bibliográfico para la enseñanza de la robótica; inicialmente el cuaderno de cátedra contiene temas como historia de la robótica, países con mayor desarrollo en robótica y otros temas relevantes. Los instrumentos de investigación fueron validados usando métricas con software Inflesz, que permite analizar la consistencia de los ítems en el cuestionario; también fue aplicado el método de validación por variables individuales que consiste en poner a disposición de expertos el instrumento para que sea evaluado. Posteriormente se creó el cuestionario en un sitio en línea llamado Questionpro para recopilar datos de pretest y posttest, donde la recopilación de los datos es más ordenada, y proporciona ventajas como generación de tablas, gráficos y exportación a otras herramientas de análisis estadístico. El servicio de Questionpro permitió el llenado de una base de datos desde cualquier dispositivo con acceso a internet durante la fase de campo, facilita exportar en formato hoja de cálculo y formato estadístico de PSPP, con la que se realizaron diferentes análisis para mejor comprensión de los resultados.

Las pruebas estadísticas aplicadas a los resultados de las encuestas fueron Kolmogorov-Smirnov (KS)¹ para una muestra que permitió determinar el tipo de análisis, las pruebas de fiabilidad permitieron que el instrumento utilizado cumpliera con los requerimientos, las pruebas de correlación bivariada y t de Student con las que fue posible analizar la correlación entre variables y comparación de resultados de pretest y postest. También con el análisis de resultados se elaboró un informe final de la investigación, incluyendo todos los hallazgos de la investigación, se utilizó para este informe la estructura IMRD (Introducción, Metodología, Resultados y Discusión).

Para el proceso de validación de resultados se tienen los siguientes elementos:

- Aprobación de los resultados alcanzados por parte de docentes que imparten asignaturas de electrónica y robótica.
- Aprobación de los resultados por parte de estudiantes que formen parte del estudio, alcanzando un porcentaje de efectividad de al menos en el 50% de las evaluaciones postest realizadas.
- Medición de los indicadores definidos para la investigación.
- Grado de aceptación y comprensión de los temas relacionados con la programación de los robots humanoides NAO, por parte de los estudiantes de las carreras de Ingeniería en Sistemas y Técnicos en Ingeniería.

2. JUSTIFICACIÓN

La tecnología avanza a pasos gigantescos, en muchas áreas; dentro de ellas, la robótica, en la cual muchas Universidades alrededor del mundo están desarrollando proyectos para beneficiar a la misma humanidad, algunos de ellos ya existen en las áreas de Educación, la Salud, la Seguridad, la Industria, entre otros, con el fin de hacer la vida del ser humano más fácil (Bermúdez Aguilar, 2017). Esta investigación, se desarrolló para profundizar en las aplicaciones del robot NAO para alcanzar su máximo potencial como recurso educativo; el portafolio de proyecto está dirigido a estudiantes y docentes de los niveles de educación media y superior, principalmente a los nuevos ingenieros que tendrán una convivencia constante con robots. En el futuro, el aprendizaje y dominio de los lenguajes de programación será

¹ Prueba Kolmogorov-Smirnov (KS), sirve para verificar si las puntuaciones que hemos obtenido de la muestra siguen o no una distribución normal.

determinante para el éxito en entornos laborales exigentes(García Ruíz, J.; Hernández López, 2015).

La iniciativa de crear la primera Aula de Robótica Pedagógica en El Salvador nace en el programa de proyectos innovadores en el año 2006 en tres centros escolares del sector público del país; en el año 2008 el programa Alianza por la Educación de Microsoft que se suma al esfuerzo y financia cuatro centros escolares más con el objetivo de ofrecer a la población salvadoreña una oportunidad de educación para la vida, brindándole las competencias necesarias a los estudiantes para mejorar su calidad de vida utilizando herramientas tecnológicas innovadoras y nuevas metodologías dentro del proceso de enseñanza aprendizaje. Los resultados obtenidos en esa oportunidad llevaron a crear un currículo estructurado para la ejecución de un programa de Robótica Educativa y un programa de formación de maestros especializados en la enseñanza de la Robótica (Fernández Cofre et al., 2015).

Sin embargo, al finalizar los estudios de educación media, los estudiantes ingresan a las universidades en las carreras de tecnología, donde los contenidos son diversos, como por ejemplo para el desarrollo de la programación, bases de datos, redes de computadoras y soporte técnico, pero no se refuerzan áreas como la robótica, que a pesar de ser una ciencia relativamente nueva, está demostrando ser un importante motor para el avance tecnológico en casi todas las áreas (industria de manufactura, ciencia, medicina, industria espacial, etc.), y esto le genera grandes expectativas para un tiempo no muy lejano (Vega et al., 2013). El uso de la robótica como herramienta de aprendizaje, más conocido como Robótica Educativa (RE), puede describirse como un proceso sistemático y organizado que contribuye al desarrollo de la creatividad y el pensamiento, en el que intervienen elementos tecnológicos interrelacionados (plataforma robótica y software de programación) como herramientas mediadoras, cuyo objetivo final es que los alumnos logren desarrollar competencias con diferentes enfoques (Bermúdez Aguilar, 2015).

La investigación tuvo como resultado un portafolio digital de contenidos para el uso y programación del robot NAO orientado a los planes de estudio de las materias de robótica y electrónica, en instituciones educativas de nivel medio y superior. Investigaciones previas en el área de robótica, realizadas por investigadores de la UGB, no habían considerado la creación de recursos para la enseñanza de la robótica, es hasta el año 2020 que se están desarrollando proyectos para esta finalidad, similar al desarrollo del portafolio digital de robótica, otras investigaciones se enfocan en crear kits de robótica (Bermúdez Aguilar, 2020).

Con el desarrollo del portafolio digital de robótica se contribuye con la comunidad educativa, proporcionando un recurso valioso para el docente y estudiantes, es un material vigente, al estar en línea el material puede estar disponible a nivel global, el uso de manejador de contenidos Wordpress permite los contenidos puedan ser actualizados fácilmente y presentarse con un diseño innovador. Los temas incluidos cuentan con sus respectivas referencias bibliográficas para que lectores puedan ampliar más sus conocimientos.

Entre algunas aplicaciones del portafolio de proyectos desarrollado durante la investigación están: herramienta pedagógica para la enseñanza de la robótica, guía didáctica orientada al autoaprendizaje de la robótica, principalmente potenciando el uso y aplicabilidad del robot NAO, el portafolio de proyectos contribuye con la actualización de contenidos de las materias de robótica, el informe de la investigación tendrá una aplicación académica siendo material que puede ser utilizado en el estado del arte de futuras investigaciones y por estudiantes de diferentes niveles educativos.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Elaborar un portafolio digital de robótica, para conocer el uso y aplicaciones del robot humanoide NAO como herramienta de enseñanza y aprendizaje de lenguajes de programación utilizados en robótica.

3.2 Objetivos específicos

- Describir el funcionamiento del robot humanoide NAO y sus aplicaciones en la enseñanza de la robótica.
- Desarrollar proyectos sobre las aplicaciones del robot NAO para ser utilizados en asignaturas de la carrera de ingeniería.
- Diagnosticar el nivel de aceptación y dominio de la robótica, por parte de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas y Redes y Técnicos en Ingeniería.

4. METODOLOGÍA

El tipo de investigación fue aplicada y estuvo incluida en área científica de ingeniería y tecnología. El objetivo principal fue la creación de un portafolio digital de robótica con recursos para la enseñanza de la programación del robot NAO, aplicables en el entorno educativo. En cuanto a objetivos socioeconómicos, esta investigación se realizó considerando los objetivos del desarrollo sostenible (ODS), en especial el objetivo número 4 “educación de calidad”.

El enfoque de la investigación es mixto: Se realizó un instrumento de investigación dirigido a la muestra en estudio del sistema educativo superior, estudiantes universitarios de la carreras de Ingeniería en Sistemas y Redes activos durante ciclo académico II-2020, seleccionados por conveniencia. El estudio no se limita a variables e indicadores cuantitativos, la fase de análisis permite obtener conclusiones y recomendaciones de tipo cualitativo, para la creación de un cuaderno de cátedra con los contenidos de programación y robótica que podrá ser utilizado como recurso de enseñanza.

Para el desarrollo del proyecto se han definido los siguientes indicadores clave.

Tabla 1: Indicadores de la investigación

No.	Indicador Clave
1	Cantidad de Acciones de concientización realizadas para contribuir en el cuidado del medio ambiente.
2	Cantidad de estudiantes y docentes beneficiados con el proyecto.
3	Efectividad del portafolio de proyectos en la enseñanza de la programación de robots NAO.
4	Cantidad de proyectos incluidos en el portafolio
5	Cantidad de páginas web Cantidad de editores de contenido (estudiantes, docentes o administradores de la plataforma).

Fuente: Autoría propia.

Para una mejor comprensión de estos indicadores, se realizó el análisis de composición, detallando para cada uno los siguientes elementos: nombre, definición, interpretación, fórmula, unidad, periodicidad, glosario, fuentes de información y desagregación. [Anexo 1](#)

Partiendo del planteamiento del problema: “¿Puede un portafolio digital de proyectos y aplicaciones para el robot humanoide NAO convertirse en una herramienta efectiva en el proceso de enseñanza y aprendizaje de lenguajes de programación orientados a la robótica?”, se creó la operacionalización de variables, definiendo la variable independiente como “desarrollo de un portafolio de proyectos para el robot humanoide NAO” y variable dependiente el “proceso de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de programación orientado a la robótica”.

Tabla 2. Definición conceptual y operacional

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional
Desarrollo de un portafolio de proyectos para el robot humanoide NAO	Un portafolio de proyectos de software es un conjunto de programas de código fuente, creados con lenguajes de programación que para el caso del robot humanoide NAO, pueden ser Phyton y C++, Java o .Net, en entorno de programación conocido como Choreographe.	El propósito de un portafolio de proyectos de programación es proporcionar las bases para el desarrollo de proyectos propios; basándose en los ejemplos proporcionados, los estudiantes aprenderán con ejemplos, para crear después sus propios proyectos enfocados en proporcionar soluciones innovadoras en las áreas de aplicación del robot NAO, que pueden ser salud, educación y entretenimiento.
Proceso de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de programación orientado a la robótica	El portafolio de proyectos formado por aplicaciones prácticas en las áreas de investigación, educación, salud y entretenimiento, facilitando el proceso de enseñanza y aprendizaje de los docentes y estudiantes.	El proceso de enseñanza y aprendizaje de aplicaciones para el robot humanoide NAO, requiere de contar con los recursos para la programación y prueba de los resultados. Entre los recursos requeridos están los lenguajes de programación, plataformas de desarrollo y equipo informático, incluyendo también el robot NAO.

Fuente: Autoría propia.

Tabla 3. Dimensiones, áreas e indicadores

Variable	Áreas	Indicadores
Desarrollo de un portafolio de proyectos para el robot	Educación, Salud, Investigación,	- Cantidad de proyectos revisados por área (Educación, Salud, Investigación y Medio Ambiente, Entretenimiento)

humanoide (Cuaderno de cátedra)	NAO	Entretenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de proyectos desarrollados por área (Educación, Salud, Investigación y Medio Ambiente, Entretenimiento). - Acciones de protección del medio ambiente. - Beneficios de los robots.
		Contenido	<ul style="list-style-type: none"> - Categorías principales. - Categorías secundarias. - Temas publicados. - Vídeos publicados - Palabras clave - Funcionamiento del robot NAO. - Características del robot NAO.
		Optimización SEO	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de carga - Palabras clave - Page Rank - Herramientas de análisis utilizadas
		Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> - Framework de desarrollo - Lenguajes de programación - Líneas de código totales - Líneas de código por proyecto - Pruebas de testing realizadas - Bases de datos utilizadas - Cantidad de tablas - Tipos de usuario - Cantidad de desarrolladores - Horas dedicadas al proyecto
		Hosting y dominio web	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de almacenamiento - Precio - Características - Nombre de dominio - Plataforma - Soporte de navegadores

		<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de bases de datos disponibles - Cantidad de usuarios administradores - Tipo de hosting
Proceso de enseñanza y aprendizaje	Estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> - Estudiantes beneficiados - Asignatura - Ciclo - Carrera - Edad - Sexo - Nivel de conocimientos de robótica - Conocimiento de los beneficios de los robots. - Conocimiento del robot NAO - Nivel de aceptación de la programación. - Nivel de aceptación de la robótica. - Interés por la programación de robots. - Lenguajes de programación que conoce. - Lenguajes de programación que ha utilizado. - Porcentaje de mejora en conocimientos de robótica - Recursos disponibles - Asistencia a sesiones virtuales - Tiempo que dedica a programar.
	Docentes	<ul style="list-style-type: none"> - Docentes beneficiados - Especialidad - Asignaturas que imparte - Lenguajes de programación que domina. - Nivel de dominio de la robótica

Fuente: Autoría propia.

La muestra ha sido seleccionada pensando en aplicar la prueba t de Student para muestras emparejadas, a dos colas para una población total de 2269 estudiantes en centro regional de Usulután, y 377 estudiantes de la Facultad de Ciencia y Tecnología. Se determinó que se necesitan de 54 estudiantes, con un tamaño de efecto de 0.5 y potencia estadística de 0.95.

Para determinar la muestra del estudio, se utilizó el método no probabilístico por conveniencia; en este tipo de método, el investigador seleccionó directa e intencionadamente los individuos de la población. El caso más frecuente de este procedimiento es utilizar como muestra los individuos a los que se tiene fácil acceso, por ejemplo, los profesores de universidad emplean con mucha frecuencia a sus propios alumnos. Los sujetos son accesibles a ser incluidos en el estudio, lo cual favorece en general para todas las actividades que el investigador desee realizar (Otzen & Manterola, 2017).

En la fase del análisis, se buscó comprender el conjunto de indicadores definidos para el estudio y demostrar que el uso de proyectos de robótica, en este caso usando el robot humanoide NAO, puede llegar a establecer diferencias significativas en los estudiantes al asimilar los contenidos de las asignaturas del área de desarrollo de software, robótica, domótica y electrónica. Esto se aplicó a un grupo de estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas y Redes, a través de un pretest y postest durante ciclo II 2020. [Anexo 2](#) y [Anexo 3](#)

Para la realización de esta investigación se utilizaron las siguientes técnicas:

Por la naturaleza de la investigación, que consiste en un proceso de enseñanza y aprendizaje, se aplicó la investigación participante, porque los docentes investigadores formaron parte del proceso de enseñanza. Observando el desempeño de los estudiantes y avance del aprendizaje obtenido.

Observación de campo y de laboratorio: La observación de campo es el recurso principal de la observación descriptiva; se realiza en los lugares donde ocurren los hechos o fenómenos investigados. La investigación educativa recurre a esta modalidad (Puente, n.d.). En la investigación se utilizó la revisión de las prácticas, en este caso de robótica y electrónica, también se dio seguimiento al desarrollo de proyectos en entornos virtuales específicos para el robot NAO.

La Encuesta: Para la aplicación de esta técnica se hizo uso del cuestionario, en dos etapas: diagnóstico inicial que permitió obtener el nivel de conocimiento y dominio de la robótica, lenguajes de programación y conocimiento del robot NAO, posteriormente se volvió a aplicar para realizar las comparaciones en el desempeño.

La prueba o test. En la investigación se hizo uso de esta técnica como evaluación diagnóstica y sumativa durante el desarrollo de las clases y prácticas. Estas pruebas se realizaron en la forma de pretest y postest, considerando las dimensiones interés por la robótica, y medición del nivel de conocimiento adquirido.

En las diferentes fases del desarrollo de la investigación se hizo uso de los siguientes instrumentos:

Cuestionario personal: ya que se incluyó la identidad del encuestado por medio del código de estudiante. El cuál se usó para obtener la información necesaria que determine el nivel interés por la programación y robótica, y otro para diagnosticar el nivel de conocimientos de robótica. [Anexo 2](#) y [Anexo 3](#).

Para la validación de cuestionarios se utilizaron dos métodos: análisis de métricas de instrumentos usando Inflesz y método de variables individuales. El primer método llamado “Inflesz” a su vez, proporciona el análisis de ítems con tres escalas de validación: escala Flesch de facilidad lectora, escala de Flesch-Szigriszt-Pazos y escala de Fernández Huerta. Estas escalas permiten validar la redacción de un instrumento y sobre todo la validación por variables individuales permite tener la aprobación de especialistas externos al desarrollo de la investigación.

Escala 1 (Flesch de facilidad lectora): En este caso la interpretación se basa en una tabla donde a medida el puntaje es mayor (más cercano a 100 puntos), la lectura del documento es más fácil para la población.

Tabla 4: Puntuación de la escala Flesch

Puntuación	Nivel	Tipo de publicación	Silabas	Palabras
0-30	Muy difícil	Científico	192	29
30-50	Difícil	Académico	167	25
50-60	Bastante difícil	Selecto	155	21
60-70	Estándar, normal	Resúmenes	147	17
70-80	Bastante fácil	Superficial	139	14
80-90	Fácil	Comics	123	8

Fuente: (Coreas Flores, 2019)

Escala 2 (Flesch-Szigriszt-Pazos): Esta escala se concentra en la misma lógica de la escala anterior, donde el puntaje más alto denota mayor facilidad en la lectura del documento.

Tabla 5: Puntuación de escala de Flesch-Szigrizt-Pazoz

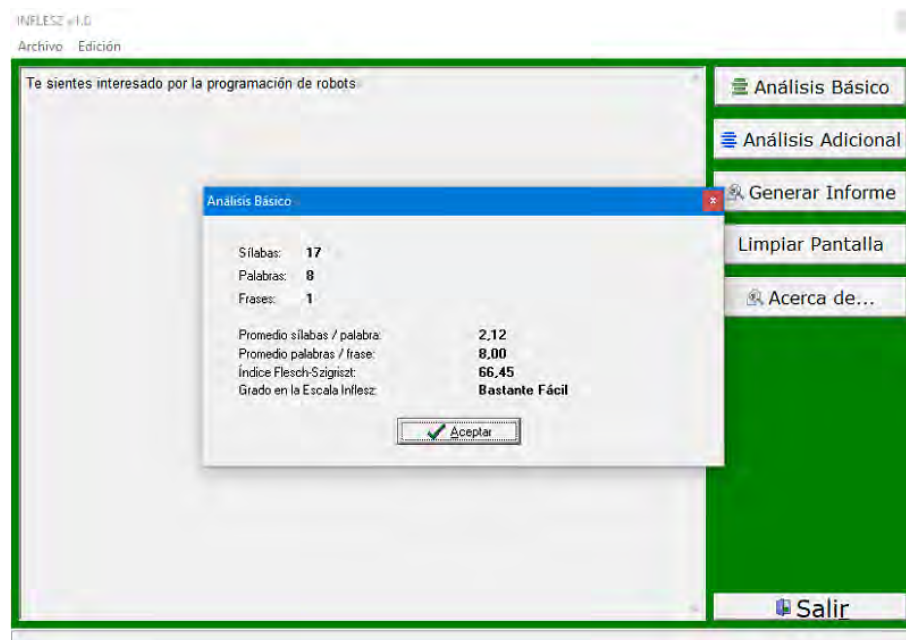
Puntuación	Nivel de dificultad	Palabras	Silabas	Categoría
0-30	Muy difícil	29	261	Profesional
30-50	Difícil	23	230	Universitario
50-60	Bastante difícil	21	210	Media

60-70	Medio	18	199	Básica 7, 8 9 grado
70-80	Bastante fácil	14	189	6 grado
80-90	Fácil	11	178	5 grado
90-100	Muy fácil	8	166	4 grado

Fuente: (Coreas Flores, 2019)

Figura 1

Escalas Inflesz y Szigriszt



Nota. Demostración de análisis con escalas Inflesz y Szigriszt.

Escala 3 (Fernández Huerta): Similar al enfoque Flesz por tanto a medida que el puntaje es mayor (más cercano a 100), significa que la comprensión del documento es más fácil para la población encuestada. En la tabla no se considera la cantidad de sílabas y palabras.

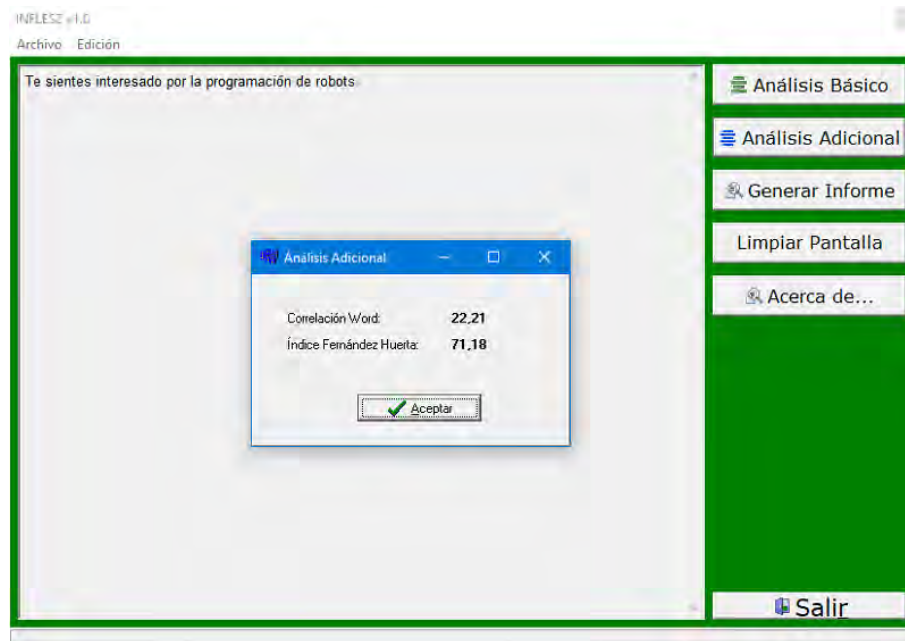
Tabla 6: Puntuación de escala de Fernández Huerta

Puntuación	Grado de dificultad	Nivel
0-30	Muy difícil	Profesional
30-50	Difícil	Universitario
50-60	Moderadamente difícil	Educación media
60-70	Normal	Educación básica 8 9 grado
70-80	Moderadamente fácil	7 grado
80-90	Fácil	6 grado
90-100	Muy fácil	5 grado

Fuente: (Coreas Flores, 2019)

Figura 2

Escala Fernández Huerta.



Nota: Demostración de análisis con escala Fernández Huerta.

Los instrumentos fueron aplicados a una población de estudiantes universitarios, por lo que los puntajes aceptados para la validación del cuestionario fueron en el rango 50 a 100 puntos, se buscó en todo caso obtener valores de puntaje superiores a 70 puntos, sin embargo, los valores aceptables pueden ser desde de 50 puntos, ya que es un rango de dificultad aceptable para el tipo de individuos que son encuestados. [Anexo 4](#)

El segundo método llamado “variables individuales” consistió en solicitar a expertos que den una valoración de los ítems del instrumento (Corral, 2009). Aplicando este método se procedió de la siguiente manera:

- Selección de al menos tres expertos que realizaron la validación de forma anónima.
- Proporcionar a los expertos toda la información del instrumento, como por ejemplo el objetivo, público objetivo y operacionalización de variables.
- Proporcionar a cada experto el instrumento que se solicita validar.
- Proporcionar el formato de instrumento de evaluación. [Anexo 5](#)
- Recopilar las evaluaciones realizadas por los expertos. [Anexo 6](#)

Continuando con la validación de resultados, como parte de la metodología de validación, se aplicaron dos pruebas estadísticas conocidas como Prueba KS para una muestra y Alfa de Cron Bach.

Prueba KS-para una muestra

Este análisis permitió determinar si se aplican análisis estadísticos paramétricos o no paramétricos, se aplicó con una muestra de ocho ítems determinando el siguiente resultado.

Tabla 7: Aplicaciones de prueba KS.

Prueba KS para una muestra		Q1	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q13	Q18
Parámetros Normal	Media	1.25	1.29	1.00	3.39	3.02	2.68	1.39	2.03
	Desviación Estándar	.44	.49	.00	1.94	.86	1.18	.49	1.00
	Absoluto	.46	.45	.	.32	.31	.17	.40	.34
Diferencias Más Extremas	Positivo	.46	.45	.	.32	.27	.16	.40	.32
	Negativo	-.28	-.28	1.80E+308	-.24	-.31	-.17	-.28	-.34
Z de Kolmogorov-Smirnov		3.57	3.45	-Infinity	2.48	2.35	1.28	3.04	2.62
Sig. Asint. (2-colas)		.000	.000	1.000	.000	.000	.059	.000	.000

Fuente: Autoría propia.

Si el resultado para Sig. Asint. (2-colas) es menor o igual a 0.05, se rechaza la hipótesis nula que dice que la muestra provienen de una población normal, y se concluye que no se aplican pruebas paramétricas, para continuar con el análisis estadístico, en los resultados de la Prueba KS para una muestra realizada en software estadístico PSPP, se obtuvo que solo a las variables Q4 y Q7 podía aplicarse pruebas paramétricas, porque su valor es 1.0 y 0.059. Las otras variables están por debajo de 0.05, por lo tanto, se analizaron con pruebas no paramétricas.

Alfa de Cron Bach

Análisis de fiabilidad con prueba alfa de Cron Bach, para determinar qué tan confiable es el instrumento utilizado, si se borra o no alguno de su ítem.

Tabla 8: Análisis de fiabilidad del instrumento utilizado.

Ítem	Escalar la mediana si se borra el elemento	Escalar la varianza si se borra el elemento	Correlación total-ítem corregida	Alfa de Cron Bach si se borra el elemento
Q1 - ¿Cuál es tu género?	15.80	9.61	.15	.27
Q2 - ¿Tú eres?	16.05	10.22	NaN	.30
Q3 - Rango de edad	15.76	8.80	.40	.19
Q4 - ¿Cuál es la carrera que estudias o área de	16.05	10.22	NaN	.30

especialización?				
Q5 - ¿En cuál ciclo de la carrera te encuentras?	13.66	4.75	.20	.22
Q6 - ¿Cuál consideras que es tu nivel de dominio de la programación?	14.03	8.34	.23	.21
Q7 - ¿Cuál consideras que es tu nivel de dominio de la robótica?	14.37	7.86	.15	.24
Q13 - ¿Has estado antes en alguna clase o curso de programación o robótica?	15.66	10.54	-.17	.35
Q18 - ¿Te interesa participar en el desarrollo de un portafolio de proyectos para NAO?	15.02	8.78	0.08	0.29

Fuente: Autoría propia.

En el análisis de fiabilidad, se determinó que, para una muestra de nueve ítems del instrumento, el resultado obtenido en la prueba alfa de Cron Bach es de 0.29 y cambia con valor mínimo de 0.19 hasta un máximo de 0.35 si se elimina alguno de los elementos.

Como parte de la metodología, en el proceso de desarrollo de la investigación se utilizó recursos de software con las siguientes características:

- Choreographe: La empresa Softbank Robotics tiene como principal herramienta el programa Coreographe, desarrollado para trabajar específicamente con los robots Nao y Pepper. Este software ofrece una interfaz visual con bloques que se van arrastrando y uniendo para formar el diagrama de flujo de ejecución del programa (Hurtado, 2018).
- NAOqi: Es el nombre del software principal que se ejecuta en el robot NAO y lo controla (SoftBank Robotics, 2017).
- Lenguaje Python: Lenguaje de programación orientado a objetos utilizado como código fuente para los proyectos de software creados para el robot NAO, permite su integración con otros entornos de desarrollo, como en este caso Choreographe de Aldebaran Robotics.
- Lenguaje C++: Lenguaje de programación orientado a objetos más estandarizado en el mundo de la robótica.

- Questionpro: Es un servicio de encuestas en línea que permite crear cuestionarios, con la ventaja de que permite realizar el llenado desde cualquier dispositivo tecnológico. Además de proporcionar ventajas como la generación de resultados en forma tabular o gráfica. Los datos pueden exportarse a hojas de Excel o software estadístico como PSPP.
- INFLESZ: Este software permite realizar análisis de métricas de instrumentos de investigación.
- GPower: Software estadístico utilizado para aplicar el análisis de las muestras, permite determinar muestras en base a diferentes parámetros, muy útil en el proceso de investigación.
- WordPress: Para el diseño del sitio web se utilizó WordPress como gestor de contenidos, debido a su facilidad de uso y una gran disponibilidad de plugin.
- Xampp: Se ha utilizado Xampp como servidor web, este paquete de software se instala en la computadora en el directorio raíz del disco duro en una carpeta llamada “Xampp”, en su estructura de directorios incluye la carpeta para alojar archivos llamada “htdocs”. En el caso de funcionar en un dominio web (hosting), la carpeta del proyecto es subida en la sección “public” del servidor web.
- Bitácora de actividades: Para llevar un control digital del avance del proyecto.

También se usaron herramientas de hardware: Smartphone, computadora de escritorio, laptop, dispositivos de almacenamiento y robot humanoide NAO. El robot fue utilizado en prácticas con estudiantes, también se utilizó para realizar pruebas de código y rutinas de movimientos.

Con el objetivo de conocer las diferentes aplicaciones del robot NAO, se seleccionaron fuentes de referencia que consisten en investigaciones previas enfocadas en explotar las capacidades de estos robots. La primera investigación realizada en la UGB en el área de robótica se inició en el año 2015, con el propósito de determinar si la enseñanza de la robótica educativa permitiría desarrollar competencias en otras áreas como Matemáticas, Física, Electrónica e Informática para los estudiantes de Educación Media (Bermúdez Aguilar, 2015). Entre los resultados obtenidos en esta investigación fue que los estudiantes encontraron como una nueva forma de aprender los ejercicios de robótica desarrollados, y en el proceso de crear robots aplican los conocimientos obtenidos en las otras áreas de Física, Matemática y Electrónica.

En otra investigación titulada “Actitudes de alumnos de posgrado hacia la estadística aplicada a la investigación”, se utiliza la metodología de pretest y postes, para calcular las

medias para las cuatro escalas definidas para el instrumento de investigación. Se aplicó la prueba t Student para datos emparejados con el objetivo de comprobar la hipótesis si hubo cambios significativos en los resultados de postest con respecto a resultados del pretest (Escalante Gómez, 2010).

Durante el desarrollo de la investigación se presentaron problemas como los siguientes:

- Se propone el desarrollo del portafolio digital con disponibilidad en un hosting de pago, una limitación en su funcionamiento sería usar servicios de hosting gratuito como googlesite, WordPress o blogspot para su alojamiento.
- Para el desarrollo del proyecto se contó con recurso humano limitado, dos investigadores, de los cuales solo el docente principal dedicado al 80% de horas semanales y el investigador asociado dedicando un 40%.
- Para el desarrollo del proyecto solo se contó con dos robots NAO en los que se realizaron las pruebas de aplicaciones. Aunque se cuenta con estos recursos, no fue posible realizar prácticas de laboratorio, ya que, de marzo a diciembre de 2020, las actividades presenciales estuvieron suspendidas por la pandemia de COVID-19. Los contenidos fueron impartidos en la modalidad virtual por medio de videoconferencias.
- Otro de los factores que afectaron el estudio fue el cambio de la modalidad presencial a la modalidad virtual. Todas las clases durante el ciclo II-2020 se realizaron de forma virtual, no se tuvo la oportunidad de trabajar con laboratorios presenciales y no se utilizó el robot en físico, solo simulador Choreographe.

5. RESULTADOS

Los resultados claves del proyecto, parten de la relación entre variables definidas para el estudio; como variable independiente se definió el desarrollo de un portafolio de proyectos para el robot humanoide NAO que afecte la variable dependiente identificada como el proceso de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de programación orientado a la robótica. Los resultados demuestran que, si hay correspondencia entre estas dos variables, sin embargo, el porcentaje de efectividad puede variar.

El desarrollo del portafolio digital de robótica estuvo relacionado con el cumplimiento del objetivo general y objetivos específicos. Se determinó que el efecto positivo en el aprendizaje fue del 50% entre los estudiantes de la muestra, la efectividad prevista por los investigadores fue del 80%. Sin embargo, la efectividad del portafolio dependerá de la divulgación que se realice y de la disponibilidad en línea, donde puede ser consultado por la

comunidad educativa. También la efectividad depende de los recursos disponibles, si bien el software utilizado es gratuito, los robots tienen un alto costo en el mercado actual.

A continuación se muestran en resumen los resultados de las pruebas de pretest y postes.

Tabla 9: Resumen de resultados pretest y postest

Código de estudiante	Resultados del Pretest	Resultados del Postest
USIS036318	3	3
USIS003320	5	6
USIS048219	4	8
USIS032519	4	2
USIS009220	5	3
USIS010420	5	6
Usis003620	5	5
usis062717	3	6
USIS044619	7	6
USIS051620	9	4
USIS007620	4	6
Usis017320	4	3
USIS008520	4	1
USIS019720	3	3
USIS002620	5	6
USIS012519	5	5
USIS058719	6	5
USIS018120	5	3
USIS036519	7	6
USIS058619	8	3
USIS006620	4	6
USIS002320	4	5

Fuente: Autoría propia.

La prueba estadística t Student determinó que no en todos los casos hay una diferencia significativa, sin embargo, en los resultados del postest, el 50% de los ítems mostró una mejora significativa, los elementos restantes se mantienen, los resultados pudieron verse

afectados por la discrepancia en la cantidad de encuestados, ya que para el ejercicio de posttest se completaron 15% menos encuestas que en la prueba de pretest. Incrementando el margen de error en el resultado final, considerando esto, se aplicó prueba t Student para muestras independientes en lugar de muestras emparejadas.

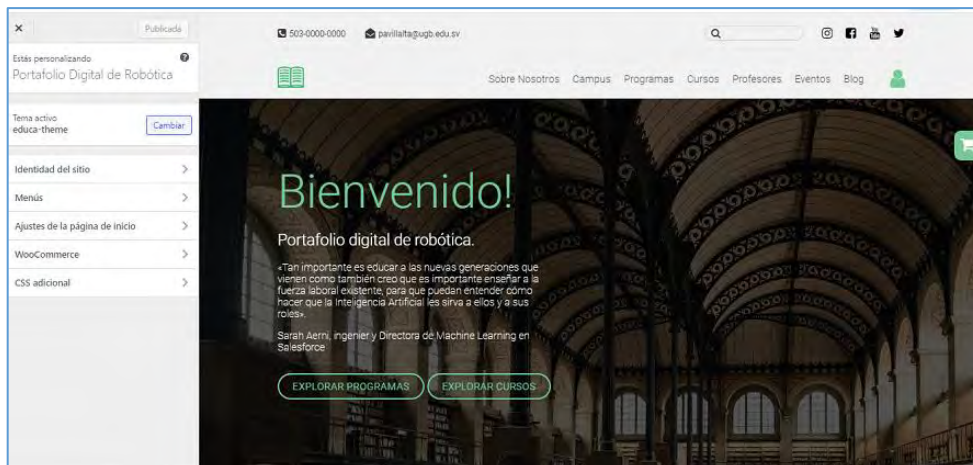
NAO se ha convertido en una potente herramienta educativa, utilizado por universidades y centros escolares tanto como dispositivo con el que experimentar la programación, en niveles de investigación, como un divertido robot con el que apoyar las lecciones del profesor. Es utilizado por más de 400 universidades en el mundo en la realización de proyectos y desarrollo de aplicaciones robóticas (ROBOTRONICA, 2018). Esto implica que la educación se adapta a las nuevas tecnologías y NAO representa la vanguardia robótica en el aula. NAO utiliza NER (NAO Entertainment Robot). Para los profesores, NAO se convierte en un asistente en el momento de impartir sus clases; el robot no solo apoya la explicación de los profesores, sino que es una herramienta de programación para ver los resultados inmediatamente.

Objetivo general: Portafolio digital de robótica.

La búsqueda de plantillas web para el gestor de contenidos WordPress condujo a seleccionar una plantilla llamada EducaTheme que cumple con los requerimientos del proyecto portafolio de robótica.

Figura 3

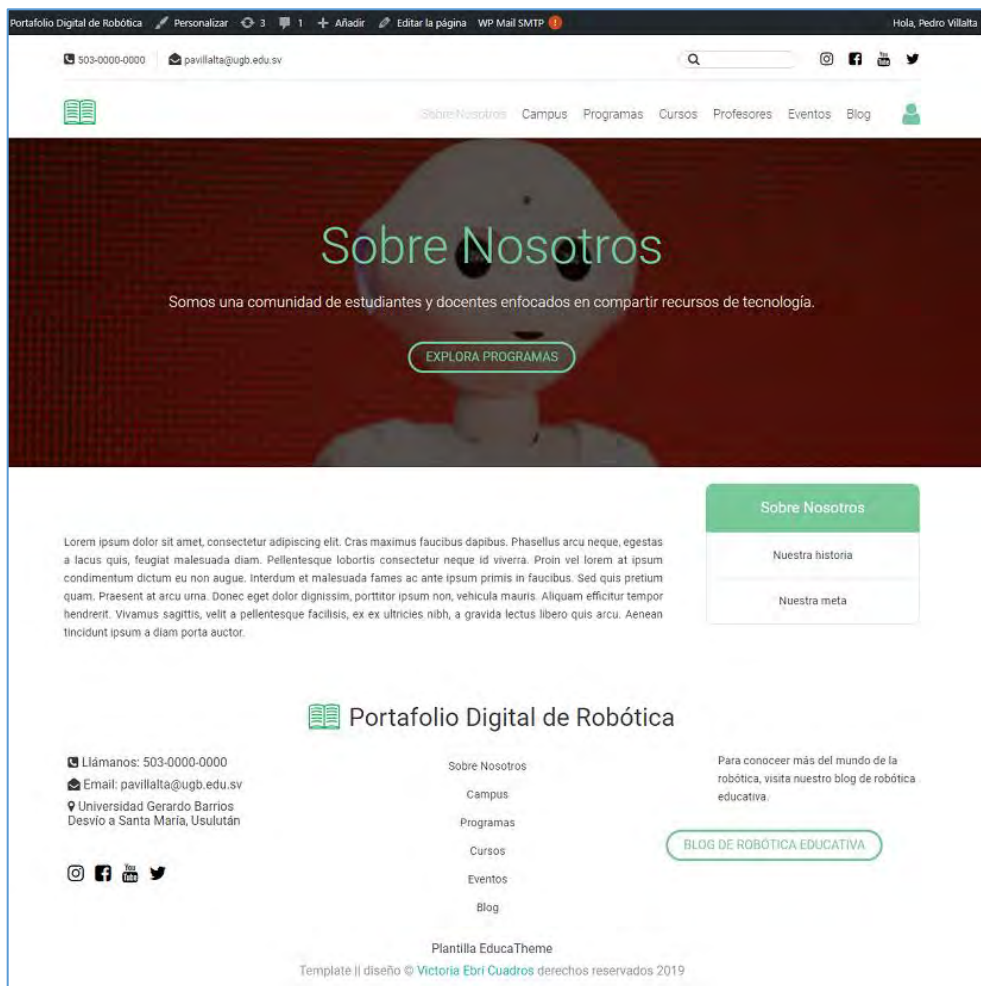
Plantilla WordPress para contenidos educativos



Nota: Plantilla seleccionada para el portafolio digital, por contar con las características requeridas.

Esta plantilla permite publicar los elementos principales a nivel educativo, los módulos que contiene son: acerca del sitio web, campus, programas, cursos, profesores, usuarios.

Figura 4
Plantilla WordPress EducaTheme



Nota: Plantilla EducaTheme contienen un diseño perfecto para la creación de portafolios digitales de carácter educativo, su uso es gratuito siempre que no se use para fines comerciales.

Para complementar esta plantilla, fue necesario instalar plugins² que se mencionan a continuación:

Tabla 10: Plugin de WordPress

Nº	Plugin	Función
1	Admin Menú	Permite editar directamente el menú de administración de

² Un plugin es un “pequeño programa” que puede instalarse en una web para ampliar o extender las funcionalidades que WordPress trae por defecto.

	Editor	WordPress.
2	Advanced Custom Fields	Personalizar WordPress con campos potentes, profesionales e intuitivos.
3	Akismet Anti-Spam	Para proteger un blog del spam.
4	BackWPup	Complemento de copia de seguridad de WordPress
5	Contact Form 7	Simplemente otro plugin de formularios de contacto. Sencillo pero flexible.
6	Descargar Plugins y Temas	Descargar en archivos ZIP los plugins y temas instalados directamente desde el panel de administración sin usar FTP.
7	Leaflet Map	Un plugin para crear un mapa Leaflet JS con un shortcode. Cuenta con dos servicios de mosaicos de mapas libres y tres geo codificadores gratuitos.
8	Manual Image Crop	El complemento permite recortar manualmente todos los tamaños de imagen registrados en su tema de WordPress.
9	Regenerate Thumbnails	Regenera las miniaturas de una o más de tus imágenes subidas. Útil al cambiar sus tamaños o tu tema.
10	Tabla de Contenidos	Un potente y amigable plugin que automáticamente crea una tabla de contenidos. Puede además mostrar un mapa del sitio que contenga todas las páginas y categorías.
11	UpdraftPlus - Copia de seguridad	Copia de seguridad y restauración: hace copias de seguridad en local, o en Amazon S3, Dropbox, Google Drive, Rackspace, (S)FTP, WebDAV y por correo electrónico, de forma automática y programada.
12	WooCommerce	Una herramienta de eCommerce que ayuda a vender cualquier cosa.
13	WordPress Importer	Importa entradas, páginas, comentarios, campos personalizados, categorías, etiquetas y más desde un archivo de exportación de WordPress.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del objetivo general implican que se debe disponer de un dominio gratuito o de pago para la publicación del portafolio digital, También que debe haber una persona con conocimientos básicos de desarrollo web, que pueda estar actualizando o

agregando más contenidos, cumpliendo así el objetivo principal de poner a disposición de estudiantes y docentes los recursos publicados, a los cuales llegarán por medio de búsquedas en la web.

Objetivo específico 1: Cuaderno de cátedra.

Describir el funcionamiento del robot humanoide NAO y sus aplicaciones en la enseñanza de la robótica, en el cuaderno de cátedra fueron incluidos los temas enfocados a proporcionar las bases para el tema de robótica y lenguajes utilizados en la programación de robot. [Anexo 7](#)

Tabla 11: Temas del cuaderno de cátedra de robótica

Post	Título
1	Bienvenido al portafolio digital de robótica
2	Historia de la robótica
3	Países más desarrollados en robótica
4	¿Qué es la robótica social?
5	¿Qué es la robótica educativa?
6	Tipos de robot
7	Robot humanoides
8	Robot humanoide NAO

Fuente: Elaboración propia.

Para el cumplimiento del objetivo específico 1, se inició la selección de los temas más relevantes que permiten obtener conocimiento generalizado acerca del tema de robótica, iniciando con la historia hasta llegar a describir el origen y características del robot NAO. Es un contenido teórico y genérico, lo que indica que puede ser utilizado en la enseñanza de robótica con grupos de estudiantes de educación básica, media y superior.

Objetivo específico 2: Proyectos de NAO.

Desarrollo de recursos educativos sobre las aplicaciones del robot NAO para ser utilizados en asignaturas de la carrera de ingeniería. En cumplimiento de este objetivo, los contenidos tienen un desarrollo secuencial, considerando idóneo un tema por semana. Se desarrolló una guía teórica, acompañada de práctica y actividades evaluativas. [Anexo 8](#)

Tabla 12: Temas y proyectos del portafolio NAO.

Semana	Proyecto
1	Introducción al robot humanoide NAO y simulador Choreographe

2	Características de NAO, proyecto hola mundo
3	Configuración de NAO, proyecto sensores
4	Movimientos de NAO, proyecto bailando
5	Caminando y hablando, proyecto NAO Dev Tools
6	Siente y actúa, proyecto partes del cuerpo

Fuente: Elaboración propia.

Los temas de proyectos fueron seleccionados tomando como base los conceptos teóricos desarrollados en el cuaderno de cátedra, para cada uno de los temas se propone una actividad evaluativa que los estudiantes deben realizar, esto implica que el aprendizaje será más completo si estos proyectos son desarrollados, ya que con la práctica es posible avanzar del saber conocer a saber hacer. Sin embargo, dependerá de docente y estudiantes el nivel de aprendizaje que se quiere adquirir, con los temas del cuaderno de cátedra se logra comprender la teoría sobre robótica, y con los siguientes temas se llega a un nivel más práctico.

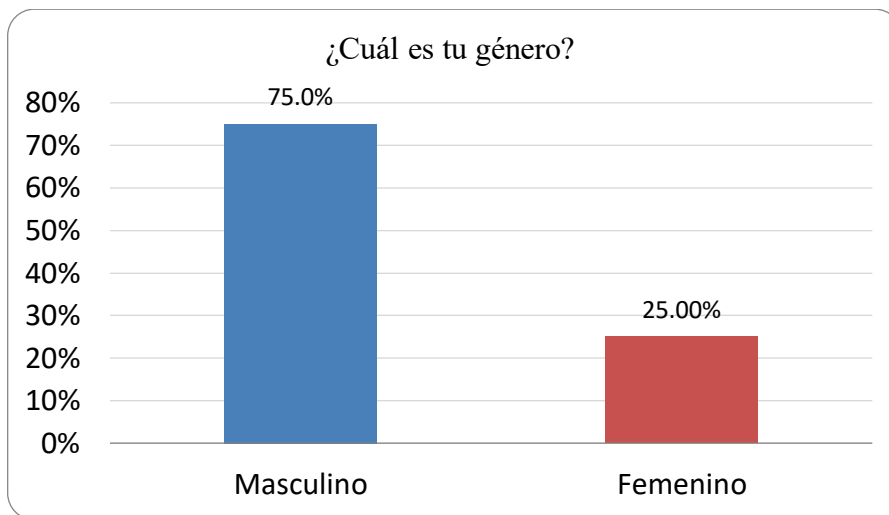
Objetivo específico 3:

Diagnóstico del nivel de aprendizaje de la robótica, alcanzado por los estudiantes de las carreras de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Gerardo Barrios Centro Regional de Usulután. Los resultados del estudio de interés por la programación y robótica, junto con el pretest para medición de conocimientos en el área de robótica, permiten cumplir con el objetivo específico número 3. El instrumento utilizado incluyó cuatro dimensiones de las que se obtuvieron los siguientes resultados.

Dimensión 1. Preguntas generales.

Figura 5

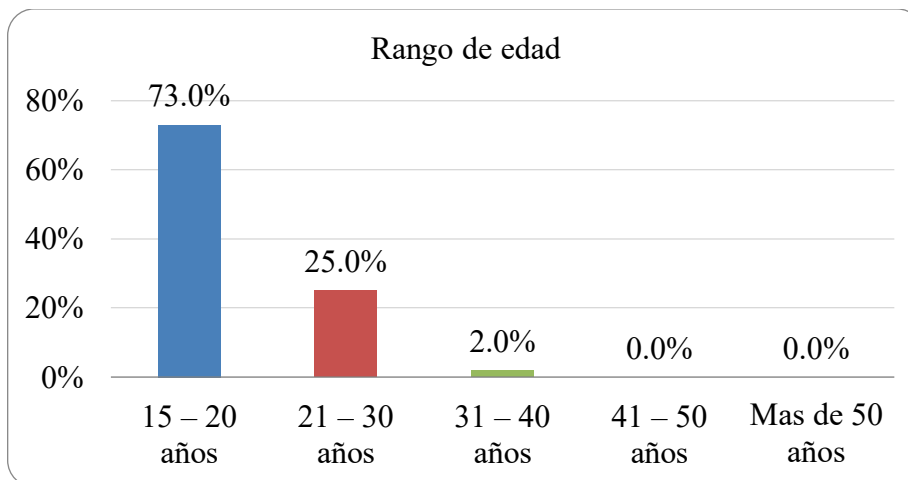
Resultados por género



Nota: Resultados por género, entre la muestra del estudio, un 75% fueron hombres y 25% mujeres. Esto es porque la muestra incluyó más hombres que mujeres.

Figura 6

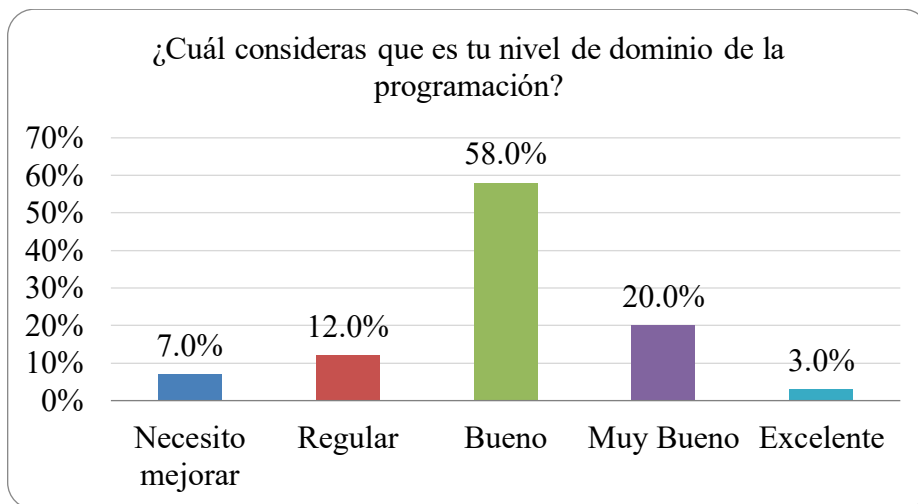
Edades de los participantes



Nota: Edades de los participantes, un 73% de los estudiantes de la muestra se encuentran principalmente entre la edad de 15 a 20 años, 25% de 21 a 30 años y solo un 2% sobrepasa los 30 años.

Figura 7

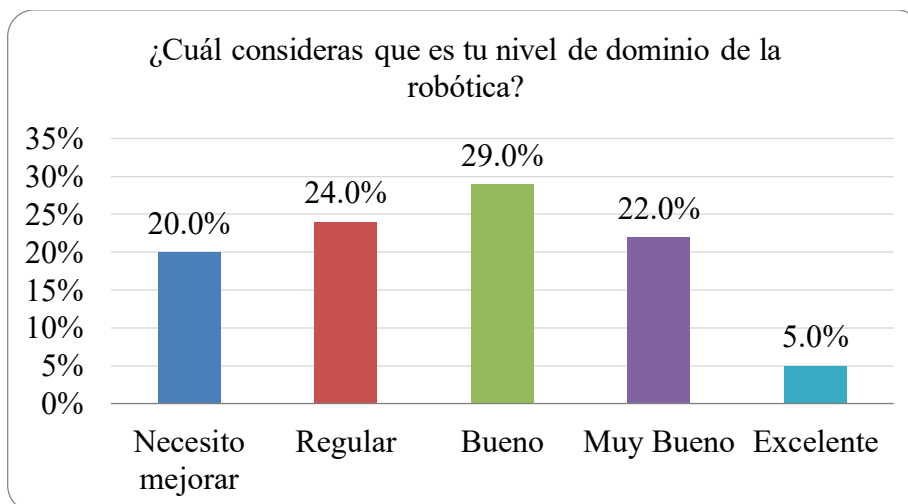
Dominio de programación



Nota: En esta pregunta se definieron las respuestas usando escala de Licker, donde “Necesito mejorar” tiene valor de 1, el más bajo en la escala y “Excelente” valor de 5, el más alto en la escala. El resultado fue que 58% de los estudiantes afirmó tener un dominio de la programación “bueno”, y 20% “muy bueno”. Como se comprueba en el gráfico, el resultado está por debajo del rango aceptable en cuanto a dominio de la programación, por ser una de las áreas de competencia con mucha importancia en el perfil de egreso de estudiantes de Ingeniería en Sistemas.

Figura 8

Dominio de la robótica

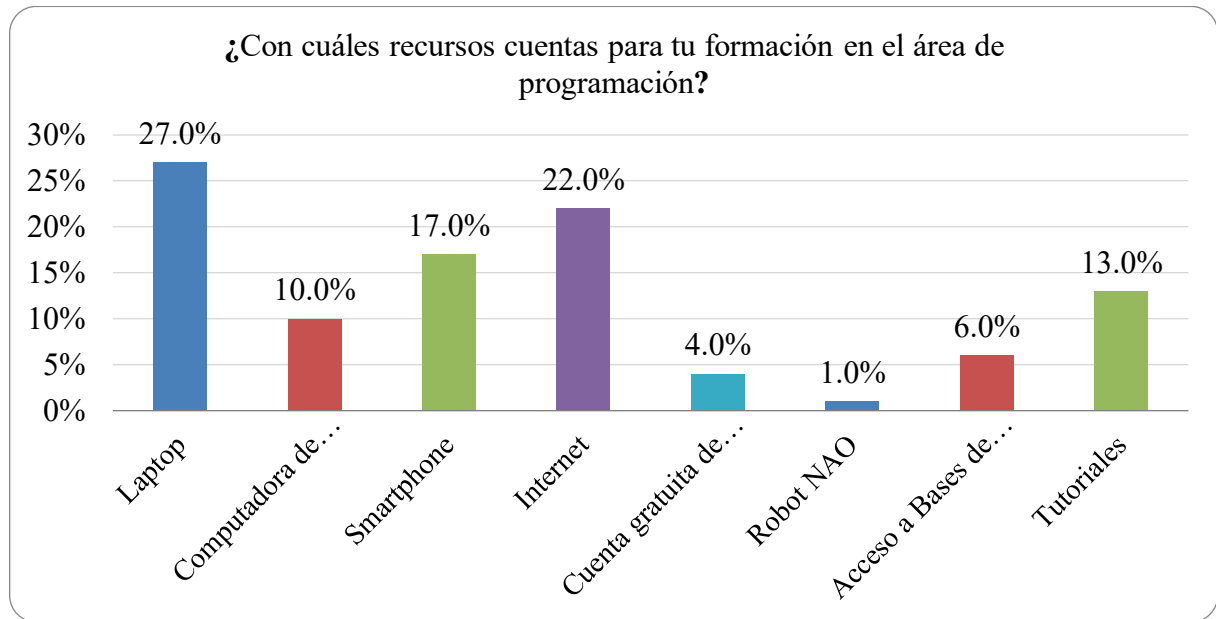


Nota: En comparación con el dominio de la programación, los resultados muestran una distribución más dispersa en el caso del dominio de la robótica, en el nivel que se encuentran es muy considerable y positivo que ya demuestren un dominio regular, bueno y muy bueno.

Dimensión 2. Interés por la programación.

Figura 9

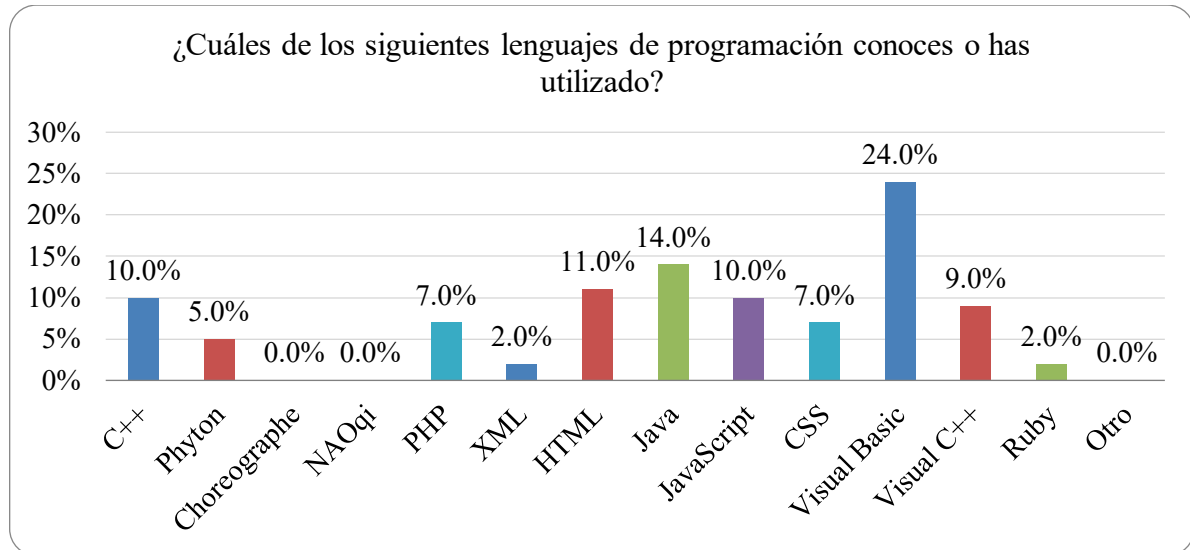
Recursos disponibles para el aprendizaje



Nota: Los resultados de este ítem evidencian que solo 27% cuentan con computadora laptop y 22% tienen internet.

Figura 10

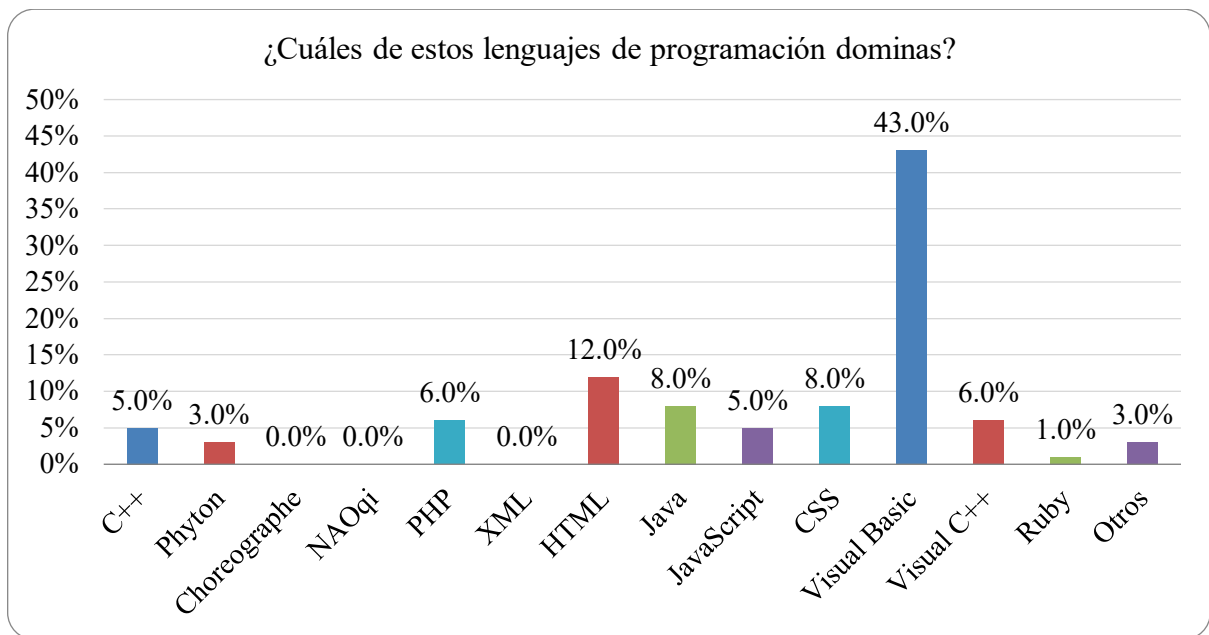
Conocimiento lenguajes de programación



Nota: Los resultados evidencian falta de conocimiento de los lenguajes específicos para la programación de robot, los lenguajes Java y Visual Basic con 14% y 24% han sido los más conocidos.

Figura 11

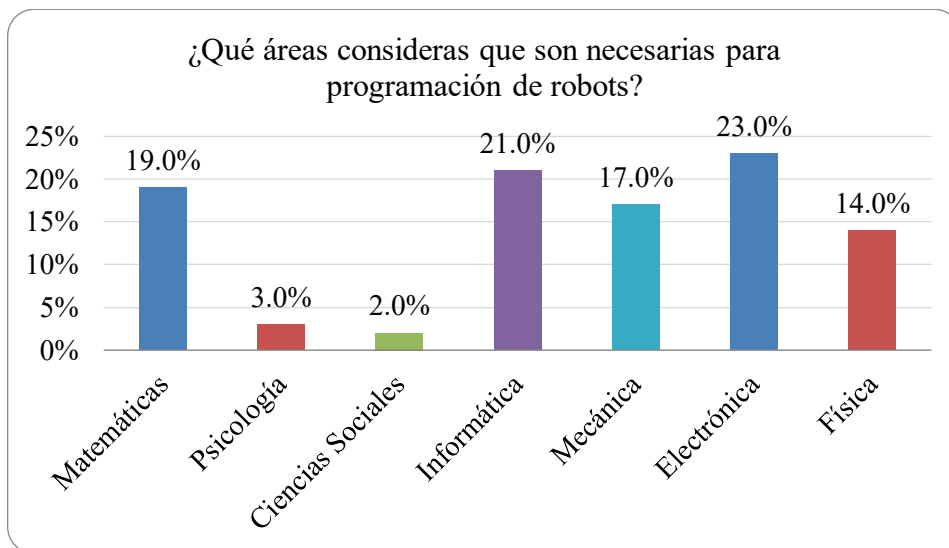
Dominio lenguajes de programación



Nota: Con un resultado de 43%, Visual Basic es el lenguaje que más dominan los estudiantes y continúan HTML 12%, CSS 8% y java 8%. Sin embargo, los lenguajes más utilizados en la programación de robot son Phyton, Arduino y en el caso de NAO es principalmente Choreographe y NAOqi.

Figura 12

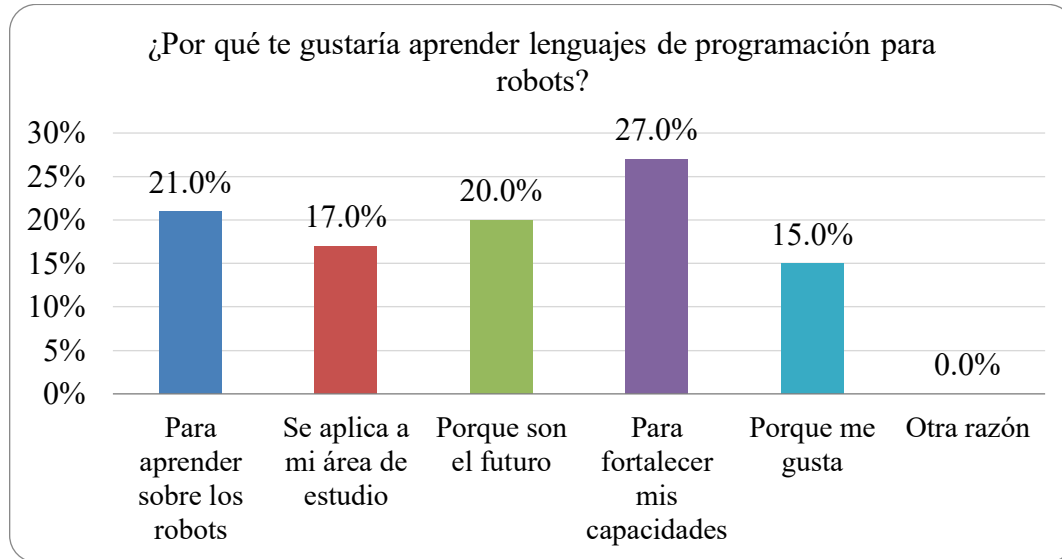
Áreas de importancia en robótica



Nota: Las áreas vinculadas a la robótica son en electrónica, informática y matemática; los resultados evidencian poca claridad de parte de los estudiantes, ya que confunden las áreas necesarias para la programación con las áreas de aplicación de la robótica, en este caso psicología y ciencias sociales no deberían de haber sido seleccionadas.

Figura 13

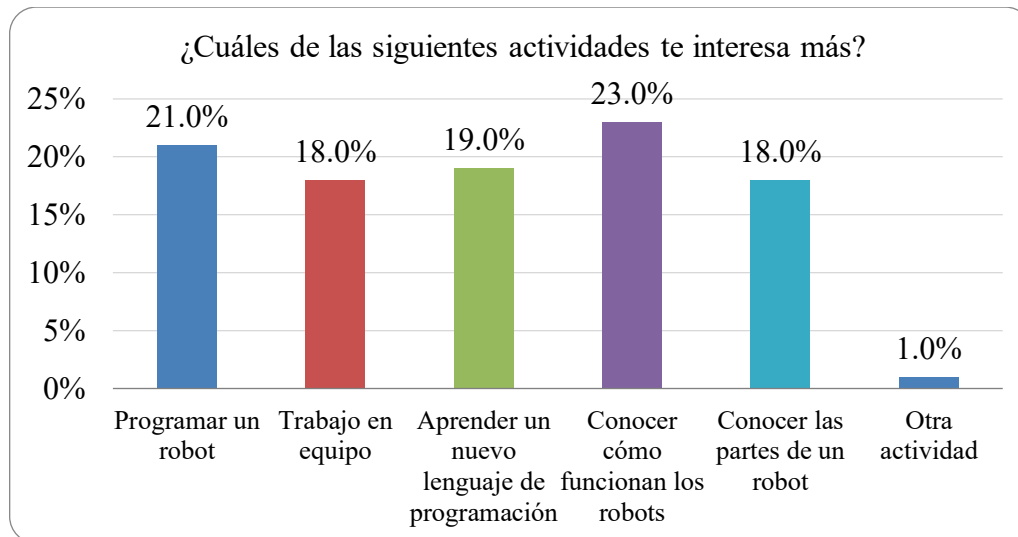
Razones para aprender a programar robots



Nota: Fortalecer sus capacidades 27% y aprender más sobre los robots 21%, son las respuestas preferidas de porque prefiere aprender sobre robótica.

Figura 14

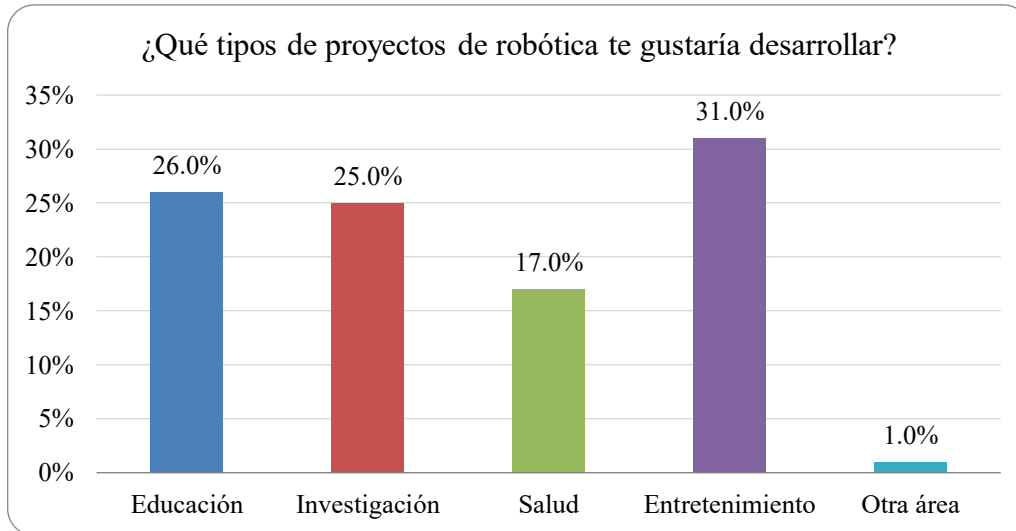
Actividades de interés relacionadas con robótica



Nota: Programar un robot 21% y conocer cómo funcionan 23% son las actividades que más interesa a los estudiantes.

Figura 15

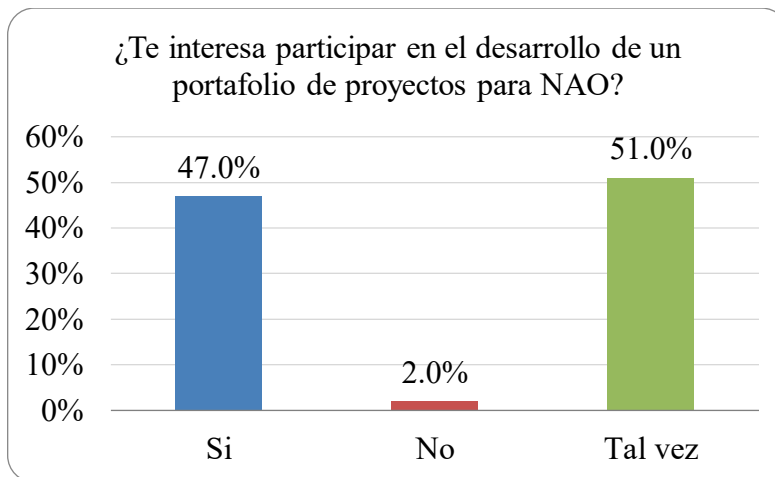
Áreas de aplicación de la robótica



Nota: Proyectos para entretenimiento 31% y educación 26%, son las áreas que más preferencia muestran los resultados.

Figura 16

Interés en proyectos de robótica



Nota: Una minoría de 2% no están interesados en usar o participar en la creación de recursos para el aprendizaje de la robótica, pero un 47% si están interesados.

Dimensión 3. Interés por la robótica

Para las siguientes preguntas también se usó escala Licker, se les pidió a los encuestados responder con las siguientes respuestas: (1) Muy de acuerdo, (2) De acuerdo, (3) Neutral, (4) En desacuerdo y (5) Muy en desacuerdo. Los resultados se resumen en la tabla 13.

Tabla 13: Resultados del test interés por la robótica.

Nº	Ítem	Escala
----	------	--------

		1	2	3	4	5
		Muy de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
1	¿Has creado o participado en el proceso de construcción de un robot (interés en los robots)?	7%	3%	36%	24%	31%
2	¿Consideras que un robot puede realizar algunas actividades de la vida cotidiana que realizan las personas? (beneficios de los robots)	37%	46%	15%	2%	0%
3	¿Te sientes interesado por la programación de robots (interés en los robots)?	34%	41%	24%	2%	0%
4	¿Puedes describir las partes que conforman un robot (interés en los robots)?	34%	41%	24%	2%	0%
5	¿Crees que es una buena idea utilizar los robots para beneficio de las personas? (beneficios de los robots)	37%	39%	20%	3%	0%
6	¿Me interesan mucho los robots que pueden hablar? (interés en los robots)	36%	41%	22%	0%	2%
8	¿El tema de los robots me resulta muy interesante? (interés en los robots)	58%	34%	8%	0%	0%
9	Creo que sabría rápidamente cómo utilizar un robot (interés en los robots)	8%	7%	59%	19%	7%

10	¿Creo que podría programar un robot sin ayuda? (interés en los robots)	3%	0%	24%	34%	39%
12	Me siento interesado en programar un robot (interés en los robots)	37%	47%	14%	2%	0%
14	Los robots humanoides transmiten confianza (apariencia de un robot)	17%	37%	39%	5%	2%
15	La robótica es un área muy importante (beneficios de los robots)	37%	51%	12%	0%	0%
16	Encuentro agradable la interacción con un robot (apariencia de un robot)	32%	46%	22%	0%	0%
17	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de salud (interés en los robots)	36%	39%	25%	0%	0%
18	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de entretenimiento (interés en los robots)	39%	47%	14%	0%	0%
19	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de investigación (interés en los robots)	42%	47%	10%	0%	0%
20	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de educación (interés en los robots)	39%	54%	7%	0%	0%
Promedios		31%	36%	22%	5%	5%

Fuente: Autoría propia.

En los resultados del diagnóstico de participación en proyectos de robótica, un 36% seleccionó neutral, lo que significa que no niegan ni afirman su participación en proyectos de robótica hasta la fecha del estudio. En resumen, se obtienen los totales para cada uno de los valores de la escala de Licker que va de 1 a 5, determinando que 31% fue el valor promedio para (1) Muy de acuerdo, 36% para (2) De acuerdo, 22% para (3) Neutral, 5% para (4) En desacuerdo y 5% para la escala (5) Muy en desacuerdo.

Los resultados mostrados anteriormente, pueden ser mejor comprendidos al presentarlos en una tabla de resumen aplicando las pruebas estadísticas media, error estándar, varianza, mínimo y máximo. La tabla 14 representa los resultados de la prueba de pretest, realizada con el determinar el grado de aceptación del tema de robótica y la programación de robot humanoides.

Tabla 14: Tabla resumen de la dimensión 3. Pretest

Nº	Pregunta	Media	Error est. media	Desv. Std	Varianza	Mínimo	Máximo
1.	Has creado o participado en el proceso de construcción de un robot	3.68	0.15	1.15	1.33	1.0	5.0
2.	Considera que un robot puede realizar actividades como las que realizan las personas en la vida cotidiana	1.81	0.10	0.75	0.57	1.0	4.0
3.	Te sientes interesado por la programación de robots	1.93	0.11	0.81	0.65	1.0	4.0
4.	Puedes describir las partes que conforman un robot	3.37	0.12	0.95	0.89	1.0	5.0
5.	Creo que es una buena idea utilizar los robots para beneficio de las	1.90	0.11	0.84	0.71	1.0	4.0

N°	Pregunta	Media	Error est. media	Desv. Std	Varianza	Mínimo	Máximo
	personas						
6.	Me interesan mucho los robots que pueden hablar	1.92	0.11	0.86	0.73	1.0	5.0
7.	El tema de los robots me resulta aburrido	4.36	0.10	0.74	0.54	3.0	5.0
8.	El tema de los robots me resulta muy interesante	1.51	0.09	0.65	0.43	1.0	3.0
9.	Creo que aprender a utilizar un robot es muy fácil	3.08	0.12	0.93	0.87	1.0	5.0
10.	Creo que podría programar un robot sin ayuda	4.05	0.13	0.97	0.95	1.0	5.0
11.	Me siento muy interesado en aprender a programar un robot	1.80	0.10	0.74	0.54	1.0	4.0
12.	Considero que los robots pueden ser muy útiles	1.58	0.08	0.59	0.35	1.0	3.0
13.	Los robots con apariencia humanoide transmiten confianza	2.37	0.12	0.89	0.79	1.0	5.0
14.	Me gusta la robótica porque es un área muy importante	1.75	0.09	0.66	0.43	1.0	3.0
15.	Encuentro que es agradable la interacción con un robot	1.90	0.10	0.74	0.54	1.0	3.0
16.	Me gustaría conocer más	1.90	0.10	0.78	0.61	1.0	3.0

N°	Pregunta	Media	Error est. media	Desv. Std	Varianza	Mínimo	Máximo
	del uso de robots en área de salud						
17.	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de entretenimiento	1.75	0.09	0.68	0.47	1.0	3.0
18.	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de investigación	1.68	0.09	0.65	0.43	1.0	3.0
19.	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de educación	1.68	0.08	0.60	0.36	1.0	3.0
	Promedio global	2.32	0.10	0.79	0.64	1.11	3.95

Fuente. Elaboración propia.

Estos resultados fueron obtenidos usando el software estadístico PSPP aplicando análisis de frecuencias que permitió obtener la media, error estándar de la media, desviación estándar, varianza, valores mínimos y máximos. El objetivo fue obtener los valores promedios del pretest, por medio de pruebas estadísticas, para compararlas con los resultados del postest.

Se aplicó el mismo proceso para obtener los resultados del postest.

Tabla 15: Tabla resumen de la dimensión 3. Postest

N°	Pregunta	Media	Error est. Media	Desv. Std	Varianza	Mínimo	Máximo
1.	Has creado o participado en el proceso de construcción de un robot	3.29	0.18	1.30	1.69	1.0	5.0
2.	Considera que un robot puede realizar actividades como las que realizan las personas en	1.86	0.10	0.69	0.48	1.0	3.0

N°	Pregunta	Media	Error est. Media	Desv. Std	Varianza	Mínimo	Máximo
	la vida cotidiana						
3.	Te sientes interesado por la programación de robots	1.71	0.09	0.64	0.41	1.0	3.0
4.	Puedes describir las partes que conforman un robot	3.29	0.15	1.06	1.13	1.0	5.0
5.	Creo que es una buena idea utilizar los robots para beneficio de las personas	1.78	0.11	0.81	0.65	1.0	4.0
6.	Me interesan mucho los robots que pueden hablar	1.67	0.10	0.71	0.51	1.0	3.0
8.	El tema de los robots me resulta muy interesante	1.39	0.08	0.57	0.32	1.0	3.0
9.	Creo que aprender a utilizar un robot es muy fácil	2.67	0.15	1.07	1.15	1.0	3.0
10.	Creo que podría programar un robot sin ayuda	3.75	0.14	1.00	0.99	1.0	5.0
11.	Me siento muy interesado en aprender a programar un robot	1.82	0.11	0.79	0.63	1.0	4.0
12.	Considero que los robots pueden ser muy útiles	1.53	0.08	0.58	0.33	1.0	3.0
13.	Los robots con apariencia humanoide	2.24	0.12	0.89	0.78	1.0	4.0

N°	Pregunta	Media	Error est. Media	Desv. Std	Varianza	Mínimo	Máximo
	transmiten confianza						
14.	Me gusta la robótica porque es un área muy importante	1.65	0.09	0.63	0.39	1.0	3.0
15.	Encuentro que es agradable la interacción con un robot	1.71	0.11	0.76	0.57	1.0	3.0
16.	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de salud	1.73	0.10	0.72	0.52	1.0	3.0
17.	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de entretenimiento	1.53	0.09	0.64	0.41	1.0	3.0
18.	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de investigación	1.63	0.10	0.75	0.56	1.0	3.0
19.	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de educación	1.61	0.09	0.67	0.44	1.0	3.0
	Promedio global	2.00	0.11	0.79	0.66	1.0	3.50

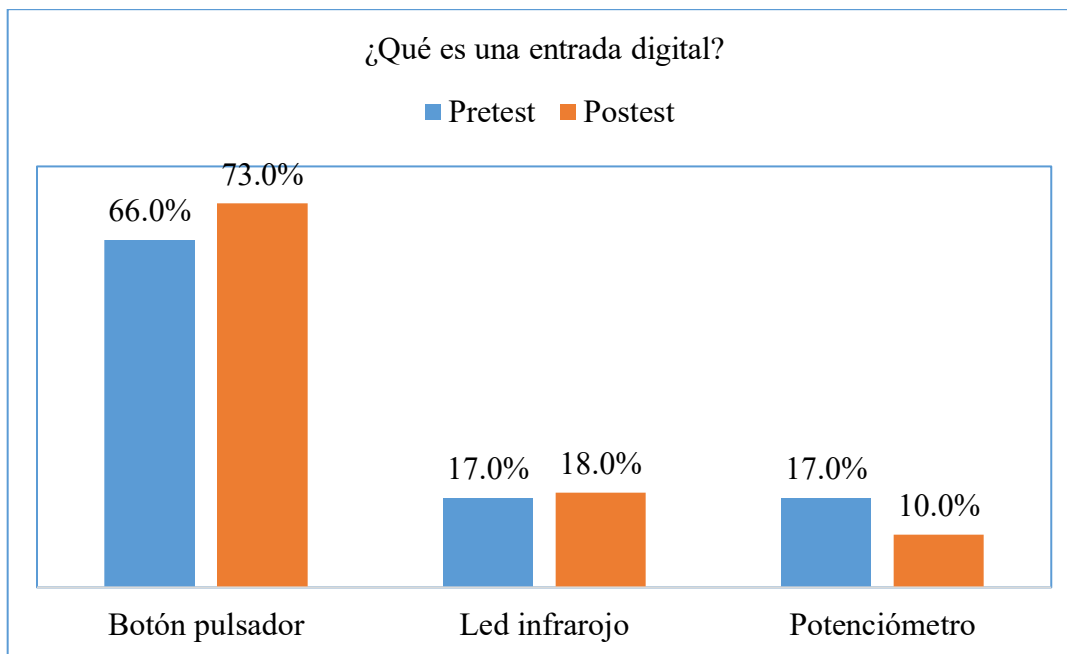
Fuente: Elaboración propia.

Dimensión 4. Dominio de la robótica

Usando la siguiente escala: De 0 a 2.9 necesita mejorar, 3 a 4.9 regular, 5 a 6.9 bueno, 7 a 8.9 muy bueno, 9 a 10 excelente. Estos percentiles también se aplican al resultado consolidado por cada ítem, mostrado en porcentaje de 0 a 100% mostrado en las siguientes gráficas.

Figura 17

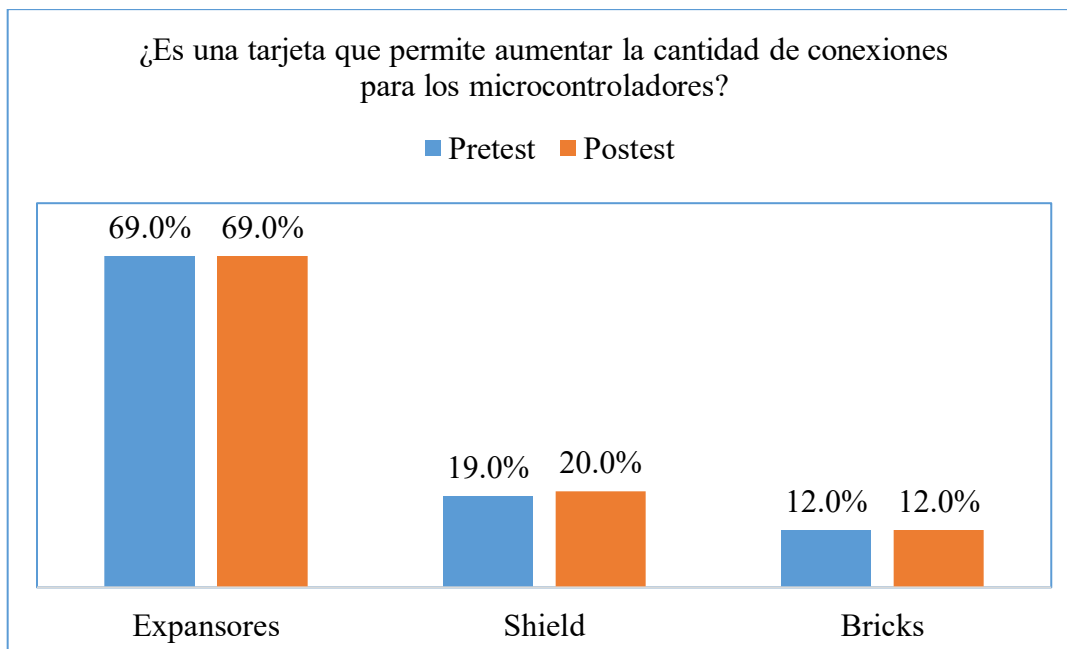
Gráfico de ítem 1. ¿Qué es una entrada digital?



Nota: La respuesta a este ítem es botón pulsador, el resultado de 66.0% en el consolidado de esta respuesta demuestra que el nivel de dominio se ubica entre 50 y 69% considerado como un resultado “bueno”. En la prueba de postest el resultado subió a 73%, siendo uno de los temas en los que se mostró más dominio, ubicando el resultado en el intervalo de “Muy bueno”.

Figura 18

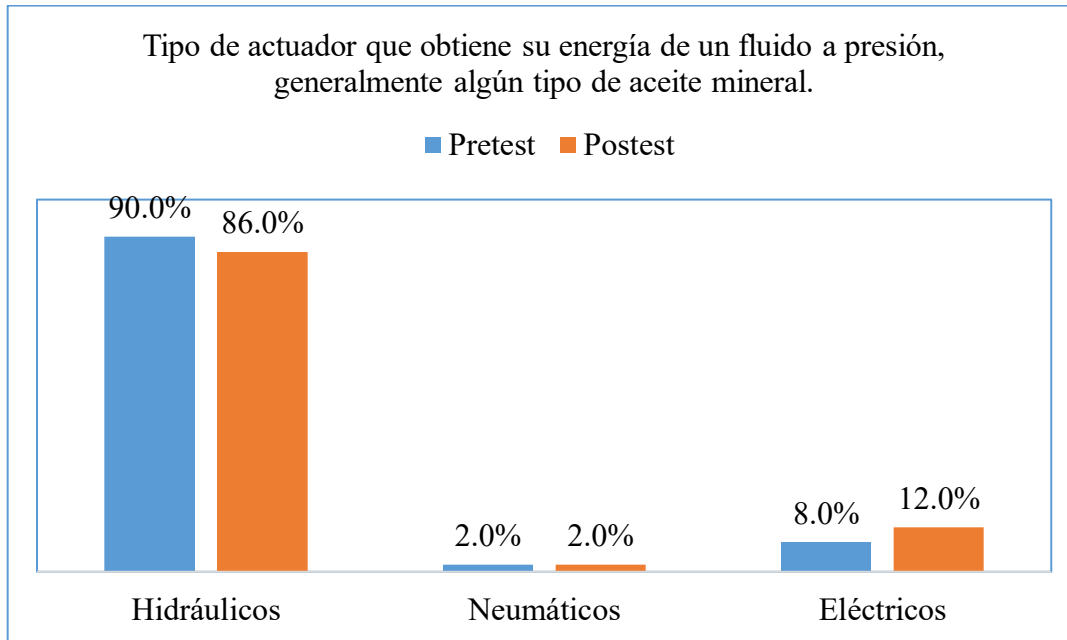
Gráfico de ítem 2. ¿Es una tarjeta que permite aumentar la cantidad de conexiones para los microcontroladores?



Nota: La respuesta a este ítem es “Shield”, el resultado de 19.0% en el consolidado de esta respuesta demuestra que el nivel de dominio se ubica entre 0 y 29% con una definición de “necesita mejorar” su dominio del tema microcontroladores, bricks, shield y expansores. En la prueba de postest se mostró una leve mejoría en este tema.

Figura 19

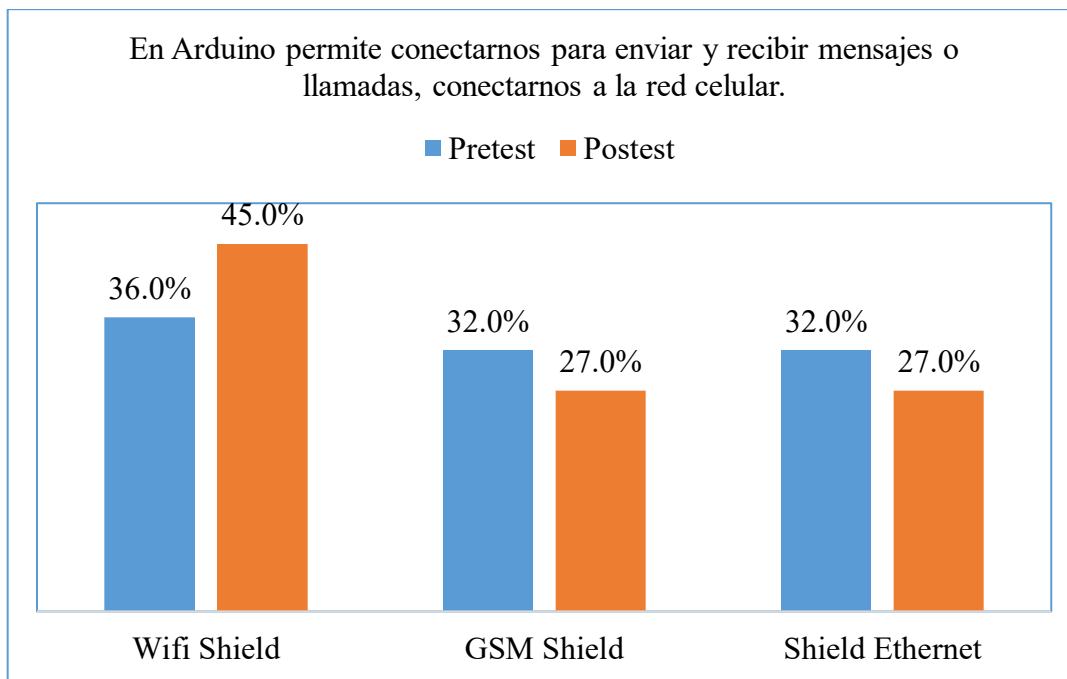
Gráfico de ítem 3. Tipo de actuador que obtiene su energía de un fluido a presión, generalmente algún tipo de aceite mineral.



Nota: La respuesta a este ítem es “fluidos hidráulicos”, el resultado de 90.0% en el consolidado de esta respuesta demuestra que el nivel de dominio se ubica entre 90 y 100% con una definición de “Excelencia”, demostrando el grupo alto nivel de conocimiento en este tema.

Figura 20

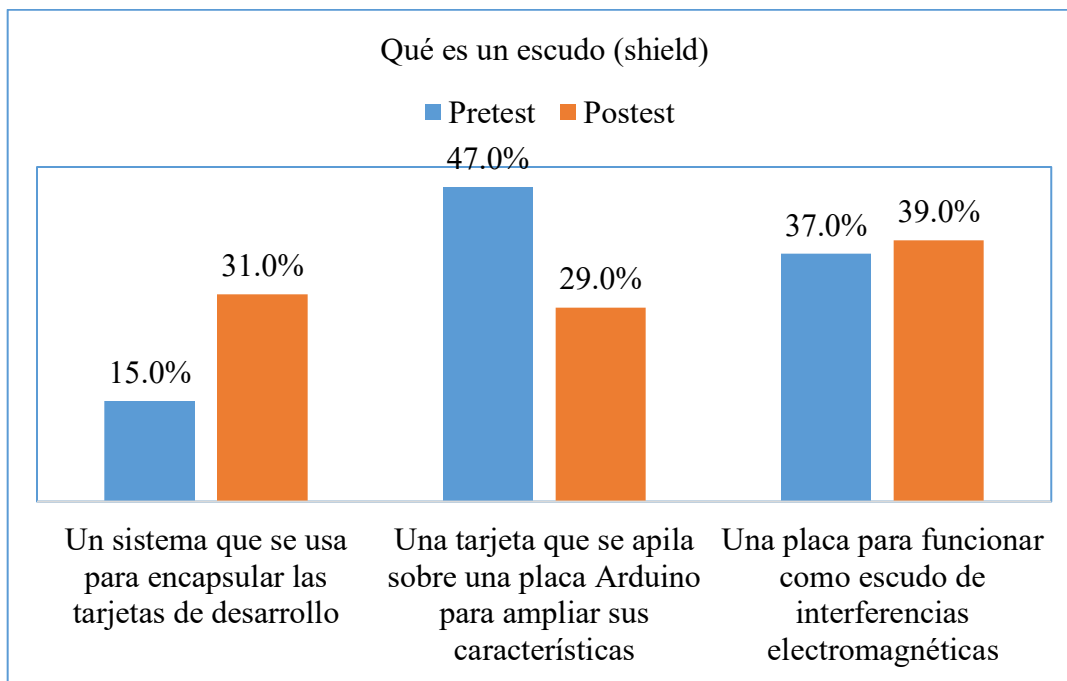
Gráfico de ítem 4. En Arduino permite conectarnos para enviar y recibir mensajes o llamadas, conectarnos a la red celular.



Nota: La respuesta a este ítem es “GSM Shield”, el resultado de 32.0% en el consolidado de esta respuesta demuestra que el nivel de dominio se ubica entre 30 y 49% que se define como un resultado “Regular”, esto significa que el tema debe ser reforzado, para mejorar estos resultados. En la prueba de postest no se logró mejorar esta área.

Figura 21

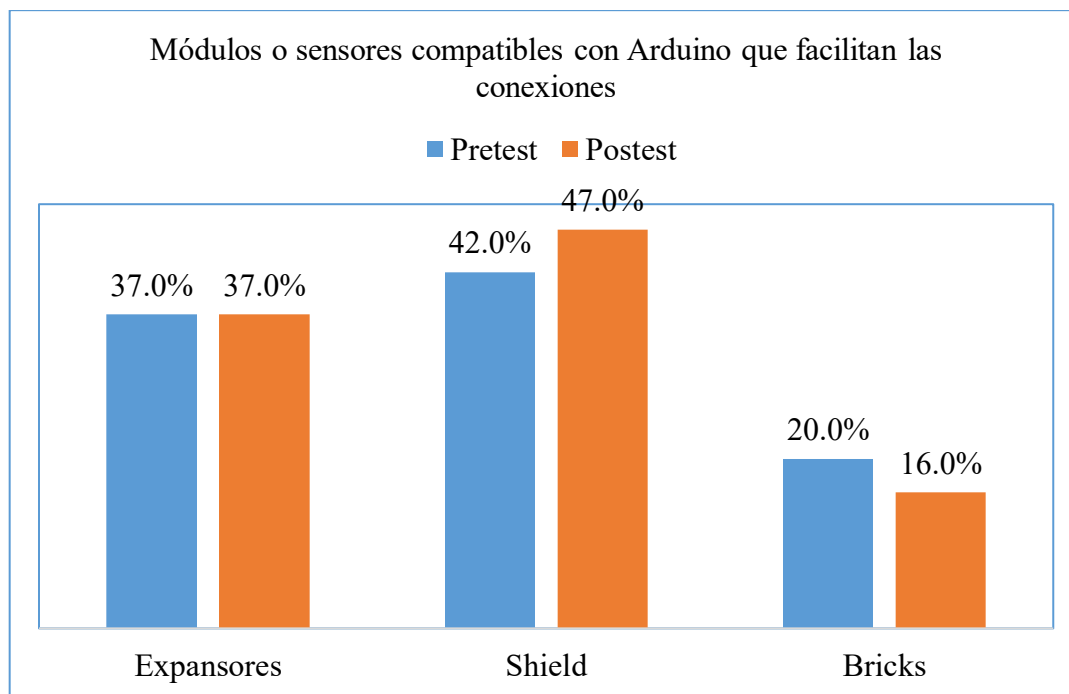
Gráfico de ítem 5. Qué es un escudo (shield)



Nota:5. La respuesta a este ítem es “Una tarjeta que se apila sobre una placa de Arduino”, el resultado de 47.0% en el consolidado de esta respuesta se ubica entre 30 y 49%, es un resultado “Regular”, significa que el tema debe ser reforzado.

Figura 22

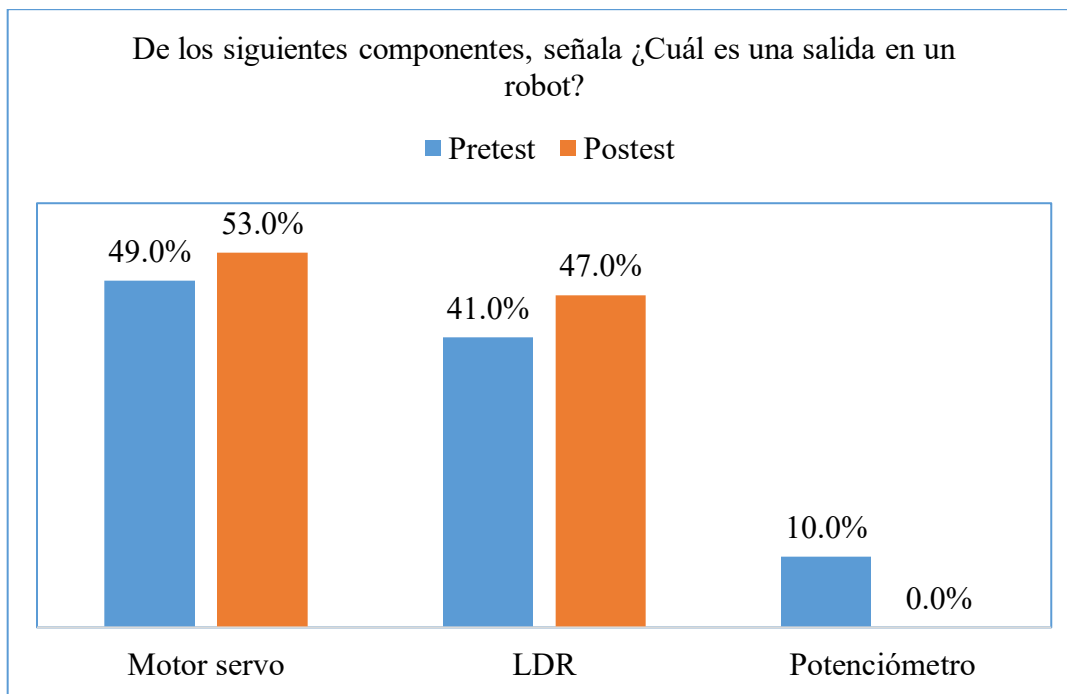
Gráfico de ítem 6. Módulos o sensores compatibles con Arduino que facilitan las conexiones



Nota: La respuesta a este ítem es “bricks”, el resultado de 20.0% en el consolidado de esta respuesta se ubica en el percentil más bajo de la escala de 0 y 29%, es un resultado “Necesita mejorar”, demostrando un dominio muy bajo del tema de módulos y sensores.

Figura 23

Gráfico de ítem 7. De los siguientes componentes, señala ¿Cuál es una salida en un robot?



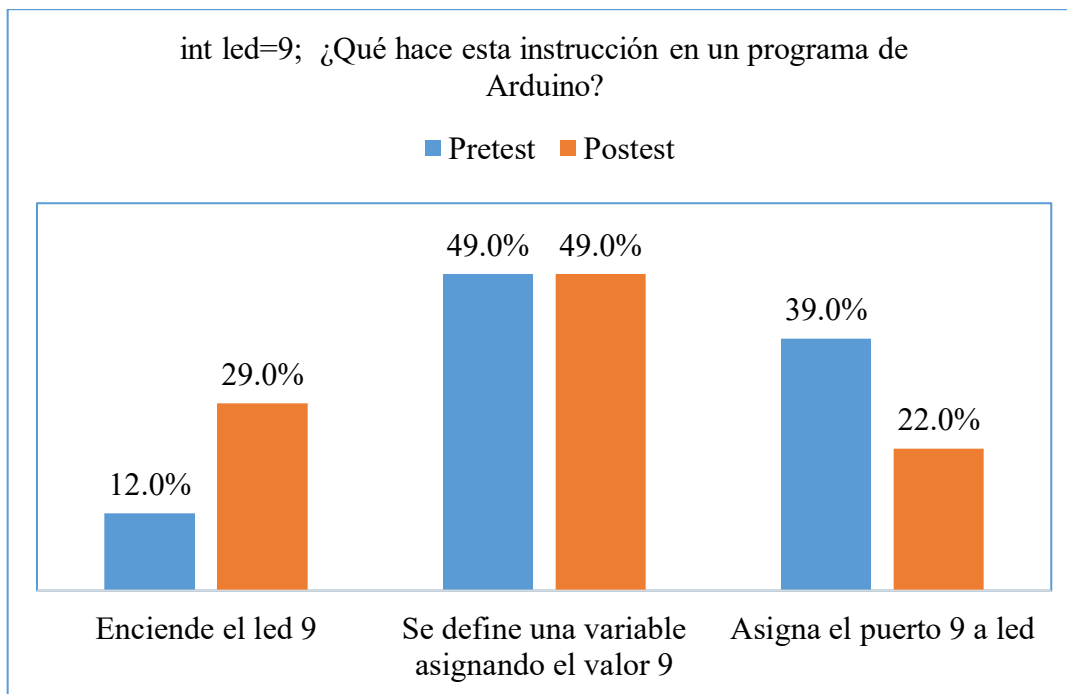
Nota: La respuesta a este ítem es “motor servo”, el resultado de 49.0% en el consolidado de esta respuesta se ubica en intervalo 30 y 49%, es un resultado “Regular”, demostrando un dominio considerable, pero que puede mejorarse. En los resultados del posttest se observa un incremento en los resultados.

Figura 24

Gráfico de ítem 8. ¿Qué hace esta instrucción en un programa de Arduino?

`int led=9;`³

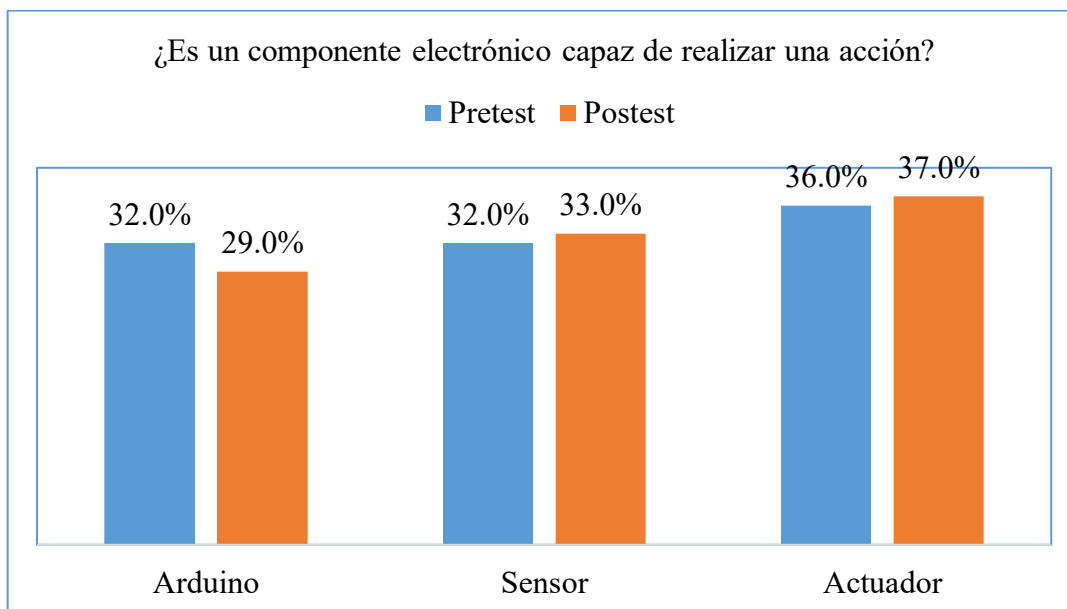
³ `int led=9;` es una línea de código en lenguaje de programación para indicar que la variable led toma el valor entero de 9.



Nota: La respuesta a este ítem es “se define una variable asignando el valor de 9”, el resultado de 49.0% en el consolidado de esta respuesta se ubica en intervalo 30 y 49%, siendo un resultado “Regular”, que puede mejorarse.

Figura 25

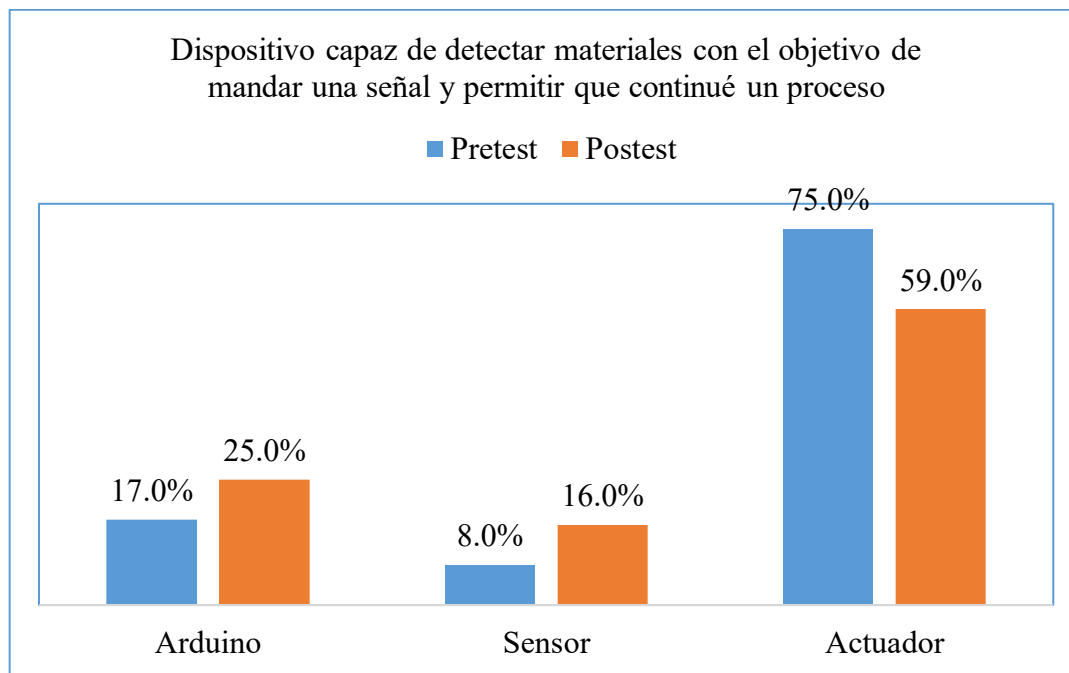
Gráfico de ítem 9. ¿Es un componente electrónico capaz de realizar una acción?



Nota: La respuesta a este ítem es “actuador”, el resultado de 36.0% en el consolidado de esta respuesta se ubica en intervalo 30 y 49%, siendo un resultado “Regular”, el resultado de 32% en la respuesta de “sensor”, demuestra que hay confusión entre ambos componentes.

Figura 26

Gráfico de ítem 10. Dispositivo capaz de detectar materiales con el objetivo de mandar una señal y permitir que continúe un proceso



Nota: La respuesta a este ítem es “Sensor”, el resultado de 8.0% en el consolidado de esta respuesta demuestra que el nivel de dominio es muy bajo entre 0 y 29% con una definición de “necesita mejorar”. En los resultados del postest se observa un incremento en los resultados.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para el cumplimiento del objetivo general, se logró desarrollar el portafolio de robótica en formato digital, que consiste en un sitio web utilizando una plantilla de WordPress⁴, el manejador de contenidos permite administrar sitios web de forma sencilla y eficiente, también permite exportar contenidos y base de datos, para ser movido de un servidor a otro. Se ha utilizado un servidor local para el desarrollo del sitio web y se ha publicado en un servidor gratuito, cumpliendo así el objetivo general.

Para el desarrollo de objetivos específicos, se aplicó un análisis de estadística descriptiva y frecuencias, pruebas estadísticas como prueba KS para 1 muestra, fiabilidad, correlación bivariada y t de Student. Los resultados obtenidos permitieron generar los gráficos de resumen para los niveles de aceptación de la programación y robótica.

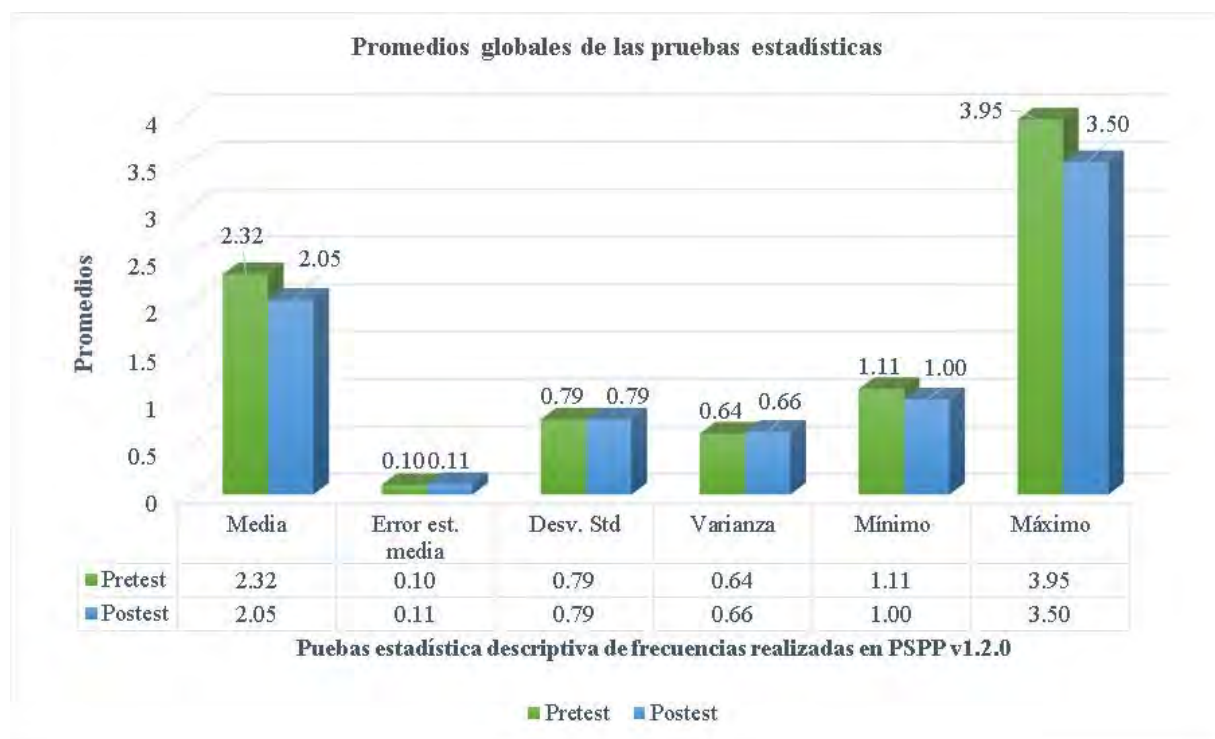
⁴ WordPress es un sistema de gestión de contenidos creado el 27 de mayo de 2003, enfocado a la creación de cualquier tipo de página web.

Análisis aplicando estadística descriptiva de frecuencias: Con las tablas de resultados 10 y 11, se han generado gráficos de resumen para los promedios totales de pretest y postest, además de un gráfico comparativo, generados a partir de los totales del análisis estadístico para la media, error estándar de la media, desviación estándar y varianza.

En la escala utilizada, obtener un promedio de 2.32 es un resultado que tiene el significado “De acuerdo”, que existe aceptación del tema de la robótica de parte del grupo en estudio. Posteriormente se aplicó el cuestionario de postest obteniendo una media de 2.0, en este resultado de postest, es posible observar una reducción en el porcentaje de la media obtenida, acercándose más al valor de la escala “totalmente de acuerdo”. Combinando los resultados de pretest y postest obtenemos el siguiente gráfico, como parte del análisis descriptivo realizado en PSPP.

Figura 27

Resultados estadística descriptiva de pretest y postest



Nota: En el gráfico se muestran los resultados de pretest y postest en cada una de las pruebas estadísticas, lo que nos lleva a la primera conclusión.

Conclusión 1: Las diferencias se observan en promedio global, valor mínimo y máximo. La reducción la media de 2.32 a 2.05 significa que los estudiantes han pasado de estar “de acuerdo” con la enseñanza de la robótica a estar “totalmente de acuerdo”, la reducción de 3.95 a 3.50, en el valor máximo significa que menos estudiantes se oponen al

aprendizaje de la robótica y demuestran una mayor aceptación. Las preguntas fueron respondidas seleccionando una de las siguientes opciones con base a la siguiente escala de Likert. (1) Muy de acuerdo, (2) De acuerdo, (3) Neutral, (4) En desacuerdo y (5) Muy en desacuerdo. En esta escala los valores 1 y 2 son los que se busca lograr, ya que representan aceptación del tema en estudio.

Análisis de correlación bivariada: También llamada correlación de Pearson tiene como objetivo determinar la correlación significativa entre variables.

Tabla 16: Correlación bivariada entre variables dominio de programación y robótica

Correlaciones		Q6 - ¿Cuál consideras que es tu nivel de dominio de la programación?	Q7 - ¿Cuál consideras que es tu nivel de dominio de la robótica?
Q6 - ¿Cuál consideras que es tu nivel de dominio de la programación?	Correlación de Pearson	1.00	.50
	Sign. (2-colas)		.000
Q7 - ¿Cuál consideras que es tu nivel de dominio de la robótica?	Correlación de Pearson	0.50	1.00
	Sign. (2-colas)	0.000	

Conclusión 2: Existe correlación significativa entre dominio de la programación y dominio de la robótica, ya que la significación es 0.0000 y por tanto menor de 0.05. La correlación de Pearson ($r = 0.50$) señala que se trata de una relación fuerte al estar alejada de 0.0 y que a cuanto más conocimiento de programación tienen los estudiantes, más importancia le dan al dominio de la robótica.

Prueba T Student para una muestra: Para esta prueba se usó la siguiente escala: de 0 a 2.9 necesita mejorar, 3 a 4.9 regular, 5 a 6.9 bueno, 7 a 8.9 muy bueno, 9 a 10 excelente. Estos percentiles también se aplican al resultado por cada ítem, que se obtiene en porcentaje de 0 a 100%. Finalmente, se realizó la prueba de pretest, el promedio global obtenido fue de 4.82, este resultado evidencia que el dominio del tema de robótica se ubica en el intervalo de 3 a 4.9, lo que significa que el dominio es “Regular”. Se ha seleccionado una muestra de los resultados obtenidos, considerando los ítems que presentaron una diferencia notable.

Tabla 17: Resumen de resultados pretest

Ítem	Puntaje (%)	Rango	Rendimiento
¿Qué es una entrada digital?	66.00	50-69	Bueno
¿Es una tarjeta que permite aumentar la cantidad de conexiones para los microcontroladores?	18.64	00-29	Necesita mejorar
Tipo de actuador que obtiene su energía de un fluido a presión, generalmente algún tipo de aceite mineral	89.83	90-100	Excelencia
En Arduino permite conectarnos para enviar y recibir mensajes o llamadas, conectarnos a la red celular	32.00	30-49	Regular
Qué es un escudo (shield)	47.00	30-49	Regular
Módulos o sensores compatibles con Arduino que facilitan las conexiones	20.00	00-29	Necesita mejorar
De los siguientes componentes, señala ¿Cuál es una salida en un robot?	49.00	30-49	Regular
¿Qué hace esta instrucción en un programa de Arduino?	49.00	30-49	Regular
¿Es un componente electrónico capaz de realizar una acción?	36.00	30-49	Regular
Dispositivo capaz de detectar materiales con el objetivo de mandar una señal y permitir que continúe un proceso	74.68	70-89	Muy bueno
Promedio	48.20	30-49	Regular

Fuente: Autoría propia.

Conclusión 3: Con la prueba T Student se obtuvo un valor de 48.20% como nota promedio en conocimiento de robótica, por tanto el objetivo al utilizar portafolio fue desarrollar un mayor dominio y aceptación de los contenidos, ubicando el dominio del tema de robótica y programación, en una escala más alta. Es necesario mencionar que la efectividad del portafolio de robótica dependerá de la disponibilidad de recursos, el uso de Choreographe y lenguaje NAOqi para realizar prácticas es muy importante, pero el uso de los robots tendrá

mayor efectividad. En el caso de disponer solo de un robot, se debe trabajar con grupos focalizados entre cinco y diez integrantes.

A continuación, se presentan los resultados de postest, donde se evidencia una diferencia en el aprendizaje de la robótica en algunos de los elementos evaluados.

Tabla 18: Resumen de resultados postest

Ítem	Puntaje (%)	Rango	Rendimiento
¿Qué es una entrada digital?	75.55	70-89	Muy bueno
¿Es una tarjeta que permite aumentar la cantidad de conexiones para los microcontroladores?	19.61	00-29	Necesita mejorar
De los siguientes componentes, señala ¿Cuál es una salida en un robot?	52.94	50-69	Bueno
¿Qué hace esta instrucción en un programa de Arduino?	49.02	49-69	Bueno
¿Es un componente electrónico capaz de realizar una acción?	37.25	30-49	Regular

Fuente: Elaboración propia.

Conclusión 4: En los resultados del postest, solo el 50% de los ítems mostró una mejor significativa, los elementos restantes se mantienen, los resultados pueden verse afectados por la discrepancia en la cantidad de encuestados, ya que para el ejercicio de postest se completaron 15% menos encuestas que en la prueba de pretest. Otro de los factores que afectaron el estudio fue el cambio de la modalidad presencial a la modalidad virtual. Todas las clases durante el ciclo II-2020 se realizaron de forma virtual, no se tuvo la oportunidad de trabajar con laboratorios presenciales y no se utilizó el robot en físico, solo simulador Choreographe.

7. REFERENCIAS

- Aldebaran Software. (2020). *Downloading & Installing Aldebaran Software*. Aldebaran Software. http://doc.aldebaran.com/2-4/dev/community_software.html
- AliveRobots.com. (2020). *Softbank Robotics NAO v5 Precios*. <https://Aliverobots.Com/>
<https://aliverobots.com/precio/>
- AliveRobots. (2020, December 30). *NAO es la mejor plataforma para Educación*. <https://Aliverobots.Com/Nao-Educacion/>.
- Arteaga, S. (2017). *Robot iCub*. <https://Computerhoy.Com/>
<https://computerhoy.com/noticias/life/icub-primer-robot-humanoide-que-podria-volar-67619>
- BBC News Mundo. (2017). *Países que tienen más robots*. www.Elmostrador.Cl
<https://www.elmostrador.cl/agenda-pais/vida-en-linea/2017/03/17/que-paises-tienen-mas-robots-en-sus-fabricas-y-cuan-cierto-es-que-nos-estan-robando-los-puestos-de-trabajo/>
- Bermejo, J. C. (2020). *Autómatas en la Historia. Jacques de Vaucanson*. 2020.
<https://www.actuallynotes.com/automatas-en-la-historia-jacques-de-vaucanson-html/>
- Bermúdez Aguilar, A. A. (2015). *Uso de la robótica educativa como herramienta de aprendizaje en la zona oriental*. <http://www.mendeley.com/research/e0c4a67b-28cc-39cd-adeb-9ea226201d8c/>
- Bermúdez Aguilar, A. A. (2017). *Proyecto Robot ALAN T. Versión 1.0*.
- Bermúdez Aguilar, A. A. (2020). *Kit de robótica educativa para desarrollar habilidades STEM*. https://ugb.edu.sv/component/rsfiles/descargar-archivo/archivos.html?path=Investigaciones%2B2020%2BUsulutan%252FInforme_Investigacion_Kit_Robotica.pdf&Itemid=869
- Bermúdez Aguilar, A. A., & Parada Benítez, M. O. (2017). *La Robótica Social como una forma de introducción en la comunicación e interacción humana para los niños con necesidades especiales como el Autismo, en la Zona Oriental de El Salvador*. <http://www.mendeley.com/research/4e000f06-b959-3c3b-9fa6-f5e0a5c29808/>
- Biblioteca del Congreso de Chile. (2019). *Corea del Sur potencia en el desarrollo de la robótica*. <https://Www.Bcn.Cl>
<https://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/corea-del-sur-desarrollo-robotica-servicios>
- Caballeros Pamos, A. (2016). *Robot NAO Cantante* [Universidad Carlos III de Madrid].

- <http://www.mendeley.com/research/7d47bd0d-1ee2-3ec3-b2e3-e65c0e2cd757/>
- Cerda, Mariela; Morales, E. (2017). *Robótica Educativa Edustorm*. Edustorm.Blogspot.Com.
<http://edustorm.blogspot.com/>
- Coreas Flores, O. (2019). *Métrica de Instrumentos con INFLESZ* (p. 5).
- Corral, Y. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista Ciencias de La Educación*, 33, 228–247.
- Dinero.com. (2017). *Los 10 países con mayor número de robots*.
<https://www.dinero.com/internacional/articulo/paises-mas-robotizados-del-mundo/252120>
- Elizabeth, M., López, M., Eduardo, I., & Ortiz, C. (2017). *Programación por demostración del Robot Aldebaran NAO para la enseñanza de tradiciones* [Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca]. <http://www.mendeley.com/research/017dc6cf-5f11-301d-8208-5595e90f2608/>
- Es.wikipedia.org. (2019). *Robot PUMA*. Es.Wikipedia.Org.
<https://www.staubli.com/en/robotics/>
- Escalante Gómez, E. (2010). Actitudes de alumnos de posgrado hacia la estadística aplicada a la investigación. *Encuentro*, 42(85), 27–38.
<http://www.lamjol.info/index.php/ENCUENTRO/article/view/57>
- Fernández Cofre, J. I., Anaid, L. G. A., Rodríguez Martínez, S. E., & Vargas Vázquez, M. A. (2015). *Manual para el tutor de robótica* (Www.edicionesrocamadour.cl (ed.); www.mined.). <http://www.mendeley.com/research/e78a9b3a-1250-3c78-8310-7cab12406649/>
- Galá Cruz, P. (2016). *La Robótica en educación inicial* [Universidad Complutense Madrid].
<http://www.mendeley.com/research/e7592147-2cb0-3c80-a179-9dadbe1e9be9/>
- Galán Cruz, P. (2016). *La robótica en educación infantil, realidades y limitaciones* [Universidad Cmplutense de Madrid]. <http://www.mendeley.com/research/02565a58-1943-3a53-aedb-1daa25da3882/>
- García Ruíz, J.; Hernández López, M. (2015). Desarrollo de competencias, en el aprendizaje de los lenguajes de programación. *Revista Electrónica ANFEI Digital*.
<https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/108/443>
- honda.com. (2020). *Robot ASIMO*. <https://Asimo.Honda.Com/>. <https://asimo.honda.com/>
- Hurtado, L. C. (2018). *Estudio de aplicaciones del robot Pepper para la interacción con personas mayores* [Universidad de Valladolid].
<http://www.mendeley.com/research/ce68285e-e025-3a4b-b244-4117c7d4eeb9/>

- Iglesias, F. R., & Valladares Romero, P. esteban. (2016). Interpretación de expresiones faciales en adultos mayores utilizando la visión artificial del robot humanoide nao [Universidad Politécnica Salesiana]. In *Tesis*.
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
- Informática++. (2012). *La llegada de los robots humanoides*.
<Http://Informatica.Blogs.Uoc.Edu>. <http://informatica.blogs.uoc.edu/2012/03/08/la-llegada-de-los-robots-humanoides/>
- ISTEC. (2013). *Tecnología robótica de vanguardia en la comunidad educativa de América Latina*. ISTEC, Aldebaran Robotics. <https://www.istec.org/blog-miembros/2013/08/31/tecnologia-robotica-de-vanguardia-en-la-comunidad-educativa-de-america-latina/>
- Jaimovich, D. (2018). *Países mejor preparados para la automatización*.
<Https://Www.Infobae.Com>. <https://www.infobae.com/america/tecno/2018/10/02/cuales-son-los-10-paises-mejor-preparados-para-la-ola-de-automatizacion/>
- Leslie, K. (2009). *Japan's latest supermodel Robot Ginoide*. <Https://Www.Cnet.Com/>.
<https://www.cnet.com/news/japans-latest-supermodel-a-robot/>
- Martín Sánchez, J., & Quantika14, R. (n.d.). *EMPEZANDO CON WORDPRESS Índice*.
<http://www.wordpress.quantika14.com%7C%7CQuantika14%7C%7Cinfo@quantika14.com>
- Melanson, D. (2011). *Robot NAO Nex generation*. <Https://Www.Engadget.Com/>.
<https://www.engadget.com/2011-12-10-aldebaran-robotics-announces-nao-next-gen-humanoid-robot-video.html>
- Mundo Digital Ciencia y Tecnología. (n.d.). *Orígenes de la robótica*.
<Http://Www.Mundodigital.Net>. <http://www.mundodigital.net/origenes-de-la-robotica-mas-de-50-anos-de-historia/>
- nytimes.com. (2020). *Robot Atlas*. <Https://Www.Nytimes.Com/>.
https://www.nytimes.com/2013/07/12/science/modest-debut-of-atlas-may-foreshadow-age-of-robo-sapiens.html?_r=0
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pal Robotics. (2019). *Robot REEM C*. <Http://Reemc.Pal-Robotics.Com/>. <http://reemc.pal-robotics.com/es/reemc/>

- Puente, W. (n.d.). *Técnicas de Investigación*. [Http://Www.Rrppnet.Com.Ar/](http://Www.Rrppnet.Com.Ar/)
<http://www.rrppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm>
- Questionpro.com. (2020). *Crea encuestas online*. Questionpro.Com.
<https://www.questionpro.com/es/>
- Revista de Negocios del IEEM. (2016). Robots humanoides. *IEEM Revista de Negocios*, 1–3.
- Roboliga.edu.ar. (2019). *Olimpiada Argentina de Robótica*. Roboliga.Edu.Ar.
<http://www.roboliga.edu.ar/>
- Robotcenter.co.uk. (2019). *Robot TOPIO*. [Https://Www.Robotcenter.Co.Uk/Products/](https://Www.Robotcenter.Co.Uk/Products/)
<https://www.robotcenter.co.uk/products/topio>
- Robotics, Softbank. (2020). *Aldebaran se convierte en SoftBank Robotics*. Softbank Robotics.
<https://www.softbankrobotics.com/emea/en/node/72>
- Robotics, SoftBank. (2017). *NAO Software 1.14.5 documentation*. SoftBank Robotics.
<http://doc.aldebaran.com/1-14/nao/index.html>
- RoboticsLab. (2019). *Robot Maggie*. Laboratorio de Robótica y Nuevas Tecnología.
<https://www.roboticslab.cl/>
- Roboticspot.com. (n.d.). *Cronología Historia de la Robótica*. Historia de La Robotica.
<https://web.archive.org/web/20081219133646/http://www.roboticspot.com/spot/asifue/his2004b.html>
- ROBOTRONICA, A. co. (2018). *Distribuidores Oficiales Softbank Robotics*.
 ROBOTRONICA, Aliverobots.Com. <https://aliverobots.com/>
- Rodríguez Santiago, A. L. (2018). *Corrección de rotación y traslación del sistema de locomoción del robot NAO* [Universidad Tecnológica de la Mixteca].
<http://www.mendeley.com/research/282770ca-9ea8-3096-99e8-12fca5dd6ef3/>
- Ruiz, M. S. (2016). *El paraíso de los robots: por qué Japón es la capital del imperio de las máquinas*. Www.Eldiario.Es. https://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/Japon-maquinas-robots-humanoides-automatas-inteligencia_artificial_0_546995435.html
- sony.com. (2019). *Robot QRIO*.
[Https://Www.Sony.Com/En/SonyInfo/News/Press_Archive/200312/03-060E/](https://Www.Sony.Com/En/SonyInfo/News/Press_Archive/200312/03-060E/)
https://www.sony.com/en/SonyInfo/News/Press_Archive/200312/03-060E/
- Turing, A. (1950). La Maquinaria De Computacion E Inteligencia. *Intelligence*, 59, 433–460.
<https://sites.google.com/site/jorgemlg/AlanTuring-Lamaquinariadelacomputaci.pdf>
- Vega, E. H., Ernesto, W., Figueroa, M., Serrano, M. C., María, J., Martínez, E., Rolando, D. E., Alemán, G., Raúl, J., José, R., Calderón, D., Franklin, J., Marín, R., Abraham, A., &

- Gamero, A. (2001). *Manual de Robótica Educativa en el Aula Robótica*. 2, 213.
http://www.cienciaytecnologia.edu.sv/jdownloads/RobticaEducativa/manual_de_robtica_educativa_en_el_aula_-_documento_en_proceso_de_revisin-1.pdf
- Vega, E. H., Ernesto, W., Figueroa, M., Serrano, M. C., María, J., Martínez, E., Rolando, D. E., Alemán, G., Raúl, J., José, R., Calderón, D., Franklin, J., Marín, R., Abraham, A., & Gamero, A. (2013). *Manual de Robótica Educativa en el Aula Robótica El Salvador* (T. e I. Viceministerio de Ciencia (ed.); Viceminist, Vol. 2). Viceministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. http://www.cienciaytecnologia.edu.sv/jdownloads/RobticaEducativa/manual_de_robtica_educativa_en_el_aula_-_documento_en_proceso_de_revisin-1.pdf
- Víctor F. Muñoz. (n.d.). *Orígenes de la Robótica*. Wwww.Mundodigital.Net.
<http://www.mundodigital.net/origenes-de-la-robotica-mas-de-50-anos-de-historia/>
- www.aist.go.jp. (2009). *Robot HRP-4C*. <https://www.aist.go.jp/>. Robot HRP-4C

8. AGRADECIMIENTOS

Durante el desarrollo de la investigación, se recibió apoyo interno proporcionado por personal de las diferentes unidades y facultades de la institución, también contribuciones externas que se mencionan a continuación.

Agradecimiento a:

- Vicedecano y docentes de la Facultad de Ciencia y Tecnología por haber sido un apoyo constante en el desarrollo de la investigación.
- A coordinador de la Unidad de investigación del centro regional de Usulután, por su apoyo en todo el proceso de investigación, desde la presentación del perfil hasta las actividades finales de divulgación.
- Los investigadores a cargo agradecemos a los colegas, compañeros docentes investigadores por su apoyo con aportes significativos realizados en las reuniones de investigación.

9. ANEXOS

Anexo 1: Composición de indicadores

La composición de los indicadores de logro se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 19: Indicador 1 acciones para cuidar el medio ambiente.

Elemento	Detalle
Nombre	Cantidad de Acciones de concientización realizadas para contribuir en el cuidado del medio ambiente
Definición	<p>Es un indicador complementario al proyecto de investigación, se trata de promover acciones encaminadas promover acciones que cuiden el medio ambiente bajo el proyecto UGB Verde.</p> <p>Las acciones realizadas pueden estar en cualquiera de las siguientes categorías:</p> <ul style="list-style-type: none">• Publicación en red social que puede ser Facebook, Twitter, LinkedIn, etc.• Vídeo compartido.• Publicación en aula virtual para los grupos de estudiantes.• Consejo en una presentación de PowerPoint utilizada en las clases con estudiantes o en congresos de investigación.• Mensaje de correo enviado a la comunidad UGB o mensaje en la firma del correo.
Interpretación	A_t representa la suma de todas las acciones realizadas que contribuyan al cuidado del medio ambiente., las acciones pueden ser por medio de cualquiera de las formas incluidas en la definición del indicador.
Fórmula	$A_t = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n$
Unidad	Numérica (Cantidad)
Periodicidad	Semanal

Glosario	<p>A_t = Cantidad total de acciones de concientización realizadas para contribuir al cuidado del medio ambiente.</p> <p>$A_1, A_2, \dots A_n$ = Acción 1, Acción 2, hasta acción N realizadas mientras se realiza la investigación.</p> <p>Medio ambiente: es el espacio en el que se desarrolla la vida de los seres vivos y que permite la interacción de estos. Sin embargo, este sistema no solo está conformado por seres vivos, sino también por elementos abióticos (sin vida) y por elementos artificiales.</p> <p>Indicador: Un indicador es una característica específica, observable y medible que puede ser usada para mostrar los cambios y progresos que está haciendo un programa hacia el logro de un resultado específico.</p>
Fuentes de información	<p>Bitácora de investigación</p> <p>Informe mensual de actividades</p> <p>Historial de redes sociales</p> <p>Aula virtual</p>
Desagregación	<p>Por docente investigador</p> <p>Por intervalo de fecha</p> <p>Por categoría</p>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20: Indicador 2 cantidad de beneficiados.

Elemento	Detalle
Nombre	Cantidad de estudiantes y docentes beneficiados con el proyecto.
Definición	Este indicador representa porcentaje de estudiantes y docentes que se benefician de forma directa o indirecta con el portafolio de proyectos.
Interpretación	<p>E_t, Representa la sumatoria de los estudiantes de las asignaturas incluidas en la investigación.</p> <p>D_t, Representa la sumatoria de docentes.</p> <p>C_t, Es la cantidad total de estudiantes y docentes.</p>
Fórmula	$E_t = Ea_1 + Ea_2 + Ea_3 + \dots + Ean$

$$D_t = Du_1 + Du_2 + Du_3 + \dots + Du_n$$

$$C_t = E_t + D_t$$

Para obtener los porcentajes se usó fórmula regla de tres básica, donde se conoce el total N que representa el 100% y la cantidad n que representa el porcentaje X buscado.

$$X = \frac{n \times 100 \%}{N}$$

Ejemplo:

Si tenemos un total de 5000 estudiantes de los cuales 1200 son de ingeniería. Los valores conocidos son N=5000 y n=1200.

$$X = \frac{1200 \times 100 \%}{5000} = 24\%$$

Los estudiantes de ingeniería representan el 24%.

Unidad

Estudiantes

Docentes

Universidades

Proyectos

Periodicidad

Mensual

Glosario

E_t = Total de estudiantes.

D_t = Total de docentes

C_t = Total de beneficiados estudiantes y docentes

$E_{a1} \dots E_{cn}$ = Estudiantes de asignatura 1, 2, 3... n

$Du_1 \dots Du_n$ = Docentes de universidad 1, 2, 3... n

Fuentes de información

Registro de estudiantes inscritos en las carreras de Ingeniería en Sistemas y Técnicos en Ingeniería en Sistemas, docentes que laboran en la Facultad de Ciencia y Tecnología, docentes que imparten asignaturas de programación. Informe de indicadores de ciencia y tecnología del NCONACYT años 2017, 2018 y 2019.

Comunidades de robótica en El Salvador.

Desagregación

Estudiantes:

- Asignatura
 - Ciclo
 - Carrera
-

- Edad
 - Sexo
- Docentes:
- Sexo
 - Edad
 - Docentes beneficiados
 - Por área o especialidad
 - Asignaturas que imparte

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Indicador 3 efectividad del portafolio

Elemento	Detalle
Nombre	Efectividad del portafolio de proyectos en la enseñanza de la programación de robots NAO
Definición	El indicador permitirá conocer la efectividad del uso de proyectos educativos en la población seleccionada para el estudio.
Interpretación	<p>Eb: Proporción de estudiantes beneficiados con el uso del portafolio de aplicaciones para NAO.</p> <p>n: Muestra de estudiantes de Ingeniería y Técnicos en Ingeniería participantes en el estudio.</p> <p>E: Cantidad de estudiantes beneficiados con el uso del portafolio de aplicaciones para NAO.</p> <p>Para interpretar el indicador se aplicaron diferentes niveles de efectividad: Muy Aceptable, Aceptable, Media, Poco Aceptable.</p>
Fórmula	<p>La fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se conoce el tamaño de la población es la siguiente:</p> $n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$ <p>Constantes utilizadas en la fórmula:</p> <p>N = 101,108</p> <p>Z_a² = 95%= 1.96</p>

	<p>P= 0.5</p> <p>Q= 0.5</p> <p>D= 5% =0.05</p> <p>La fórmula para calcular la cantidad de estudiantes beneficiados de los participantes en la muestra del estudio será la siguiente;</p> $Eb = \frac{E}{n}$
Unidad	<p>Estudiante</p> <p>Docente</p> <p>Horas</p> <p>Minutos</p> <p>Computadora</p> <p>Robot NAO</p> <p>Clase o práctica de laboratorio</p> <p>Laboratorio</p> <p>Parcial</p>
Periodicidad	Ciclo: La medición del indicador será por ciclo académico.
Glosario	<p>Variables utilizadas en la fórmula:</p> <p>N = tamaño de la población</p> <p>Z = nivel de confianza</p> <p>P = probabilidad de éxito, o proporción esperada</p> <p>Q = probabilidad de fracaso</p> <p>D = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).</p> <p>Eb: Proporción de estudiantes beneficiados con el uso del portafolio de aplicaciones para NAO.</p> <p>n: Muestra de estudiantes de Ingeniería y Técnicos en Ingeniería participantes en el estudio.</p> <p>E: Cantidad de estudiantes beneficiados con el uso del portafolio de aplicaciones para NAO.</p>
Fuentes de información	<p>Pruebas de desempeño</p> <p>Historial de asistencia</p> <p>Encuesta a estudiantes</p>

Encuesta a docentes

Desagregación	<p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">- Por cantidad de proyectos desarrollados- Porcentaje de mejora en la comprensión de lenguaje de programación.- Recursos disponibles- Nivel de aceptación de la programación.- Tiempo que dedica a programar.- Cantidad de asignaturas inscritas- Horario- Recursos disponibles <p>Docentes:</p> <ul style="list-style-type: none">- Metodología y técnicas de enseñanza- Por especialidad- Por asignaturas impartidas- Horario- Cantidad de asignaturas que imparte- Recursos utilizados, como internet, computadora y sitios web- Robots NAO disponibles
---------------	---

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Indicador 4 cantidad de proyectos

Elemento	Detalle
Nombre	Cantidad de proyectos incluidos en el portafolio.
Definición	Los proyectos para el robot NAO incluidos en el portafolio serán seleccionados después de realizar investigación documental, y considerando que sean de las categorías educación, entretenimiento, salud y medio ambiente.
Interpretación	<p>Este indicador representa la cantidad de proyectos incluidos en el portafolio podrán interpretarse por área, alcance y funcionalidad, y nivel de avance.</p> <p>Por área: Cantidad de proyectos en el área de educación, entretenimiento, salud y medio ambiente.</p> <p>Por funcionalidad: Funcional y no funcional.</p>

	Nivel de avance: Sin iniciar, en proceso de desarrollo, completado, implementado.
Fórmula	$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$
Unidad	Proyecto
Periodicidad	Por ciclo académico
	P_t = Cantidad total de proyectos realizados o probados por estudiantes y docentes.
	P_1, P_2, \dots, P_n = Proyecto 1, Proyecto 2, hasta Proyecto N realizados.
Glosario	NAO: es un robot humanoide desarrollado por la empresa SoftBank Robotics (anteriormente esta empresa se llamaba Aldebaran Robotics), tiene aplicaciones practicasen diferentes áreas como medicina, investigación, educación y salud.
Fuentes de información	Bitácoras de investigación. Historial de prácticas de laboratorio. Informes mensuales de actividades académicas. Informe de actividades programadas. Historial de proyectos desarrollados.
Desagregación	Proyectos por área: Las áreas de aplicación del robot NAO de interés para la investigación son Educación, investigación, entretenimiento y salud. Por investigador. Tipo de lenguaje. Por plataforma de desarrollo. Por tipo de función: Los proyectos tendrán una finalidad en el uso del robot NAO, la función puede ser de movimiento o desplazamiento, baile, canto, aprendizaje, saludo, etc.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Indicador 5 aplicaciones del robot NAO

Elemento	Detalle
Nombre	Indicador 5 Cantidad documentada de funciones del robot NAO y sus aplicaciones en la sociedad actual, principalmente en entornos educativos.

Definición	En la actualidad se desarrollan muchas investigaciones relacionadas con la robótica y en el caso del robot NAO, un robot en constante evolución, se busca encontrar las diversas aplicaciones que permitan resolver problemáticas reales.
Interpretación	Las aplicaciones del robot NAO son diversas, aunque esta investigación comprende desarrollo de proyectos en cuatro áreas que son: Salud, educación, investigación y entretenimiento, es posible tener más áreas de aplicación como las que se han documentado en el marco teórico, en la educación inicial, atención adultos mayores, nao como narrador de tradiciones, se pretende documentar más aplicaciones y serán incluidas en el informe de la investigación.
Fórmula	$I_1, I_2, \dots, I_n =$ Investigación 1, Investigación 2, hasta Investigación N relacionadas con el robot NAO.
Unidad	Investigación Artículo científico Tesis
Periodicidad	Anual
Glosario	$I_1 =$ Investigación 1 $I_2 =$ Investigación 2 $I_n =$ Investigación n
Fuentes de información	Buscador de Google Google académico Bibliotecas en línea Revistas científicas
Desagregación	Cantidad de funciones documentadas y áreas de aplicación investigadas: Educación Salud Investigación Entretenimiento Movimientos Juego Tradiciones

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2: Cuestionario interés por la programación y robótica

Universidad Gerardo Barrios Centro Regional Usulután.

Facultad de Ciencia y Tecnología

Investigación: Portafolio de proyectos para el robot humanoide NAO.

Objetivo: Conocer el grado de interés por la robótica mostrado por los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas y Redes de la Universidad Gerardo Barrios Centro Regional de Usulután.

Indicación: Este instrumento consta de tres secciones, preguntas generales, y las secciones de diagnóstico para medición de conocimientos de programación y robótica.

Dimensión 1: Preguntas generales.

¿Cuál es tu género?

- Femenino
- Masculino

¿Tú eres?

- Estudiante
- Docente
- Otros: _____

Rango de edad

- 15 – 20 años
- 21 – 30 años
- 31 – 40 años
- 41 – 50 años
- Más de 50 años

¿Cuál es la carrera que estudias o área de especialización?

- Ingeniería en sistemas
- Técnico en ingeniería en sistemas
- Robótica
- Mecatrónica
- Licenciatura en computación
- Técnico en programación
- Otra

¿En cuál ciclo de la carrera te encuentras?

- I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X

¿Cuál consideras que es tu nivel de dominio de la programación?

- Necesito mejorar
- Regular
- Bueno
- Muy Bueno
- Excelente

¿Cuál consideras que es tu nivel de dominio de la robótica?

- Necesito mejorar
- Regular
- Bueno
- Muy Bueno
- Excelente

Dimensión 2: Interés por la programación

¿Con cuáles recursos cuentas para tu formación en el área de programación?

- Laptop
- Computadora de escritorio
- Smartphone
- Robot NAO
- Cuenta gratuita de simulador
- Internet

¿Cuáles asignaturas de programación o robótica has cursado o estás cursando?

- Diseño de circuitos digitales
- Robótica I
- Programación II
- Programación III
- Programación IV

¿Cuáles de los siguientes lenguajes de programación conoces o has utilizado?

- C++
- Python
- PHP

- XML
- HTML
- Java
- JavaScript
- CSS
- Visual Basic
- Visual C++

¿Cuáles de estos lenguajes de programación dominas?

- C++
- Python
- PHP
- XML
- HTML
- Java
- JavaScript
- CSS
- Visual Basic
- Visual C++

Por lo general ¿cuántas horas semanales dedicas a la programación?

- Escala de 1 a 10

¿Has estado antes en alguna clase o curso de programación de robots?

- Si
- No

¿Qué áreas consideras que son necesarias para programación de robots?

- Matemáticas
- Psicología
- Ciencias Sociales
- Informática
- Mecánica
- Electrónica
- Informática.

¿Por qué te gustaría aprender lenguajes de programación para robots?

- Para aprender sobre los robots
- Se aplica a mi área de estudio
- Porque son el futuro
- Para fortalecer mis capacidades
- Porque me gusta

¿Cuáles de las siguientes actividades te interesa más?

- Programar un robot
- Trabajo en equipo
- Aprender un nuevo lenguaje de programación
- Conocer cómo funcionan los robots
- Conocer las partes de un robot

¿Qué tipos de proyectos de robótica te gustaría desarrollar?

- Educación
- Investigación
- Salud
- Entretenimiento

¿Te interesa participar en el desarrollo de un portafolio de proyectos para NAO?

- Si
- No
- Tal vez

Dimensión 3. Interés por la robótica

Indicación: Las siguientes preguntas deben ser respondidas seleccionando la opción que consideres correcta, según la siguiente escala: (1) Muy de acuerdo, (2) De acuerdo, (3) Neutral, (4) En desacuerdo y (5) Muy en desacuerdo. En la tabla se ha identificado los ítems con su respectivo indicador al que corresponden.

Nº	Ítem	Escala				
		1	2	3	4	5
1	Has creado o participado en el proceso de construcción de un robot (interés en los robots)					
2	Consideras que un robot puede realizar algunas actividades de					

	la vida cotidiana que realizan las personas (beneficios de los robots)					
3	Te sientes interesado por la programación de robots (interés en los robots)					
4	Puedes describir las partes que conforman un robot (interés en los robots)					
5	Creo que es una buena idea utilizar los robots para beneficio de las personas (beneficios de los robots)					
6	Me interesan mucho los robots que pueden hablar (interés en los robots)					
8	El tema de los robots me resulta muy interesante (interés en los robots)					
9	Creo que sabría rápidamente cómo utilizar un robot (interés en los robots)					
10	Creo que podría programar un robot sin ayuda (interés en los robots)					
12	Me siento interesado en programar un robot (interés en los robots)					
14	Los robots humanoides transmiten confianza (apariencia de un robot)					
15	La robótica es un área muy importante (beneficios de los robots)					
16	Encuentro agradable la interacción con un robot (apariencia de un robot)					
17	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de salud (interés en los robots)					
18	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de entretenimiento (interés en los robots)					
19	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de investigación (interés en los robots)					
20	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de educación (interés en los robots)					

Anexo 3: Cuestionario conocimientos en robótica

Universidad Gerardo Barrios Centro Regional Usulután.

Facultad De Ciencia Y Tecnología

Investigación: Portafolio de proyectos para el robot humanoide NAO.

Objetivo: Conocer el nivel de conocimientos en robótica mostrado por los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas y Redes de la Universidad Gerardo Barrios Centro Regional de Usulután.

Indicación: Se usó la siguiente escala: De 0 a 2 necesita mejorar, 3 a 4 regular, 5 a 6 bueno, 7 a 8 muy bueno, 9 a 10 excelente.

¿Qué es una entrada digital?

- Botón pulsador
- Led infrarrojo
- Potenciómetro

¿Es una tarjeta que permite aumentar la cantidad de conexiones para los microcontroladores?

- Expansores
- Shield
- Bricks

Tipo de actuador que obtiene su energía de un fluido a presión, generalmente algún tipo de aceite mineral

- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos

En Arduino permite conectarnos para enviar y recibir mensajes o llamadas, conectarnos a la red celular

- Wifi Shield
- GSM Shield
- Shield Ethernet

Qué es un escudo (shield)

- Un sistema que se usa para encapsular las tarjetas de desarrollo
- Una tarjeta que se apila sobre una placa Arduino para ampliar sus características
- Una placa para funcionar como escudo de interferencias electromagnéticas

Módulos o sensores compatibles con Arduino que facilitan las conexiones

- Expansores
- Shield
- Bricks

De los siguientes componentes, señala ¿Cuál es una salida en un robot?

- motor servo
- LDR
- Potenciómetro

¿Qué hace esta instrucción en un programa de Arduino?

int led=9;

- Enciende el led 9
- Se define una variable asignando el valor 9
- Asigna el puerto 9 a led

¿Es un componente electrónico capaz de realizar una acción?

- Arduino
- Sensor
- Actuador

Dispositivo capaz de detectar materiales con el objetivo de mandar una señal y permitir que continúe un proceso

- Arduino
- Actuador
- Sensor

Anexo 4: Validación de instrumento con Inflesz

Aplicación de métricas usando Inflesz, al cuestionario para diagnosticar el nivel de percepción de la importancia de la robótica. Este instrumento será aplicado a una muestra de estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas y Redes.

Tabla 24: Análisis de métricas instrumento de investigación

N°	ITEM	Escala		
		Inflesz	Flesch-Szigriszt	Fernández Huerta
1	Has creado o participado en el proceso de construcción de un robot	Bastante fácil	65.04	69.60
2	Considera que un robot puede realizar actividades como las que realizan las personas en la vida cotidiana	Algo difícil	46.91	51.85
3	Te sientes interesado por la programación de robots	Bastante fácil	66.45	71.18
4	Puedes describir las partes que conforman un robot	Muy fácil	82.02	86.18
5	Creo que es una buena idea utilizar los robots para beneficio de las personas	Normal	63.78	63.99
6	Me interesan mucho los robots que pueden hablar	Muy fácil	82.02	86.18
7	El tema de los robots me resulta aburrido	Muy fácil	82.02	86.18
8	El tema de los robots me resulta muy interesante	Bastante fácil	73.24	77.66
9	Creo que aprender a utilizar un robot es muy fácil	Bastante fácil	78.46	82.64
10	Creo que podría programar un robot sin ayuda	Bastante fácil	78.24	78.68
11	Creo que podría programar un robot si alguien me ayuda	Bastante fácil	72.24	76.64
12	Me siento muy interesado en aprender a programar un robot	Bastante fácil	66.00	70.64

13	Considero que los robots pueden ser muy útiles	Bastante fácil	74.24	78.68
14	Los robots con apariencia humanoide transmiten confianza	Muy difícil	39.63	45.41
15	Me gusta la robótica porque es un área muy importante	Bastante fácil	66.00	70.64
16	Encuentro que es agradable la interacción con un robot	Bastante fácil	73.24	77.66
17	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de salud	Muy fácil	80.62	84.60
18	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de entretenimiento	Normal	59.85	64.60
19	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de investigación	Bastante fácil	65.04	69.60
20	Me gustaría conocer más del uso de robots en área de educación	Bastante fácil	70.24	74.60

Fuente: Elaboración propia.

Aplicación de métricas al cuestionario para diagnóstico del nivel de conocimiento de la robótica. Aplicado a dos grupos focalizados, estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas y Redes, cursando las asignaturas Principios de Electrónica y Electrónica Digital.

Tabla 25: Dimensión 1. Preguntas generales

Nº	ITEM	Escala		
		Inflesz	Flesch-Szigriszt	Fernández Huerta
1	¿Cuál es tu género?	Muy fácil	109.39	112.76
2	¿Tú eres?	Muy fácil	111.39	114.80
3	Rango de edad	Muy fácil	100.0	103.78
4	¿Cuál es la carrera que estudias o área de especialización?	Bastante fácil	66.0	70.64
5	¿En cuál ciclo de la carrera te encuentras?	Muy fácil	97.60	101.18
6	¿Cuál considera que es tu nivel de dominio de la programación?	Muy fácil	82.56	86.53

7	¿Cuál considera que es tu nivel de dominio de la robótica?	Muy fácil	82.56	86.53
----------	--	-----------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Dimensión 2. Conocimientos de programación

Nº	ITEM	Escalas		
		Inflesz	Flesch-Szigriszt	Fernández Huerta
1	¿Con cuáles recursos cuentas para tu formación en el área de programación?	Bastante fácil	70.24	74.60
2	¿Cuáles asignaturas de programación o robótica has cursado o estás cursando?	Algo difícil	42.92	48.35
3	¿Cuáles de los siguientes lenguajes de programación conoces o has utilizado?	Algo difícil	48.58	53.80
4	¿Cuáles de estos lenguajes de programación dominas?	Normal	57.44	62.56
5	Por lo general ¿cuántas horas semanales dedicas a la programación?	Normal	64.78	69.74
6	¿Has estado antes en alguna clase o curso de programación o robótica?	Bastante fácil	65.04	69.60
7	¿Qué áreas consideras que son necesarias para programación de robots?	Algo difícil	53.54	58.64
8	¿Por qué te gustaría aprender un lenguaje de programación para robots?	Algo difícil	53.54	58.64
9	¿Cuáles de las siguientes actividades te interesa más?	Algo difícil	50.87	56.18
10	¿Qué tipos de proyectos de robótica te gustaría desarrollar?	Algo difícil	52.47	57.66
11	¿Te interesa participar en el desarrollo de un portafolio de proyectos para NAO?	Algo difícil	54.86	59.73

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Dimensión 3. Conocimientos de robótica

Nº	ITEM	Escalas
----	------	---------

		Inflesz	Flesch-Szigriszt	Fernández Huerta
1	¿Qué es una entrada digital?	Bastante fácil	77.24	81.74
2	¿Es una tarjeta que permite aumentar la cantidad de conexiones para los microcontroladores?	Algo Dificil	40.48	45.89
3	Tipo de actuador que obtiene su energía de un fluido a presión, generalmente algún tipo de aceite mineral.	Normal	57.31	61.81
4	En Arduino permite conectarnos para enviar y recibir mensajes o llamadas, conectarnos a la red celular.	Algo Dificil	50.66	55.52
5	Qué es un escudo (shield)	Bastante fácil	67.28	72.29
6	Módulos o sensores compatibles con Arduino que facilitan las conexiones.	Algo Dificil	41.08	46.64
7	De los siguientes componentes, señala ¿Cuál es una salida en un robot?	Bastante fácil	70.24	74.60
8	¿Qué hace esta instrucción en un programa de Arduino?	Bastante fácil	73.24	77.66
9	¿Es un componente electrónico capaz de realizar una acción?	Algo Dificil	45.55	50.99
10	Dispositivo capaz de detectar materiales con el objetivo de mandar una señal y permitir que continúe un proceso.	Algo Dificil	50.39	55.15

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Formato para validación de instrumento con método variables individuales

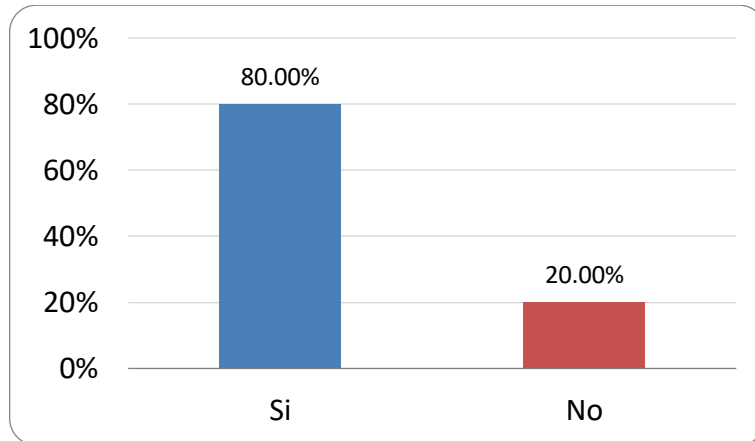
Formato para validar instrumentos de investigación.

ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR										Observaciones (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)	
	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (Sesgo)		Lenguaje adecuado con el nivel del informante		Mide lo que pretende			
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No		
1												
2												
3												
....												
n												
Aspectos Generales									Sí	No	*****	
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario												
Los ítemes permiten el logro del objetivo de la investigación												
Los ítemes están distribuidos en forma lógica y secuencial												
El número de ítemes es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítemes a añadir												
VALIDEZ												
APLICABLE					NO APLICABLE							
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES												
Validado por:						C.I.:			Fecha:			
Firma:						Teléfono:			e-mail:			
Nota. Modificado de Formato de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo (2007).												

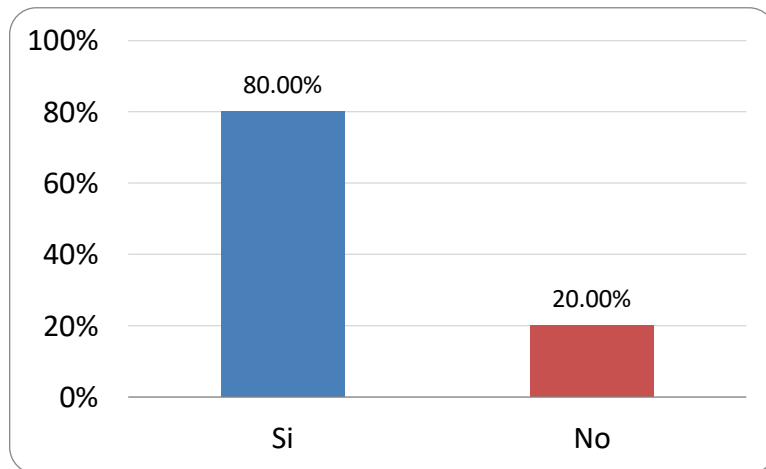
Anexo 6: Resultados de validación con método de variables individuales.

Resultados de la validación de instrumento. Este proceso ha utilizado herramienta para creación de encuestas en línea llamada Questionpro (Questionpro.com, 2020), para recopilar las respuestas de los expertos.

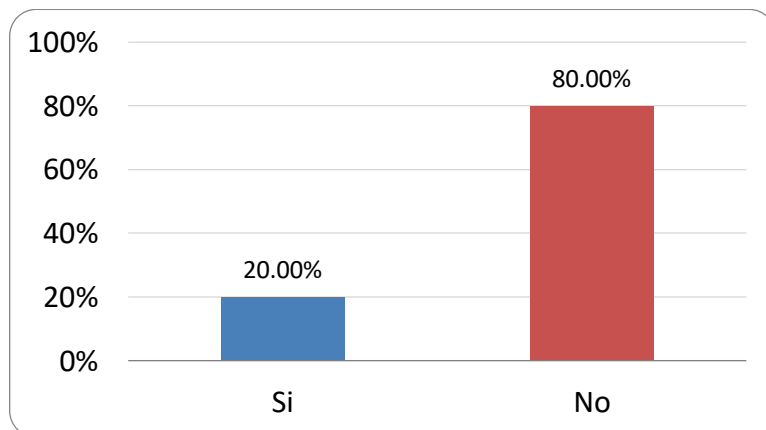
¿Existe claridad en la información?



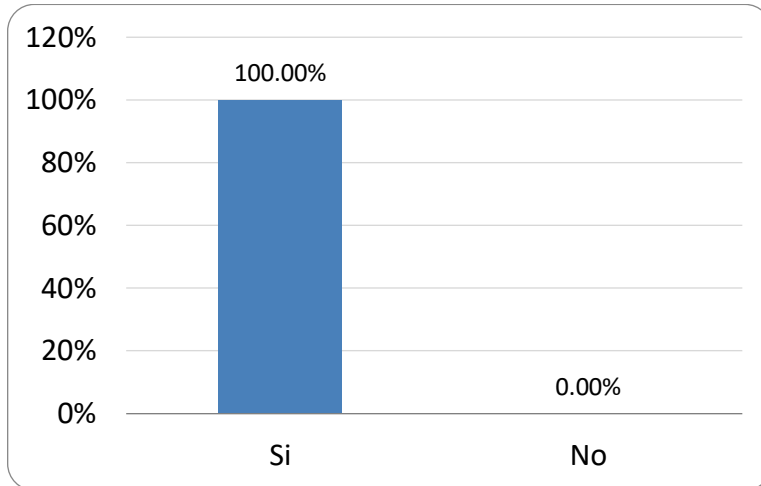
¿Existe coherencia interna?



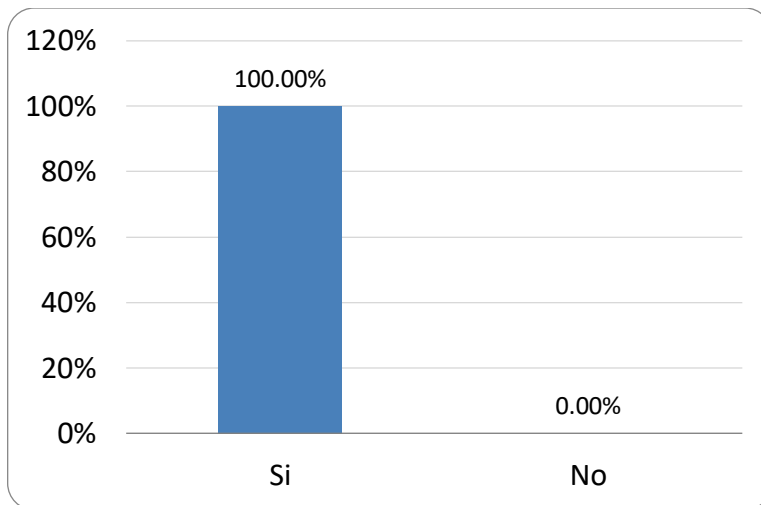
¿Considera que hay inducción a la respuesta (Sesgo)?



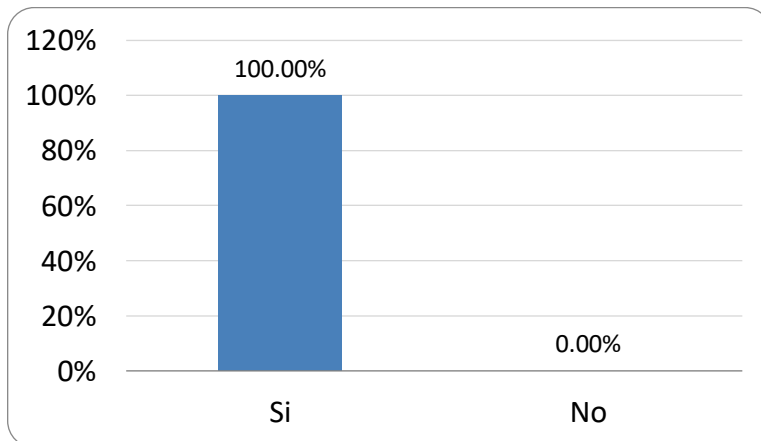
Uso de lenguaje adecuado con el nivel del encuestado



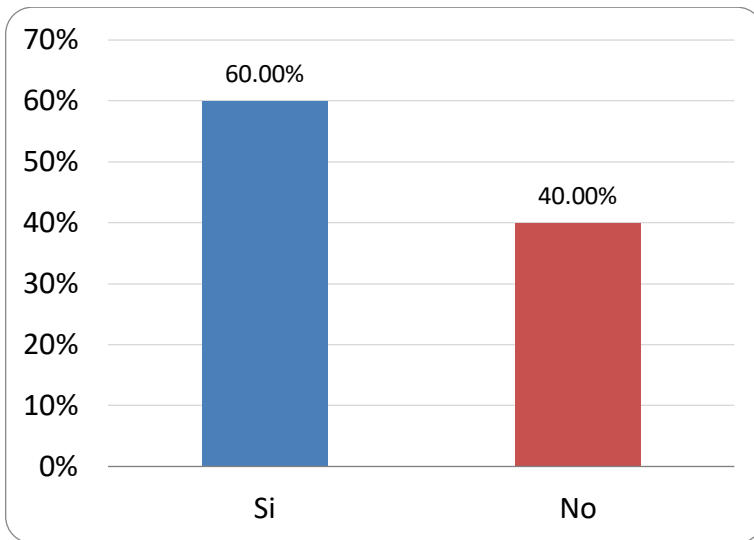
¿Considera que el cuestionario mide lo que pretende?



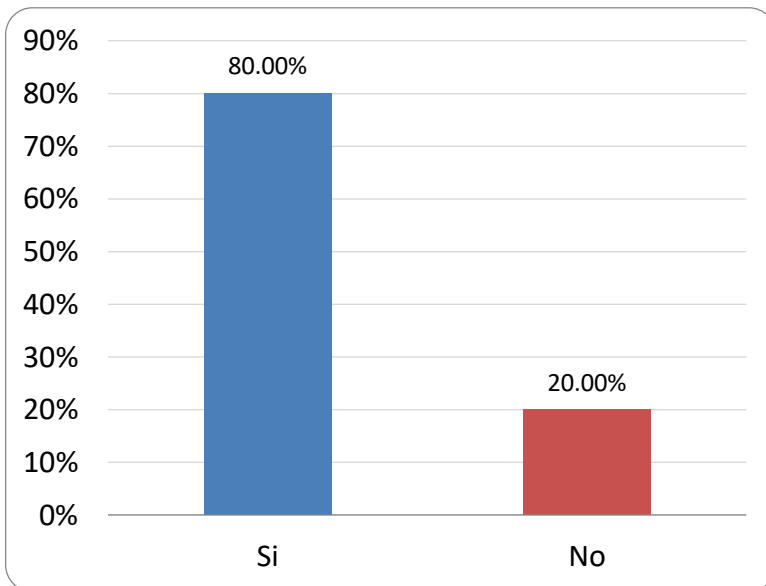
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario



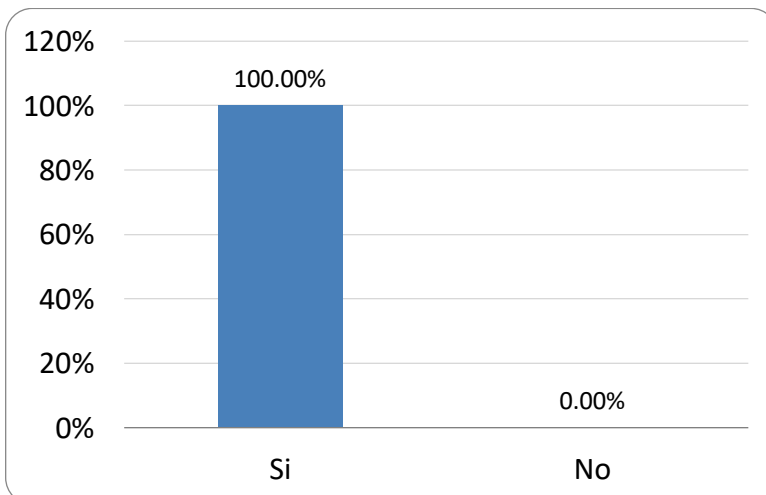
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación



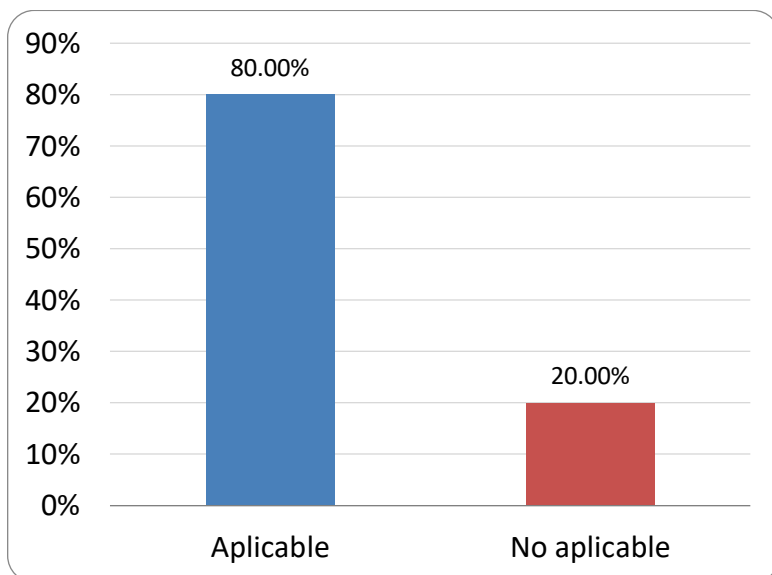
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial



El número de ítems es suficiente para recoger la información.



Concluya indicando si el cuestionario es aplicable o no aplicable



Anexo 7: Cuaderno de cátedra.

CUADERNO DE CÁTEDRA PORTAFOLIO DE ROBÓTICA

Historia

El origen y desarrollo de la robótica no fue algo espontáneo; se ha venido dando a lo largo de la historia de lo cual se mencionan momentos históricos relevantes como puntos clave en su evolución. Aunque se piensa que el origen de la robótica es reciente, la verdad es que su origen es más antiguo, ya que el ser humano siempre ha intentado imitar mediante creaciones artificiales algunas partes del cuerpo y su funcionamiento. Algunos autores llevan el origen hasta el inicio de la Creación, teniendo en cuenta que Adán y Eva fueron los primeros seres artificiales creados a partir del barro. En todo caso, las razones exactas por las que nos atrae la creación de seres artificiales similares a los humanos se desconocen. Aunque, si bien es cierto que ha existido en una primera instancia una motivación religiosa y lúdica, finalmente se han impuesto las cuestiones más pragmáticas. (Mundo Digital Ciencia y Tecnología, n.d.).

Por siglos, el ser humano ha construido máquinas que imitan partes del cuerpo humano. Los antiguos egipcios unieron brazos mecánicos a las estatuas de sus dioses; los griegos construyeron estatuas que operaban con sistemas hidráulicos, los cuales eran utilizados para fascinar a los adoradores de los templos.

En Grecia, los primeros inventos robóticos de los que hay evidencia son del filósofo griego Archytas (428 A.C – 347 A. C.), de la escuela pitagórica y amigo de Platón, quien estableció el término “Automaton” para definir cualquier creación con movimientos propios y espontáneos. Fue el precursor en la fabricación de autómatas, su mayor logro fue un juguete en forma de una paloma que volaba autopropulsada mediante vapor de agua (Mundo Digital Ciencia y Tecnología, n.d.).

Ktesibios de Alejandría (285 A.C.–222 A. C.) fue un matemático que continuó con el desarrollo de autómatas, desarrolló muchos inventos destacando con la creación del primer reloj de agua, fue considerado el padre de la neumática (Mundo Digital Ciencia y Tecnología, n.d.).

Herón de Alejandría (70 A.C. – 10 A. C.) creó gran número de máquinas basadas en el uso del vapor. Así, se considera el padre de la hidráulica, empleando esta técnica para el desarrollo de numerosos automatismos, desde un dispensador de vino hasta la apertura automática de puertas de templos. Escribió el primer tratado de automatismos de la historia (Mundo Digital Ciencia y Tecnología, n.d.).

El Renacimiento proporcionó una nueva dimensión a la creación de ingenios automáticos, el “Hombre de Hierro” creado por Alberto Magno (1204-1282) y la “Cabeza Parlante” de Roger Bacon (1214-1294). El más significativo que se conserva en la actualidad, es “El Gallo” que formaba parte del reloj de la Catedral de Estrasburgo, este autómatas movía el pico y las alas cada cambio de hora. Estuvo en funcionamiento desde 1352 hasta 1789 (Víctor F. Muñoz, n.d.).

Leonardo Da Vinci (1452- 1519), construyó el “León Mecánico” para el rey Luis XII de Francia (1462 – 1515), también mediante el uso de un sistema de poleas dotaba de movimientos a armaduras de caballeros a modo de un verdadero robot antropomórfico. Salomón Camus (1576-1626) construyó para el Rey Sol Luis XIV (1638 – 1715), un coche en miniatura con sus caballos, su conductor y una dama en su interior, estaban dotados de movilidad (Víctor F. Muñoz, n.d.).

Jacques de Vaucanson quien vivió entre 1709 y 1782, construyó un pato mecánico que fue la admiración de toda Europa y descrito en su época como la pieza mecánica más maravillosa que se haya hecho. El pato alargaba su cuello para tomar el grano de la mano y luego lo tragaba para digerirlo. También construyó muñecos animados entre los que destaca un flautista capaz de interpretar melodías (Víctor F. Muñoz, n.d.).

Joseph Marie Jacquard quien vivió entre 1752 y 1834, un tejedor y comerciante francés, aplicó los principios desarrollados por Vaucanson en telares desarrollados en la época para dotarlos de una programación fundamentada en tarjetas perforadas. Considerada la primera máquina programable de la historia (Víctor F. Muñoz, n.d.).

Charles Babbage (1753-1827), Creó una “Máquina Diferencial”, la primera calculadora mecánica del mundo diseñada para el cálculo automático de tablas de logaritmos. Desde la época griega, el desarrollo tecnológico tiene un vacío, hasta el inicio de la robótica actual que puede fijarse en la industria textil del siglo XVIII, cuando Joseph Jacquard inventa en 1801 una máquina textil programable mediante tarjetas perforadas (Víctor F. Muñoz, n.d.).

Durante los siglos XVII y XVIII en Europa fueron construidos muñecos mecánicos muy ingeniosos que tenían algunas características de robots. Jacques de Vaucansos construyó varios músicos de tamaño humano a mediados del siglo XVIII. En 1805, Henri Maillardert construyó una muñeca mecánica que era capaz de hacer dibujos. (Bermejo, 2020). Karel Capek de origen checo, utilizó por primera vez la palabra robot en su obra llamada "Los Robots Universales de Rossum". La trama de la obra se trataba sobre un hombre que fabricó un robot y luego este último destruye a su creador. La palabra checa 'Robota' significa

servidumbre o trabajado forzado, y cuando se tradujo al inglés se convirtió en el término robot (Mundo Digital Ciencia y Tecnología, n.d.).

Alan Turing (1912-1954) publicó en 1950 un artículo titulado “Computing machinery and intelligence”, donde expresa su visión de crear máquinas que piensen por sí mismas como los humanos. Dando origen al término de inteligencia artificial (Turing, 1950).

A Isaac Asimov desde 1939 se le atribuye el término Robótica y creó las "Tres Leyes de Robótica". (1) Un robot no puede actuar contra un ser humano o, mediante la inacción, que un ser humano sufra daños. (2) Un robot debe de obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, salvo que estén en conflictos con la primera ley. (3) Un robot debe proteger su propia existencia, a no ser que esté en conflicto con las dos primeras leyes (Fernández Cofre et al., 2015).

George Devol (1912-2011) un ingeniero, inventor y empresario norteamericano, obtiene la patente de una máquina donde se utiliza la palabra robot en la época moderna. Después de la segunda guerra mundial, funda una empresa dedicada a la creación de máquinas específicas para las cadenas de producción, muy demandadas en la época, debido a que muchos países buscaban recuperarse de los efectos negativos en la industria ocasionados por la guerra (Roboticspot.com, n.d.).

1961 un robot Unimate se instaló en la Ford Motors Company para atender una máquina de fundición de troquel. En 1966 una firma noruega conocida como Trallfa, construyó e instaló un robot de pintura por pulverización (Galán Cruz, 2016).

En 1971 El "Stanford Arm", un pequeño brazo de robot de accionamiento eléctrico se desarrolló en la Stanford University. En 1978 Se introdujo el robot PUMA para tareas de montaje por Unimation, basándose en diseños obtenidos en un estudio de la General Motors (Es.wikipedia.org, 2019).

Tabla 28: Generaciones de la robótica.

Cinco generaciones forman la evolución de la robótica

Generación	Décadas	Características
Primera y segunda generación	1970-1990	Incluían la gestión de tareas repetitivas con autonomía muy limitada.
Tercera generación	1990-2000	La tercera generación incluyó visión artificial
Cuarta generación	2000-2010	Incluyó movilidad avanzada en exteriores e interiores.

Quinta generación	2010-a	la	Dominio de la inteligencia artificial en lo cual se está trabajando actualmente.
	fecha		

Fuente: (Galá Cruz, 2016)

Resumiendo lo anterior, a continuación, se presentan los avances de la robótica desde sus inicios. Mostrados en orden cronológico, solo se incluyen los más significativos que refuerzan este estudio.

Tabla 29: Eventos históricos de la robótica.

Periodo	Evento Histórico
<p>Década de 1950-1960</p>	<p>En 1951 Trabajo de desarrollo con tele operadores (manipuladores de control remoto) para manejar materiales radiactivos.</p> <p>En 1952 Una máquina prototipo de control numérico fue objetivo de demostración en el Instituto Tecnológico de Massachusetts después de varios años de desarrollo.</p> <p>En 1954 G.C. Devol diseña el primer robot programable y acuña el término "autómata universal", que posteriormente recorta a Unimation. Así llamaría Engleberger a la primera compañía de robótica.</p> <p>1956 primer robot comercial, de la compañía Unimation fundada por George Devol y Joseph Engelberger.</p> <p>1959, Se introdujo el primer robot comercial por Planet Corporation.</p>
<p>Década de 1960 a 1970</p>	<p>Se introdujo el primer robot "Unimate" basado en la transferencia de articulado programada por George Devol. Utilizan los principios de control numérico para el control de manipulador y era un robot de transmisión hidráulica.</p> <p>En 1961 Se publica un lenguaje de programación de piezas denominado APT (Automatilly Programmed Tooling).</p> <p>En 1964 Se abren laboratorios de investigación en inteligencia artificial en el MIT.</p> <p>En 1966 Una firma noruega, construyó e instaló un robot de pintura por pulverización.</p> <p>1968, Un robot móvil llamado "Shakey" se desarrolló en SRI (Standford Research Institute).</p>

Década de 1970 a 1980	<p>En 1973 Se desarrolló el primer lenguaje de programación de robots, denominado WAVE. Fue seguido por el lenguaje AL en 1974.</p> <p>1978, Se introdujo el robot PUMA (Programmable Universal Machine for Assambly) para tareas de montaje por Unimation.</p> <p>En 1979 se desarrolla robot tipo SCARA (Selective Compliance Arm for Robotic Assambly) en la Universidad de Yamanashi en Japón para montaje.</p> <p>1980, Un sistema robótico de captación de recipientes, con visión de máquina, fue objeto de demostración en la Universidad de Rhode Island.</p>
Década 1980 a 1990	<p>En 1981 Se desarrolló en la Universidad de Carnegie- Mellon un robot de impulsión directa.</p> <p>1982 IBM introdujo el robot RS-1 para montaje, basado en varios años de desarrollo interno. El lenguaje del robot AML, desarrollado por IBM, se introdujo también para programar el robot SR-1 en el mismo año.</p> <p>En 1983 se desarrolla un sistema de montaje programable adaptable (APAS), un proyecto piloto para una línea de montaje automatizada flexible con el empleo de robots.</p> <p>En 1984 SONY presenta un pequeño humanoide en la “Robodex 2000”.</p>
Década 2000 a 2010	<p>En 2000 Honda Motor Co. Ltd. Crea un Robot Humanoide capaz de desplazarse de forma bípeda e interactuar con las personas: Lo llamaron ASIMO.</p> <p>Robot humanoide de SONY, Qrio, se convierte en el primer humanoide comercial completamente autónomo capaz de correr. ASIMO de HONDA sería el primero en caminar, pero Qrio de SONY el primero en correr.</p>

Fuente: (Vega et al., 2013) y (Bermúdez Aguilar, 2015).

Países más desarrollados en robótica

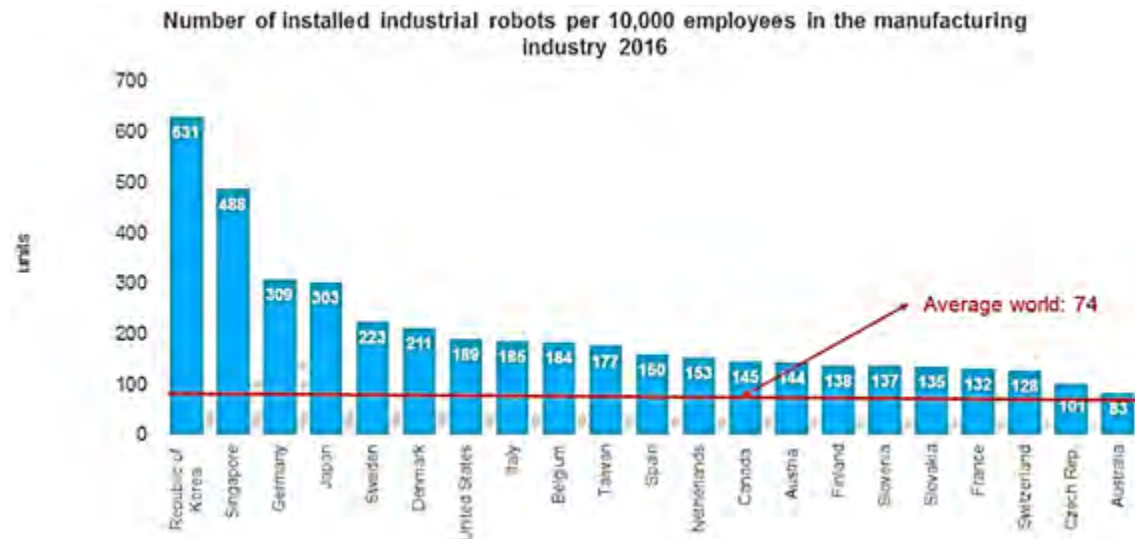
La robótica y el desarrollo de robots comenzó a ser visto como rentable desde inicio de los 90`s, década en la que las ventas de unidades robóticas alcanzaron el total de 81,000 unidades por año. Los países con más ventas de robots en esta década fueron Japón, Corea del Sur, Singapur y Alemania. Para el año 2014, Esta cifra aumentó en más de un 200% llegando a la cifra de 230,000 (Dinero.com, 2017).

Para el 2016 estos países siguen dominando el mercado de producción de robots, en la siguiente ilustración, se muestra la cantidad de robots por cada 10,000 empleados en el sector

industrial, la media a nivel mundial es de 74 unidades. Todos los países de la gráfica han superado el promedio mundial (Dinero.com, 2017).

Figura 28

Países con mayor cantidad de robot por habitante



Nota: En la gráfica puede observarse que el promedio de robots por país es de 74, el valor corresponde a estadísticas del 2016.

Fuente: (Dinero.com, 2017).

Por otra parte, se debe considerar el nivel de automatización que presentan los países, en una escala del uno al 25. Los países más automatizados del mundo son: Corea del Sur, Singapur, Alemania, Japón, Suecia, Dinamarca, EE. UU., Italia, Bélgica, Taiwán y España. A continuación, se mencionan los países que presentan un mayor avance en robótica (Jaimovich, 2018).

China: el gigante asiático apuesta en el uso de robots para las áreas de servicios, atención al cliente, por lo que se enfocan en el desarrollo de la inteligencia artificial, también tienen una tendencia a construir robots humanoides duplicando las características físicas humanas.

Figura 29

Robots producidos en china



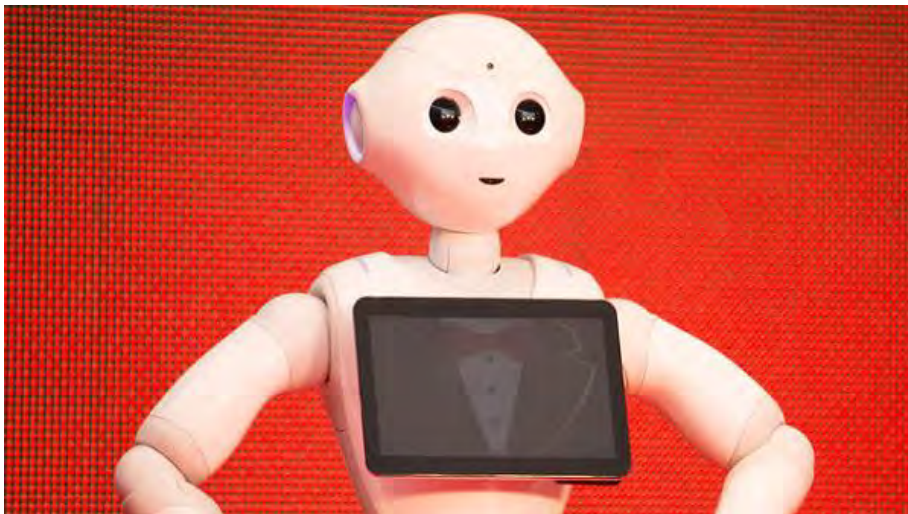
Nota: China se concentra en robots para la industria del servicio.

Fuente: (gettyimages.es, s.f.)

Japón: después de la segunda guerra mundial, Japón se dedicó al desarrollo tecnológico, siendo la robótica una de las áreas con mayor desarrollo. La automatización industrial había proporcionado una gran ayuda económica, y los robots humanoides eran una novedad y necesidad en la industria.

Figura 30

Robots de servicios



Nota: Los robots de servicio también son desarrollados en Japón.

Fuente: (Ruiz, 2016).

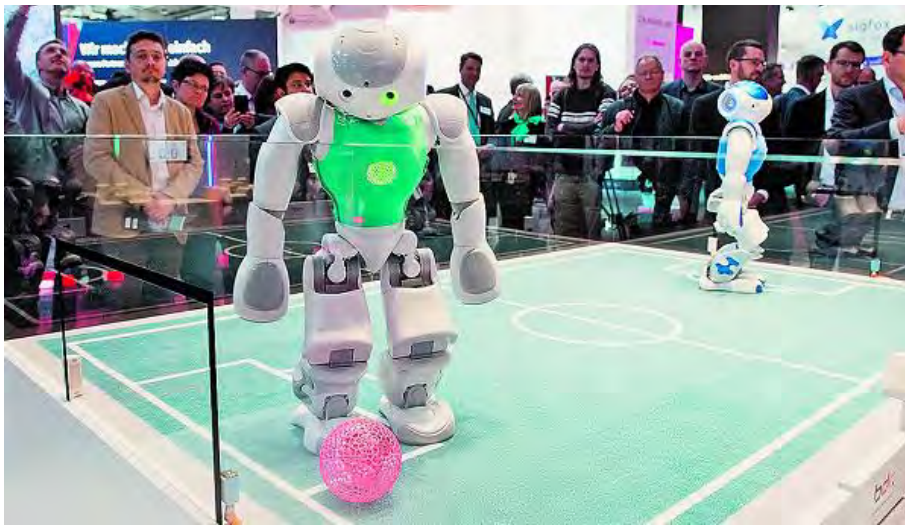
Uno de los personajes japoneses más influyentes de esta época fue Astro Boy, un androide que usaba sus poderes sobrehumanos para hacer el bien y unió al país en torno a un mensaje positivo sobre tecnología (Ruiz, 2016).

Estados Unidos: las grandes empresas como Amazon, Google y Facebook incrementaron el uso de robots en las empresas, usan cientos de robots en su cadena de producción.

Alemania: en Alemania hay 8 robots trabajando por cada 1.000 humanos (4 veces más que en EE. UU.), de las 10 principales firmas de desarrollo robótico industrial en el mundo, 8 son japonesas y el resto son alemanas. Se realizan ferias de robótica con la participación de los mejores modelos de robots disponibles en el mercado.

Figura 31

Feria de robots



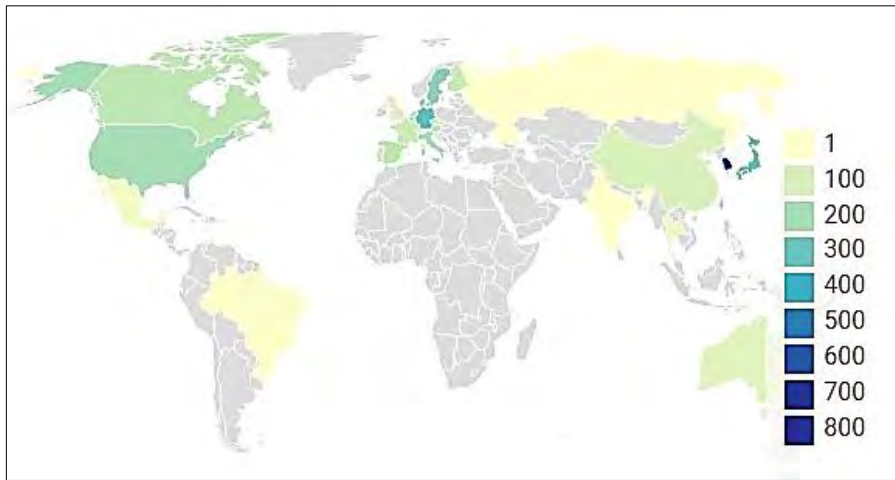
Nota: Robots en la Feria de la Industria de Hannover, Alemania.

Fuente: <https://www.lavozdegalicia.es>

Corea del Sur: tiene siete veces más trabajadores robots que la media mundial, es el país con mayor cantidad de robots por cada 10 mil trabajadores, actualmente apuesta por una robótica orientada a las personas que además de ser más humana, ayude a las personas en tareas específicas. Los robots se van a adueñar de algunos de los trabajos. Cada vez son más las unidades automatizadas que se encargan de los procesos de manufactura industrial, Corea del Sur es el país que más ha “empleado” robots hasta ahora (Biblioteca del Congreso de Chile, 2019).

Figura 32

Producción mundial de robots



Nota: Corea del Sur es el país con mayor cantidad de robots.

<https://www.camaracomercioespanacorea.es/>

España: con la implementación de la ley LOGSE “Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo”, España estableció que en la educación secundaria se debían incluir contenidos de robótica y automatización, incorporaron en las escuelas experimentación con sistemas automáticos, sensores, actuadores y aplicación de la retroalimentación en dispositivos de control; diseño y construcción de robots; uso del ordenador como elemento de programación y control; trabajo con simuladores informáticos para verificar y comprobar el funcionamiento de los sistemas diseñados.

Para el año 2017, los países latinoamericanos más robotizados figuraban muy por debajo en la lista, lejos del promedio global de 74 autómatas por cada 10.000 empleados (Ver ilustración 1). México solo tiene 33 robots por cada 10.000 trabajadores, Argentina el 16 y Brasil solo 11. (BBC News Mundo, 2017).

Argentina: en todos los Colegios de la Argentina se está impulsando la Roboliga, para niños mayores de 11 años. Con esta se busca fomentar el interés por la ciencia, la tecnología y la experimentación, generando conciencia en los jóvenes con respecto al impacto de las nuevas tecnologías en todas las áreas de nuestra vida (Roboliga.edu.ar, 2019).

Chile: la robótica educativa en Chile ha tenido grandes saltos en los últimos años. Los talleres de Robótica Edustorm (Tormenta Educativa) tienen una programación anual desde el mes de abril hasta el mes de diciembre. Ahí los estudiantes aprenden los conceptos básicos de la robótica, así como la construcción y programación, utilizando kits educativos: Lego NXT y RCX, Ollo, Parallax, Energías Renovables, Pitágoras y Legotrónica, y esto les permite llevar a la práctica los conceptos teóricos aprendidos en la rama de Educación Tecnológica (Cerda, Mariela; Morales, 2017).

Robots humanoides

Después de enfocarse en la historia y avances en robótica de los diferentes países, se aborda el concepto de robot humanoide, que puede tener fines funcionales tales como la interacción con herramientas y entornos humanos, con fines experimentales como el estudio de la locomoción bípeda, o para otros fines. En general, los robots humanoides tienen un torso, una cabeza, dos brazos y dos piernas, aunque algunas formas de robots humanoides pueden modelar solo una parte del cuerpo, por ejemplo, de la cintura para arriba. Algunos robots humanoides pueden tener cabezas diseñadas para replicar los rasgos faciales humanos, tales como los ojos y la boca. Los androides son robots humanoides construidos para parecerse estéticamente a los humanos. Los robots humanoides actualmente son usados como herramienta en investigaciones científicas (Revista de Negocios del IEEM, 2016).

Entre los múltiples temas que son investigados por los estudiantes en estos procesos, destacan, según Fernández & López González (Fernández Cofre et al., 2015).

- Sistemas eléctricos y circuitos electrónicos.
- Conexiones en serie y en paralelo.
- Motores de corriente directa y de corriente alterna.
- Actuadores.
- Mecánica del movimiento.
- Física aplicada.
- Matemática.
- Programación.
- Análisis y diseño de algoritmos.

Existen varios modelos comerciales de microcontroladores, entre los que están:

- Interfaz ROBO TX Controller de Fischertechnik
- Ladrillo RCX, NXT de Lego
- Interfaz Enconor, de Enconor Tecnología Educativa
- Robot Programable Moway, de Minirobots
- Sistema constructivo Multiplo, de RobotGroup
- Kits educativos y contenidos Robo-Ed.
- Microprocesadores PIC
- Tarjetas de desarrollo de Arduino.

Sin embargo, los robots humanoides actuales incluyen componentes más complejos y por lo general disponen de software o entorno de desarrollo creado específicamente para su programación. A continuación, se realiza una breve descripción de los robots humanoides más comunes que encontrados en el mercado actual.

Robot humanoide ASIMO: El robot humanoide ASIMO, fue creado por Honda, los primeros en lograr que un robot caminara. Es un robot humanoide (androide) presentado por la compañía japonesa Honda en el año 2000 (honda.com, 2020).

Figura 33

Robot ASIMO



Nota: Robot ASIMO creado en Japón por la empresa Honda

Fuente: (Ruiz, 2016).

El nombre ASIMO es acrónimo de "Advanced Step in Innovative Mobility" que significa paso avanzado en movilidad innovadora, con el diseño y desarrollo de ASIMO se pretende ayudar a las personas que carecen de movilidad completa en sus cuerpos, así como para animar a la juventud para estudiar ciencias y matemáticas.

Sus grandes cualidades son:

- Reconocimiento de objetos en movimiento, en lo que se incluye distancia y dirección a causa de una cámara montada en su cabeza.
- Reconocimiento de las posturas y los gestos, por tanto, puede reaccionar a ello, y ser dirigido mediante voz.
- Reconocimiento del entorno, puede detectar el terreno para que sea seguro para las personas, como sería una escalera.
- Distinguir los sonidos, es decir, puede responder a su nombre, observar a la gente cuando se le habla, y reconoce sonidos inusuales como la de un objeto que cae o una

colisión, y mira en la dirección del golpe. Es capaz de responder muchas preguntas, ya sea por un breve movimiento del cuerpo en general o de solo la cabeza, o una respuesta verbal.

- El reconocimiento del rostro. Una vez que estén guardados en su memoria puede responderles por su nombre.

ASIMO también puede conectarse a Internet y de esta forma puede proporcionar información y mejorar su propio funcionamiento de aplicaciones comerciales. Por tanto, podría recibir a los visitantes e informar al personal de la llegada del visitante mediante la transmisión de mensajes e imágenes de la cara del visitante, además que podrían guiar a los visitantes a un lugar predeterminado (honda.com, 2020).

Robot humanoide iCub: El robot iCub tiene forma humana, su plataforma de desarrollo es de código abierto que fue diseñada por el RobotCub Consortium de varias universidades europeas y construido por el ITT. Se trata de un androide de un metro de altura con dimensiones similares a las de un niño de tres años y medio, y fue diseñado para probar la hipótesis de la cognición incorporada, según la cual la mente y el medio ambiente interactúan para dar lugar a los procesos mentales y motrices.

Figura 34

Robot iCub



Nota: iCub es llamado el niño robot.

<https://www.researchgate.net/>

El iCub está equipado con 53 motores que mueven la cabeza, los brazos, la cintura y las piernas, y dispone de todo tipo de sensores y cámaras que le permiten ver y escuchar. Además, tiene sentido de propiocepción, que es el que informa al cerebro de la posición y movimiento de las partes del cuerpo, sentido del movimiento, y están trabajando para otorgarle también sentido del tacto (Arteaga, 2017).

Robot humanoide TOPIO: Es un robot humanoide creado por una firma radicada en Vietnam llamada TOSY Robotics. El nombre hace referencia a las palabras "TOSY Ping Pong Playing Robot", por ser un robot diseñado para jugar tenis de mesa contra un ser humano. La versión 1.0 con movimiento hidráulico, se presentó al público en julio de 2007, pero no fue hasta el 28 de noviembre del mismo año en que se presentó una versión modificada en Tokio durante la International Robot Exhibition (IREX) (Robotcenter.co.uk, 2019).

Figura 35

Robot TOPIO



Nota: TOPIO un robot humanoide jugador de tenis de mesa.

Fuente de la imagen: <https://www.popsci.com/technology/>

Existen tres versiones del robot, cada una más sofisticada que la anterior. La altura del modelo actual es de aproximadamente 1,88 m, con un peso de 120 kg. En total cuenta con 39 grados de libertad. Las versiones 2.0 y 3.0 emplean servo motores eléctricos, mientras que

la versión original se movía mediante un sistema hidráulico. La versión 2.0 fue presentada en la Feria Internacional del Juguete de Núremberg de 2009, mientras que la 3.0 volvió a ser presentada en el IREX del 2010 (Robotcenter.co.uk, 2019).

Robot humanoide Ginoide: Los robots llamados Ginoide o Fembot, son antropomorfos, es decir con apariencia humana, pero del género femenino, aunque el término "androide" se usa para los robots de apariencia masculina y femenina, el término Ginoide permite crear la diferencia de género. El concepto de mujer artificial aparece desde la mitología griega. Al artesano de los dioses Hefesto, se le atribuía la fabricación de mujeres de metal, el rey Pigmalión cansado de no encontrar a la mujer ideal, comenzó a fabricar estatuas, hasta que creó una estatua tan perfecta (Leslie, 2009).

Figura 36

Robot Ginoide



Nota: Un robot Ginoide con aspecto femenino.

Fuente de la imagen: <https://martinarium.wordpress.com/>

Estas historias contienen los elementos primordiales de las ginoides: robots hechos para trabajar y servir, así como para representar un ideal amoroso, sin embargo, vemos que este concepto está en contra de la equidad de género, ya que se considera a la mujer robot solo como asistente, objeto sexual o una sirvienta.

Robot humanoide Maggie: Desarrollado en España por la empresa Robotics Lab de la UC3M. Tiene a capacidad de reconocer a las personas por su voz, reconoce rostros, siente cuando alguien la toca, y se mueve por el entorno con autonomía, evitando obstáculos, también puede conectarse a Internet y dar información accesible. Además, tiene una pantalla táctil desde la que se le pueden dar instrucciones (RoboticsLab, 2019).

Figura 37

Robot Maggie



Nota: Robot Maggie usado en servicio y educación.

Fuente: <https://www.roboticslab.cl/>

Robot humanoide REEM: Este robot humanoide fue desarrollado por una empresa española de origen catalán llamada Pal Robotics, y contó con el apoyo de dos Universidades, la Universitat Politècnica de Catalunya y la Universitat Ramon Llull. Tiene muchas funciones entre las que podemos mencionar que es capaz de reconocer rostros y la voz de quién lo utiliza, tiene la habilidad de orientarse en cualquier espacio cerrado evitando obstáculos y puede abrir puertas; pero la función más sobresaliente de este robot es que puede reconocer y es capaz de comunicarse en 30 lenguas distintas, además tiene un micrófono, cámara y pantalla táctil (Pal Robotics, 2019).

Tabla 30: Modelos del robot humanoide REEM.

Modelo	REEM-A (2006)	REEM-B (2008)	REEM-C (2013)
Peso	49 kg	64 kg	80 kg

Altura	1.4 m	1.47 m	1.65 m
Desplazamiento	bípido	bípido	bípido
Velocidad	1.5 km/h	1.5 km/h	1.4 km/h
Autonomía	90 minutos	120 minutos	180 minutos Activo 360 minutos en standby
Degrees of Freedom	30	41	44
Capacidad de Carga	2 kg	12 kg	10 kg
CPU Principal	Intel Pentium M (1.6 GHz)	Intel Core Duo (1.66 GHz)	Intel Core i7 2710QE x 2

Fuente: (Pal Robotics, 2019).

Figura 38

Robot humanoide REEM



Nota: Las tres versiones del robot humanoide REEM.

Robot Geminoid: Un Geminoid, en español geminoide del inglés Gemini (Géminis o gemelo) y el sufijo oide (forma, semejanza), es un robot diseñado para estudiar las expresiones y comportamientos humanos permitiéndole imitar los movimientos de una persona, también se les llama Actroides y su apariencia es siempre similar a la persona que lo controla. En 2005 fue creado el primer geminoide por Hiroshi Ishiguro de la Advanced Telecommunications Research Institute International (ATR) y la compañía Kokoro. Ltd. De Tokio.

Figura 39

Robot Geminoid F



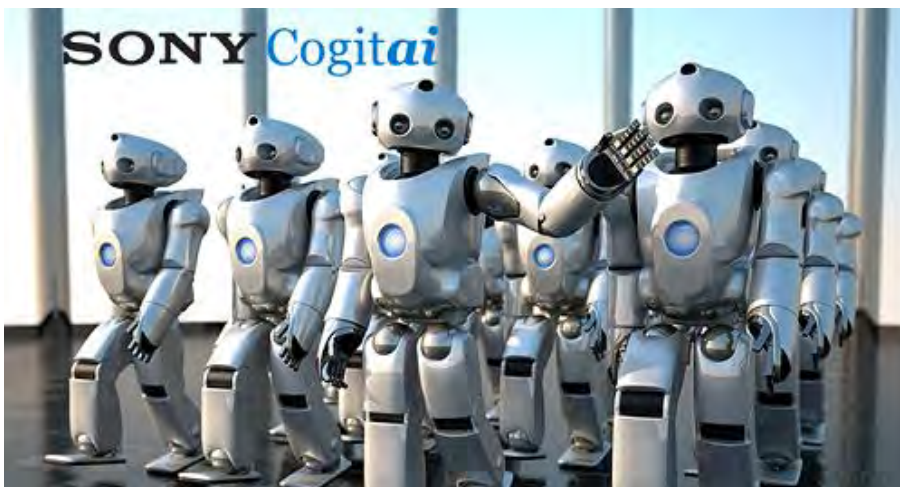
Nota: Un geminoide (Izquierda) cuya apariencia tiene gran parecido a las características de una mujer real (derecha), fue presentado por la Interactive Robot Expo de Japón.

Fuente de la imagen: <http://www.robotechnicstenerife.com/>

Robot humanoide QRIO: Un robot humanoide bípedo desarrollado y publicitado, pero jamás vendido, por la compañía japonesa Sony como continuación de su anterior robot, el perro Aibo, inicialmente llamado Sony Dream Robot o SDR, pero después se llamó QRIO como abreviación de Quest for cuRIOsity. Medía unos 60 centímetros de altura y pesaba 7,3 kg.

Figura 40

Robots QRIO



Nota: Los robots QRIO tienen diseño estructural similar al robot NAO.

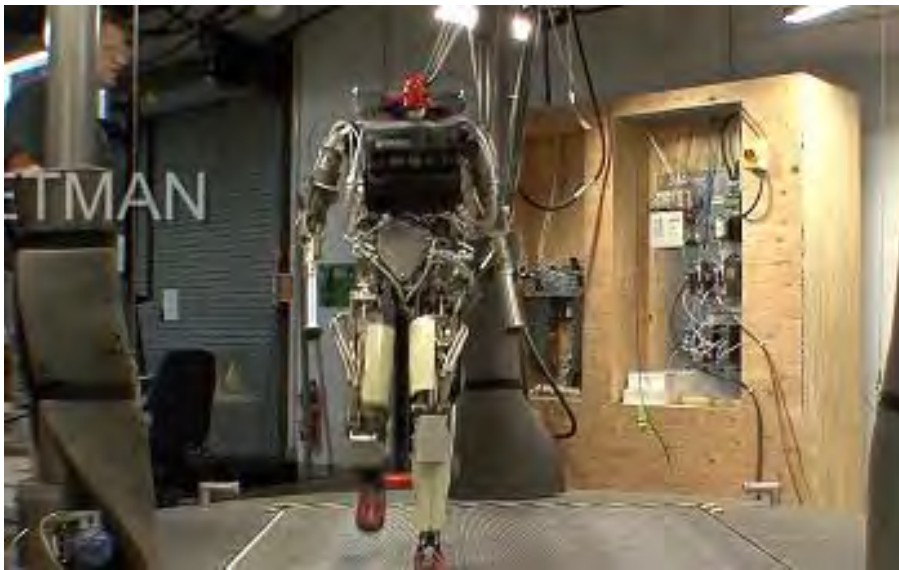
Fuente de imagen: <https://www.infochannel.info/>

Los prototipos de QRIO fueron desarrollados y fabricados por Sony Intelligence Dynamics Laboratory, Inc. en el año 2003. El mismo día que se anunció la discontinuación de Aibo, el 26 de enero de 2006 Sony anunció que suspendía el desarrollo de más robot QRIO (sony.com, 2019).

Robot humanoide PETMAN: Es un robot humanoide desarrollado por Boston Dynamics. Tiene cuatro extremidades accionadas hidráulicamente. Construido en aluminio de grado aeronáutico y titanio. Se alza a una altura máxima de 1.8 m de alto, pesa 150 kg y se ilumina con ledes azules.

Figura 41

Robot PETMAN creado por Boston Dynamics.



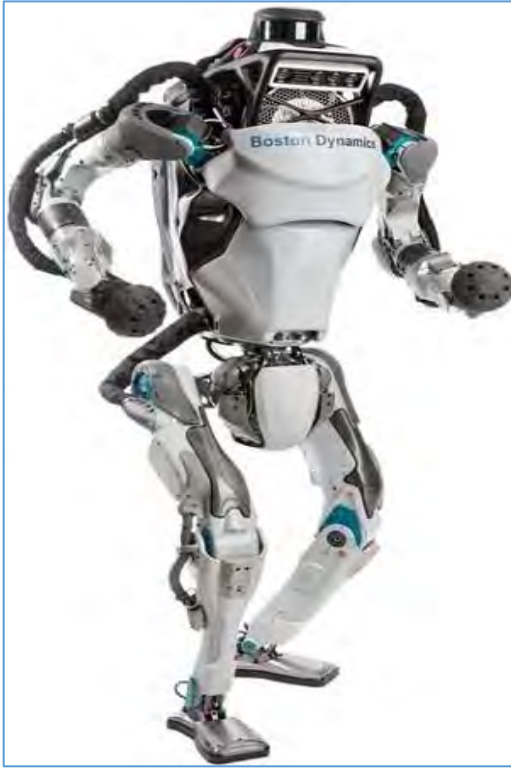
Nota: Robot humanoide PETMAN accionado hidráulicamente.

Robot humanoide ATLAS: Es un robot humanoide bípedo desarrollado por la compañía norteamericana de robótica Boston Dynamics, se dio a conocer al público el 11 de julio de 2013, financiado y supervisado por la Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). Tiene 1,8 m de altura y está diseñado para tareas de búsqueda y rescate. Atlas tiene tres versiones que son Atlas 1, Atlas 2 y Atlas Next Generation (nytimes.com, 2020).

Atlas 1.0: Atlas fue creado por Boston Dynamics, pero supervisado por la DARPA, una agencia del Departamento de Defensa de Estados Unidos. Una de las manos del robot fue desarrollado por Sandia National Laboratories, mientras que el otro fue desarrollado por iRobot.

Figura 42

Robot Atlas de la empresa Boston Dynamics



Nota: Atlas se basa en principios del robot PETMAN.

Fuente: www.alza.cz

El robot Atlas está equipado con dos sistemas de visión, un telémetro láser y cámaras estéreo, ambos controlados por un ordenador. Tiene las manos con las capacidades motrices finas. Sus extremidades poseen un total de 28 grados de libertad y puede navegar terrenos irregulares y subir de forma independiente con sus brazos y piernas, aunque el prototipo del 2013 fue atado a una fuente de alimentación externa para mantener la estabilidad.

Atlas 2.0: En enero de 2015 se presentó a la segunda versión del Atlas, Boston Dynamics afirma que este nuevo Atlas tiene 75% de partes nuevas ensambladas y que el porcentaje restante contiene elementos del robot original Atlas 1.0. Tiene autonomía energética, ya que está equipado con una batería de litio en su espalda, presenta una cubierta blanca que cubre en partes los circuitos y mecanismos internos.

Atlas Next Generation: Boston Dynamics presentó la nueva versión del Atlas conocida como Next Generation el 23 de febrero de 2016, puede caminar en diferentes tipos de terrenos, incluyendo nieve, analizar el terreno y manipula objetos, incluso cuando los objetos se mueven. Diseñado para operar tanto en exteriores como en edificios, accionado eléctricamente e hidráulicamente. Utiliza sensores en su cuerpo y piernas para mantener el equilibrio, y utiliza

sensores en su cabeza para evitar obstáculos. Esta versión de Atlas tiene aproximadamente 175 cm de altura (aproximadamente una cabeza más corta que el Atlas 1) y pesa 82 kg.

Robot humanoide HRP-4C: El robot humanoide HRP-4C fue creado por el Instituto Nacional de Tecnología y Ciencia Industrial Avanzada Sangyō Gijutsu Sōgō Kenkyū-jo de Tokio, también conocido por como AIST, y presentado al público el 16 de marzo de 2009 (www.aist.go.jp, 2009).

Figura 43

El robot HRP-4C



Nota: El robot HRP-4C es un ginoide de 158 cm de altura, con paraciencia de una mujer oriental.

<https://www.taringa.net/>

Por su fisonomía femenina puede ser considerado como un Ginoide. Tiene 158 cm de altura y pesa 43 kg incluyendo la batería. Su inteligencia artificial le permite el reconocimiento de la voz. Las dimensiones de su cuerpo han sido tomadas de una media de mujeres japonesas, y se desplaza mediante 30 motores, siendo capaz de adoptar poses. El rostro cuenta con ocho motores propios para modificar la expresión de la silicona que lo cubre, siendo capaz de gesticular y mostrar varias emociones.

Robot humanoide NAO

Después de conocer de la existencia de muchos robots humanoides, se detallan las características del robot NAO, un robot humanoide que reúne la mayoría de las funciones y características. Es uno de los robots interactivos más evolucionados del mundo y la opción comercial más recomendable si queremos disponer de un humanoide para programar y personalizar. Tiene un diseño que le permite movilidad de 25 grados de libertad, superando a los personajes de videojuego que solo tienen 5 grados de libertad. El aspecto humano de niño

pequeño aumenta su capacidad de interacción, las aplicaciones en educación y entretenimiento (SoftBank Robotics, 2017).

Figura 44

Robots humanoides NAO



Nota: La imagen muestra a robot humanoide NAO en versión rojo y azul.

Fuente: <https://aliverobots.com/nao/>

NAO es un robot humanoide desarrollado por la empresa francesa Aldebaran Robotics actualmente llamada SoftBank Robotics Europe SAS y fundada en 2005 (SoftBank Robotics, 2017). Tiene reconocimiento de voz y de órdenes, puede detectar las diferentes formas de los objetos y rostros, es sensible al tacto en muchas partes de su cuerpo, y tiene conectividad wifi que incluso le permite comunicarse con otros robots de su misma clase.

Es el primer robot capaz de desarrollar emociones y formar lazos afectivos con los humanos que lo cuidan. Fue diseñado para imitar las habilidades emotivas de un niño de un año y es capaz de crear empatía con las personas. También puede detectar las emociones humanas mediante el estudio del lenguaje corporal y las expresiones faciales, siendo capaz de entender el estado de ánimo de una persona.

Puede recordar sus encuentros e interacciones con las diferentes personas con las que se ha encontrado, así como de sus rostros. NAO es usado en muchas Universidades en los ámbitos de la educación, como es en el caso de niños autistas.

NAO fue producido a partir del 2005 y tres años después de la comercialización alcanzó más de 2.000 robots vendidos en todo el mundo, la empresa Aldebaran Robotics tres años después de crearlo en el 2008, se enfocó en la nueva generación del robot humanoide programable, destinado a la investigación, a la enseñanza y, sobre todo, a la exploración del campo de la robótica de servicio (SoftBank Robotics, 2017).

Después de seis años de investigaciones, la siguiente generación de NAO conocida como NAO Next Gen, presentó más capacidad de interacción, mayor potencia de cálculo y más estabilidad de movimientos. Estas nuevas actualizaciones, no solo mejoraron su aspecto, también incrementaron su potencial de aplicación en los proyectos de investigación y enseñanza (Melanson, 2011).

Las mejoras en el robot NAO Next Gen fueron.

- Implantación de un moderno ordenador embarcado (basado en el potente procesador Intel Atom a 1,6 GHz, y adaptado a los cálculos multitarea).
- Incorporación de dos cámaras HD acopladas a un FPGA, que permite la recepción simultánea de dos flujos de vídeo y aumenta de forma significativa la velocidad y los resultados de exploración de un rostro o un objeto, incluso en caso de baja luminosidad.
- Dotado de un nuevo software de reconocimiento del habla, cuya funcionalidad de Word spotting (búsqueda de palabras clave) es capaz de reconocer palabras en una frase o una conversación.

Versiones de NAO:

- A partir de enero de 2005 a marzo de 2006: AL-01, AL-02 y AL-03
- A partir de septiembre de 2005 a julio de 2006: AL-04
- A partir de junio de 2006 a junio de 2007: AL-05. A
- A partir de mayo de 2007 a diciembre de 2007: AL-05. B

Con una altura de 58 cm NAO es un robot humanoide portable y manejable, tiene una red de sensores receptores con dos cámaras en sus ojos, cuatro micrófonos, sensores de ultrasonidos, táctiles y de presión a través de los que recibe información del entorno. Es capaz de dar respuestas mediante un sintetizador de voz y dos altavoces ubicados en el mismo lugar

que las orejas humanas, otorgándole un alto grado de interactividad (SoftBank Robotics, 2017).

NAO nació en 2008, desarrollado por la empresa Softbank Robotics, y ha pasado ya por 5 versiones hasta llegar al modelo actual versión 5.0. Es capaz de interactuar de forma natural, con todo tipo de público. Puede escuchar, ver, hablar y su interacción solo se limita por la cantidad de rutinas que se le haya programado (ROBOTRONICA, 2018).

La complejidad de sus movimientos y acciones no tiene límites permitiendo muchas aplicaciones como por ejemplo cantar, bailar, robot tutor, y también es capaz de:

- Jugar un partido de fútbol
- Hacer de profesor
- Promocionar un producto en un evento interactuando con los asistentes
- Realizando coreografías de baile
- Contar cuentos
- Contar chistes
- Reconoce el estado de ánimo de las personas

El robot NAO es capaz de percibir el entorno a partir de sus múltiples sensores y funciones, entre los cuales se encuentran:

- 2 cámaras KVGA (en la frente y a la altura de la boca)
- 4 micrófonos
- 9 sensores táctiles
- 2 sensores de ultrasonidos
- 8 sensores de presión
- 1 acelerómetro y un giróscopo
- 53 ledes RGB
- 1 sintetizador de voz
- 2 altavoces
- 25 grados de libertad
- 2 procesadores Intel ATOM 1.6 Hz (en la cabeza y torso)
- Central inercial (Acelerómetro 3-ejes y Girómetro 2-ejes) y Sonares
- Sensores (De presión FSR para el equilibrio, Mecánicos para detectar los choques, Táctiles para sentir el contacto)
- 25 servomotores (motores asociados con sensores de efecto Hall)
- Prensión táctil (con los dedos)

- CPU 500 MHz para pensar e interactuar (Texto-a-voz, Reconocimiento de imagen y reconocimiento de voz)
- Módulos wifi y Ethernet
- Batería de Litio-polímero
- Es capaz de levantar objetos de hasta 600 gramos
- Autonomía de movimiento sorprendente
- Se desplaza gracias a sus extremidades totalmente articuladas en cualquier dirección, gira y mantiene posiciones naturales.

Incluye un software gráfico de programación llamado Choreographe (Aldebaran Software, 2020), compatible con Windows, Linux y Mac, que permite programarlo sin tener conocimientos de un lenguaje programación. Y para usuarios avanzados incluye un conjunto completo para desarrollo de software, que permite usar distintos lenguajes como C++, Python, JAVA, .NET y MATLAB (Aldebaran Software, 2020).

Tabla 31: Resumen de características técnicas del robot NAO v5 2014.

Característica	Valor
Peso	4,3 kg
Autonomía	60 minutos (uso activo), 90 minutos (uso normal)
Grados de libertad	21 hasta 25
CPU	Intel Atom @ 1.6 GHz
Construido en el SO	NAOqi 2.0 (Basado en Linux)
SO compatible	Windows, Mac OS, Linux
Lenguaje de programación	C++, Python, Java, MATLAB, Urbi, C, .Net
Sensores	Dos cámaras HD, cuatro micrófonos, telémetro sonar, dos emisores y receptores infrarrojos, placa de inercia, nueve sensores táctiles, ocho sensores de presión
Conectividad	Ethernet, wifi

Fuente: (honda.com, 2020)

El robot, aunque es pequeño incluye una gran cantidad de ventajas debido a sus características técnicas avanzadas, estas son algunas ventajas funcionales y estructurales.

- En conectividad el robot NAO puede comunicarse a través de Wifi o Ethernet. Puede ser utilizado tanto en WPA y en WEP para que lo conectes en casa y en la oficina.
- En lenguaje es capaz de comunicarse porque tiene sistema bocinas y micrófono para captar sonido desde cualquier dirección, su base de datos incluye ya 19 idiomas distintos, que pueden seleccionarse en el momento de su programación.
- Visión a través de dos cámaras que le permiten reconocer el entorno, una de las cámaras ubicada en la boca le permite desplazarse identificando obstáculos delante de él.
- Con sus sensores es capaz de detectar muchos estados de ánimo como alegría, tristeza, sorpresa y miedo.
- Las manos del robot NAO le permiten sujetar objetos, con sus dedos prensiles puede realizar rutinas de sujeción y traslado de objetos. El peso máximo que puede sujetar es de 600 gramos.
- Una de las ventajas en su movimiento es que puede levantarse sin ayuda cuando se cae, debido al diseño de sus piernas articuladas, puede ponerse de pie fácilmente.
- Otras ventajas técnicas del robot son sus 9 sensores táctiles, telemetro, medidor de inercia, sensores ultrasónicos y de presión.

Robótica Educativa

¿Qué es la robótica educativa? El director del programa de Robótica Educativa de México, Sergio Tejeda Navarrete, la define como “el conjunto de actividades pedagógicas que apoyan y fortalecen áreas específicas del conocimiento y desarrollan competencias en el estudiante, a través de la concepción, creación, ensamble y puesta en funcionamiento de robots”.

La Robótica Educativa, es la disciplina que busca potencializar lo atractivo que resulta para los educandos aprender haciendo, creando un ambiente de aprendizaje que les permita integrar diferentes disciplinas como la matemática, la física, la lógica, la informática, la electrónica y la mecánica, logrando así la organización del pensamiento a través de la concepción, desarrollo y programación de robots (Vega et al., 2013).

En el año 2010 se lanzó el Proyecto Piloto de Robótica Educativa, como parte de la introducción de las nuevas tecnologías que impulsa el Plan Social Educativo “Vamos a la Escuela”. Con este se busca crear un ambiente de aprendizaje que permita a estudiantes concebir, desarrollar y poner en práctica diferentes actividades con fines pedagógicos apoyados en recursos tecnológicos. El proyecto da un nuevo empuje a la innovación educativa

en el país, permitiendo a las futuras generaciones disponer de herramientas necesarias para desarrollar sus habilidades en tecnología (Vega et al., 2013).

El objetivo de la enseñanza de la Robótica no es únicamente lograr una adaptación de los estudiantes a los procesos productivos actuales, sino también desarrollar de forma mucho más práctica, habilidades motoras, sociales, y de trabajo en equipo, reforzando el conocimiento en las demás ciencias.

Entre los múltiples temas que son investigados por los estudiantes en estos procesos, destacan:

- Sistemas eléctricos y circuitos electrónicos.
- Conexiones en serie y en paralelo.
- Motores de corriente directa y de corriente alterna.
- Actuadores.
- Mecánica del movimiento.
- Física aplicada.
- Matemática.
- Programación.
- Análisis y diseño de algoritmos.

La robótica es una ciencia que apareció en los años 60, y es actualmente un concepto de dominio público y de gran interés para la comunidad educativa. En sus inicios, esta ciencia era solo cosa de expertos, ingenieros y técnicos, ya que aún no se tenían muchos conocimientos sobre el tema ni la tecnología necesaria para aprovechar sus posibilidades. Hoy en día los avances de la tecnología en campos como la informática, electrónica y mecánica hacen posible que la robótica esté al alcance de todos (Vega et al., 2013)..

Los robots están apareciendo en los salones de clases de distintas formas. Primero, los programas educacionales utilizan la simulación de control de robots como un medio de enseñanza. Un ejemplo palpable es la utilización del lenguaje de programación del robot Karel, el cual es un subconjunto del lenguaje de programación Pascal; este es utilizado por la introducción a la enseñanza de la programación.

Posteriormente, se introdujo el uso de lenguajes con fines didácticos, como LOGO, para enseñar ciencias computacionales. LOGO⁵, particularmente, fue creado con la intención

⁵ Más información en el sitio web <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/>

de proporcionar al estudiante un medio natural y divertido en el aprendizaje de las matemáticas (Vega et al., 2013)..

Finalmente, está el uso de los robots en los salones de clases. Una serie de manipuladores de bajo costo, robots móviles, y sistemas completos han sido desarrollados para su utilización en los laboratorios educacionales. Debido a su bajo costo muchos de estos sistemas no poseen una fiabilidad en su sistema mecánico, tienen poca exactitud y en su mayoría carecen de software. Sin embargo, para los fines al interior del aula, realizan su función.

Anexo 8: Proyectos y actividades evaluativas.

Introducción al robot humanoide NAO y simulador Choregraphe

Tabla 32: Actividad simulador Choregraphe

Actividad guía 01	
Nombre de la actividad	Primeros pasos en Choregraphe, instalación
Tipo de actividad	Proyecto
Tipo de participación	Individual
Instrucciones para la actividad	<p>Después de dar lectura al contenido “Introducción al Robot NAO”</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Instalar el software <u>Choregraphe Suite (Enlaces a un sitio externo.)</u> en sus computadores. 2. Leer la guía 01 antes de realizarla para comprender conceptos 3. Simular en choregraphe que el robot nao diga “hola mundo” y realizar capturas de la simulación final. 4. Crear un documento en Microsoft Word con el nombre "actividad01.docx", e incluir: carátula, nombre de la práctica, anexe las capturas de pantalla, subir la simulación a su servidor de archivos favorito y compartir en enlace.
Criterios de evaluación	<p>Puntualidad (2.0 puntos)</p> <p>Ortografía (2.0 puntos)</p> <p>Coherencia y claridad en las ideas expuestas (3.0 puntos)</p> <p>Criterio propio (3.0 puntos)</p>

Fuente: Autoría propia

Tabla 33: Actividad del proyecto hola mundo

Actividad guía 02	
Nombre de la actividad	Usando Choregraphe, proyecto hola mundo
Tipo de actividad	Proyecto
Tipo de participación	Individual
Instrucciones para la actividad	<p>Después de dar lectura al contenido “Introducción al Robot NAO”</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Instalar el software <u>Choregraphe Suite (Enlaces a un sitio externo.)</u>en sus computadores. 2.Desarrollar una exploración de cada una de las cajas que hay disponibles para los comportamientos del robot. 3. Elaborar un informe en .docx en donde se muestre una captura de la caja y su significado en español, también la traducción de su descripción de 60 cajas. Ejemplo: “Decir (Say). Descripción: di algo de texto. Tenga en cuenta que debe abrir la caja para ingresar el texto”. Hacer este proceso para 60 cajas. 4. Incluir caratula, luego subir el archivo con el nombre "actividad02.docx", enviar al docente encargado de la actividad.
Criterios de evaluación	<p>Puntualidad (2.0 puntos)</p> <p>Ortografía (2.0 puntos)</p> <p>Coherencia y claridad en las ideas expuestas (3.0 puntos)</p> <p>Criterio propio (3.0 puntos)</p>

Fuente: Autoría propia

Configuración de NAO, proyecto sensores

Tabla 34: Actividad del proyecto sensores

Actividad guía 03	
Nombre de la actividad	NAO Sensors
Tipo de actividad	Informe
Tipo de participación	Individual
Instrucciones para la actividad	<p>Después de dar lectura al contenido “guía 03”:</p> <ol style="list-style-type: none">1.Instalar el software Choregraphe Suite (Enlaces a un sitio externo.)en sus computadores.2. Crear una historia interactiva con el usuario que integre todos los sensores táctiles del robot; a medida se va relatando, Nao requerirá que el usuario active los sensores que el mismo robot le solicite.3. Elaborar un informe en .docx en donde se muestre una la realización de la actividad,4. Incluir caratula, luego subir el archivo con el nombre "actividad03.docx", enviar al docente encargado de la actividad.
Criterios de evaluación	<p>Puntualidad (2.0 puntos)</p> <p>Ortografía (2.0 puntos)</p> <p>Coherencia y claridad en las ideas expuestas (3.0 puntos)</p> <p>Criterio propio (3.0 puntos)</p>

Fuente: Autoría propia

Movimientos de NAO, proyecto bailando

Tabla 35: Actividad del proyecto NAO bailando

Actividad guía 04	
Nombre de la actividad	NAO Timeline
Tipo de actividad	Proyecto
Tipo de participación	Individual
Instrucciones para la actividad	<p>Después de dar lectura al contenido “guía 04”:</p> <ol style="list-style-type: none">1.Instalar el software <u>Choregraphe Suite (Enlaces a un sitio externo.)</u>en sus computadores.2. Desarrollar una línea de tiempo con sus fotogramas clave, complete el resto los movimientos de la mano para el baile de gangnam style (no gire ni agite la cadera, solo manos). Los pasos para realizar son los que se muestran en el siguiente video: https://www.youtube.com/watch?v=HCvzfwVDDN83. Elaborar un informe en .docx en donde se muestre una la realización de la actividad,4. Incluir caratula, luego subir el archivo con el nombre "actividad04.docx", enviar al docente encargado de la actividad.
Criterios de evaluación	<p>Puntualidad (2.0 puntos)</p> <p>Ortografía (2.0 puntos)</p> <p>Coherencia y claridad en las ideas expuestas (3.0 puntos)</p> <p>Criterio propio (3.0 puntos)</p>

Fuente: Autoría propia

Actividad guía 05	
Nombre de la actividad	NAO Dev Tools
Tipo de actividad	Proyecto
Tipo de participación	Individual
Instrucciones para la actividad	<p>Después de dar lectura al contenido “guía 04”:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Instalar el software <u>Choregraphe Suite (Enlaces a un sitio externo.)</u> en sus computadores. 2. Codificar en python que se le permita al robot Nao caminar hacia el frente por 0.50 metros, desplazamiento hacia a la derecha 1 metro, 1.5 metros hacia atrás, 0.75 metros desplazamiento hacia la izquierda y rotar 2 veces en sentido horario. Mientras el robot camina deberá mencionar las tres leyes de la robótica 3. Elaborar un informe en .docx en donde se muestre una la realización de la actividad, 4. Incluir caratula, luego subir el archivo con el nombre "actividad05.docx", enviar al docente encargado de la actividad.
Criterios de evaluación	<p>Puntualidad (2.0 puntos)</p> <p>Ortografía (2.0 puntos)</p> <p>Coherencia y claridad en las ideas expuestas (3.0 puntos)</p> <p>Criterio propio (3.0 puntos)</p>

Tabla 36: Actividad del proyecto Dev Tools

Fuente: Autoría propia