

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Vicerrectoría de Investigación y Extensión**

**Programa de Regionalización
Informe Final de proyectos Extensión**

Nombre del Proyecto:

*Aprendiendo de fuentes de energía y sus aplicaciones a
través de la robótica*

*Región: Huetar Norte
2019-2022*

Tabla de contenido

1. Autores y direcciones	3
2. Resumen	4
3. Abstract	4
4. Palabras clave y key words	5
5. Contextualización del proyecto	5
6. Estrategia de abordaje	7
7. Análisis de resultados	10
Cursos	32
9. Cumplimiento del plan de difusión	32
Nota Periodística: Hoy en el TEC	34
Aporte masculino contribuye en la inclusión de la mujer en la ciencia y tecnología.....	34
Revista ventana	34
Aprendizaje de las ciencias a través de la literatura: Una ventana al conocimiento.	34
11. Limitaciones y problemas encontrados	36
12. Observaciones generales y recomendaciones.....	37
13. Agradecimientos (opcional)	37
14. Referencias	37
15. Apéndices (opcional).....	39

Código y Título del proyecto

0000-0216-0004 Aprendiendo de fuentes de energía y sus aplicaciones a través de la robótica

1. Autores y direcciones

	Nombre y Grado académico	Escuela	Instituciones	Jornada y período
Coordinación	M.Ed. David Sequeira Castro	Escuela de Ciencias Naturales y Exactas	TEC	5 horas 2 años
Miembro	MBA. Ana Lorena Valerio Solís.	Unidad de Computación Campus San Carlos	TEC	5 horas 2 años
Colaborador	Funcionario Kevin Hernández Cordero Apoyo en el área de robótica	Unidad de Producción Industrial Campus San Carlos	TEC	4 talleres
Colaboradora	Máster Rocío Quirós Oviedo Apoyo en el área de IoT	Unidad de Computación Campus San Carlos	TEC	1 taller
Estudiante Asistente	José Andrés Rojas Chacón	Escuela de Agronomía	TEC	10 horas primer año
Estudiante colaboradora	Juliana Rojas Serrano	Unidad de Computación Campus San Carlos	TEC	1 taller
Estudiante Asistente	Aylin Durán	Escuela de Agronomía	TEC	10 horas Segundo año (II semestre)
Estudiante Asistente	Gerald Chaves Quesada	Escuela de Agronomía	TEC	10 horas Segundo año (I semestre)

2. Resumen

Costa Rica ha establecido el tema energético prioritario y, dentro de este tema, el de la eficiencia energética como parte de los programas en la educación básica. Por lo anterior, el proyecto “Aprendiendo de fuentes de energía y sus aplicaciones a través de la robótica”, tuvo como propósito contribuir con la enseñanza-aprendizaje de las energías alternativas en los niños y maestros a través de medios tecnológicos y métodos dinámicos en las escuelas primarias del distrito de Florencia, San Lorenzo y Los Ángeles.

Durante el primer año se trabajó con cuatro escuelas en donde se beneficiaron 35 niñas y niños. En el segundo año se trabajó en otras cuatro escuelas en donde se beneficiaron 48 alumnos.

Se realizaron 40 talleres cada año, así como 12 talleres del club de ciencias para estudiantes de primaria bajo la filosofía de “Aprender haciendo” utilizados por el MEP para impartir clases de robótica en el país. Se utilizó los kits de energía renovable y otros insumos y materiales de apoyo didáctico. También se realizó la capacitación a docentes visitando las escuelas.

Con respecto a los alcances divulgativos del proyecto, se logró participar en diferentes congresos y en un conversatorio del Colegio de Profesionales en Informática y Computación (CPIC).

A través de la ejecución del proyecto, se logró comprender que el desarrollo de actividades con robótica en diferentes espacios como en las aulas, promueve en los estudiantes diferentes competencias, así como motivación para aprender de una manera diferente a lo que el currículo establece.

3. Abstract

Costa Rica has established the priority energy issue and, within this issue, energy efficiency as part of basic education programs. Therefore, the project "Learning about energy sources and their applications through robotics" had the purpose of contributing to the teaching-learning of alternative energies in children and teachers through technological means and dynamic methods in the elementary schools in the district of Florence, San Lorenzo and Los Angeles.

During the first year, work was done with four schools where 35 girls and boys benefited. In the second year, work was done in another four schools where 48 students benefited.

40 workshops were held each year, as well as 12 science club workshops for primary students under the "Learning by doing" philosophy used by the MEP to teach robotics classes in the country. Renewable energy kits and other inputs and didactic support materials were used. Teacher training was also carried out by visiting the schools.

Regarding the informative scope of the project, it was possible to participate in different congresses and in a discussion of the College of Professionals in Informatics and Computing (CPIC).

Through the execution of the project, it was possible to understand that the development of robotics activities in different spaces, such as in the classroom, promotes different skills in students, as well as motivation to learn in a different way than what the curriculum establishes.

4. Palabras clave y key words

Educación STEM, Energías, Robótica,
STEM Education, Energies, Robotics,

5. Contextualización del proyecto

Costa Rica ha experimentado profundas transformaciones no solamente en su relieve, sino que también en sus condiciones sociales y educativas, lo cual ha generado desigualdades que se manifiestan de diversas formas, entre lo urbano y lo rural, entre diferentes territorios.

La ruralidad ha mostrado signos de deterioro, tales como: “distribución inequitativa de beneficios, reducción en la inversión estatal, incremento de los índices de pobreza y deficiente calidad de los servicios sociales; lo cual viene provocando en los habitantes, desigualdades marcadas de oportunidades de desarrollo integral, que afectan el nivel social y económico de los y las habitantes, lo que a su vez afecta la inclusión y el arraigo” (Política de Estado para el Desarrollo Rural Territorial Costarricense 2015-2030, 2015, p. 29).

En el caso del acceso a la educación, las poblaciones rurales poseen mayor riesgo de pobreza ante la exclusión educativa, de manera que una persona que vive en zonas rurales tiene 1,2 veces más probabilidad de enfrentarse a condiciones de pobreza que cualquier estudiante de un área urbana. (Informe Estado de la Educación, 2021, p.44).

La región Huetar Norte, se encuentra dentro de las cuatro regiones más pobres del país (Informe Estado de la Nación, 2022, p.84). En esta región, su mayor logro se encuentra en la asistencia a la educación básica. La escolaridad promedio (entre 5.8 y 7.4 años), refleja una brecha educativa importante al interior del cantón que tiene que ser cubierta. Si bien la cobertura educativa es buena en términos espaciales, falla en cuanto a la calidad (Zevallos 2013).

El país ha realizado esfuerzos en términos de educación para reducir algunas brechas en temas específicos, en el caso del acceso a la tecnología, el Ministerio de Educación Pública en conjunto con la Fundación Omar Dengo crearon el Programa Nacional de Informática Educativa (Pronie) en 1988, con el objetivo de contribuir al mejoramiento de la calidad de la

enseñanza y la modernización de la sociedad costarricense, procurando generar equidad y mayores oportunidades educativas mediante el uso y acceso de los estudiantes a las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) (Estado de la Educación Costarricense 2015). El Programa Nacional de Informática Educativa (Pronie), alcanzó a cubrir 929 centros educativos en el 2011, aumentando un 63,3% en comparación con el periodo del 2004 (PEN 2013 y ProDUS-UCR 2015). El programa Pronie-MEPFOD, priorizó la incorporación de la informática educativa en centros públicos de zonas socialmente vulnerables y en áreas fuera de la GAM. Al 2014, los datos oficiales indican que el Pronie estaba presente en 2.134 centros educativos públicos del país, con una cobertura del 74,7% de la población en primaria (385.287 estudiantes) y el 79,4% de los alumnos del III ciclo en secundaria (154).

El acceso a la formación en el área de Robótica propiamente dicha en la educación pública costarricense está concentrado en Colegios Científicos y Técnicos, de manera que las escuelas públicas no cuentan con acceso al mismo. La fundación Omar Dengo ha venido haciendo esfuerzos importantes en el país en este campo de enseñanza y aprendizaje de la Robótica Educativa para niñas, niños y adolescentes que se imparte en modalidad de cursos, sin embargo, no tiene cobertura para la educación pública costarricense.

Otro factor importante es que la apropiación de la tecnología por parte de los niños es un factor clave en la mejora de los procesos de aprendizaje, el avance de los alumnos en este sentido depende de las actividades y prácticas pedagógicas que las y los educadores fomenten dentro y fuera del aula (Informe Estado de la Nación, 2017, p. 46).

Dado lo expuesto anteriormente, se formuló la propuesta titulada “**Aprendiendo de fuentes de energía y sus aplicaciones a través de la robótica**”, la cual fue desarrollada en 8 escuelas de los distritos de Florencia, San Lorenzo y Los Ángeles. Los distritos de San Lorenzo y Los Ángeles de San Ramón se ubican en la Región Central. El distrito de Los Ángeles tiene una extensión es de 385,21 km² y una población de 8.966 habitantes. El distrito de San Lorenzo cuenta con una superficie total alrededor de 309,15 km² (MGP 2016). Respecto de la caracterización educativa del cantón de San Ramón hay 83 escuelas diurnas. En el nivel parauniversitario existen 567 hombres y 666 mujeres; en el nivel de instrucción universitaria en el cantón hay matriculados 5375 hombres y 6655 mujeres. La alfabetización en el cantón alcanza a 66677 personas, de estas 51% son mujeres (Araya 2015).

En el caso del distrito de Florencia, este posee una extensión de 182.15 Km² lo cual corresponde a un 5.44% del territorio del cantón, además posee una población aproximada de 18 517 habitantes. Este distrito cuenta con 20 escuelas diurnos, tres colegios académicos

diurnos, tres CINDEA y una institución de educación superior (Instituto Tecnológico de Costa Rica) (Municipalidad de San Carlos, s.f.).

A modo de resumen de la información anterior para el 2011 citado por Araya (2015), del Informe Estado de la Nación se desprende, respecto del nivel educativo de la población ramonense, que el 4% no posee ningún tipo de educación formal, el 15% posee algún grado de Educación Primaria, pero esta no fue completada, el 27% poseen Educación Primaria completa, el 18% de los pobladores posee Educación Secundaria incompleta, el 12% posee secundaria completa y el 23% de la población posee un nivel de Educación Superior.

En esta propuesta se pretendió a través del apoyo y la experiencia del Instituto Tecnológico de Costa Rica involucrar a niños y niñas en el campo de la robótica, fomentando el uso y contacto de las tecnologías y utilizándolas como un medio para concientizar a través educación ambiental en el tema de usos y eficiencia energética, con especial énfasis en el tópico de energías renovables.

6. Estrategia de abordaje

Mediante visitas a cada docente y escuela participante se abordó el eje temático del Ministerio de Educación Pública de segundo ciclo: Energía y Materia, con niños de VI año, atendiendo específicamente los objetivos uno, tres catorce del programa del estudio de ciencias (MEP 2014) a saber: Clases de Energía, Energías No Renovables vs Renovables y Tipos de Energías renovables, como ejes trasversales el objetivo 12 “Crecimiento de la población humana y el aumento de la demanda de materia prima y energía” y el objetivos 13 del mismo programa “Importancia del desarrollo científico y tecnológico en el aprovechamiento racional de los materiales”. En cada escuela se escogió un grupo no mayor a 20 estudiantes, debido a que no se contaba con una mayor cantidad de equipo, así mismo para ofrecer una atención diferenciada. En el primer año de ejecución del proyecto se abordaron cuatro centros educativos (Fermín Rodríguez, La Balsa, Ángeles Norte y Félix Ángel Salas Cabezas) y en el segundo año con los otros cuatro centros (Coopezamora, Santa Rita, República de Italia, con dos grupos, y Pénjamo). A continuación, se detallan la cantidad de participantes por institución:

Tabla N°1. Estudiantes por institución que participaron en los talleres del proyecto “Aprendiendo de fuentes de energía y sus aplicaciones a través de la robótica”

Escuela	Cantidad de niños	Año en el que participaron
Fermín Rodríguez Cordero	11	2019
La Balsa	8	
Ángeles Norte	10	
Félix Ángel Salas Cabezas	6	
Coopezamora,	12	2022
Santa Rita	10	
Pénjamo	6	
República de Italia	20	

Inicialmente se coordinó una visita con los directores encargados de los centros educativos con el objetivo de solicitar la autorización para la ejecución del proyecto en la institución a su cargo. Seguidamente se solicitó una reunión con los docentes encargados del nivel de sexto que se asignó por parte del director. En dicha reunión, se explicó el cronograma de trabajo, las metodologías que se emplearían, así como un poco acerca de las diversas actividades que ejecutaríamos en los talleres bajo el marco del proyecto. Con autorización de las jefaturas correspondientes se establecieron los contactos con los docentes de los grupos asignados en caso de algún cambio en el cronograma o alguna eventualidad.

Para cada uno de los ocho centros educativos seleccionados se realizaron diez talleres con los estudiantes de VI grado y cada taller tuvo una duración de 80 minutos aproximadamente (80 talleres en total). Los mismos se ejecutaron con ayuda del bloque inteligente EV3, el set de energías renovables, set de desafío del espacio, simulaciones phet Colorado, apps disponibles en la red, videos, así como otros insumos de apoyo para el desarrollo de las actividades. La temática de los talleres se detalla a continuación:

Tabla N°2. Temas desarrollados en los diferentes talleres del proyecto “Aprendiendo de fuentes de energía y sus aplicaciones a través de la robótica”

Taller	Tema
1	Tipos de energía
2	Fuentes de energía renovables y no renovables
3	Energía eólica
4	Energía solar
5	Energía en biomasa
6	Energía hidráulica
7	Energía sonora
8	Contaminación sónica
9	Principales fuentes energéticas en Costa Rica
10	Ahorro energético

La metodología empleada para el desarrollo de cada uno de los talleres se basó en STEAM (Science Technology Engineering, Art, Mathematics) (Romarís, Blanco, Somoza, Mantecón 2017), la cual se fundamenta en el trabajo colaborativo de pequeños o grandes grupos y apoyados en la filosofía del “Aprender haciendo” utilizados por el MEP para impartir clases de robótica en el país. Así mismo, en algunas actividades, como las del club de ciencias, los estudiantes utilizaron metodologías de aprendizaje basado en indagación.

Así mismo, se creó un club de ciencias, en donde se impartieron 3 talleres en cada una de las escuelas, un total de 24 talleres, entre las ocho escuelas participantes, con el fin de mejorar sus conocimientos en el área de las ciencias relacionados con las siguientes temáticas:

Tabla N°3. Temas desarrollados en los diferentes talleres del club de ciencias bajo el marco del proyecto “Aprendiendo de fuentes de energía y sus aplicaciones a través de la robótica”

Taller	Temática
1	¿Qué es un robot?
2	Introducción a la robótica
3	Vehículos espaciales

Para medir el impacto de los talleres y de los medios utilizados se aplicaron dos instrumentos diagnósticos cada año de ejecución del proyecto, uno para determinar el conocimiento previo de los niños sobre las energías aplicado en el mes de febrero durante la primera visita a las escuelas, y otro al finalizar los diez talleres aproximadamente entre el mes de noviembre y diciembre y de esta manera medir el conocimiento adquirido por los estudiantes sobre el tema de energías y el impacto de la robótica en el desarrollo de nuevos conocimientos. La información obtenida de la prueba diagnóstica se procedió a procesar y a analizar con la herramienta Excel.

Con respecto a la capacitación docente, se extendió la invitación a los docentes de los grupos que participaron durante el desarrollo del proyecto. Los mismos, solicitaron los permisos respectivos a sus jefaturas. En total se capacitaron 11 docentes de las escuelas de los Ángeles Norte, Fermín Rodríguez y Santa Rita.

En el taller de capacitación docente, se realizó una actividad sobre los robots y el empleo de la robótica en los diferentes entornos o temas de su clase, así como el aprendizaje sobre el uso de algunas simulaciones phet.

7. Análisis de resultados

Sobre los talleres impartidos en las instituciones

Con el fin de dar seguimiento al impacto de los medios utilizados para la enseñanza de las energías (objetivo dos) se aplicó un instrumento a los 83 estudiantes participantes, el cual consistía en cuatro secciones: selección única, identificación, asocie y falso y verdadero (ver apéndice 4); el mismo se aplicó previo durante el mes de febrero antes de desarrollar los talleres y posterior al desarrollo de los talleres impartidos, en cada institución, aproximadamente entre los meses de noviembre-diciembre.

La cantidad de preguntas por sección se detallan a continuación:

Tabla N°4. Cantidad de ítems por sección presentes en la prueba diagnóstica

Sección	Cantidad de ítems
Selección única	6
Identifique	8
Asocie	9
Falso y verdadero	9

Con respecto a los contenidos de cada una de las secciones e ítems, estos fueron creados con base en el programa de ciencias del Ministerio de Educación Pública, respectivamente del II Ciclo de educación básica, los cuales también enmarcan los contenidos del proyecto.

Para el análisis del instrumento se procedió a realizar gráficos de cada una de las secciones de este. A continuación, se muestran los resultados:

Con respecto a la sección 1 de selección única de la prueba diagnóstica, se logró evidenciar que los participantes mostraron un progreso considerable en cuanto a la asimilación de los conocimientos en comparación con la aplicación del pretest. En la aplicación del pretest, los estudiantes alcanzaron entre 24 a 54 respuestas correctas (ver gráfico N° 1.A.) y en el post test, la cantidad de aciertos aumentó con alrededor de 35 a 76 respuestas correctas por pregunta (ver gráfico N° 1.B.)

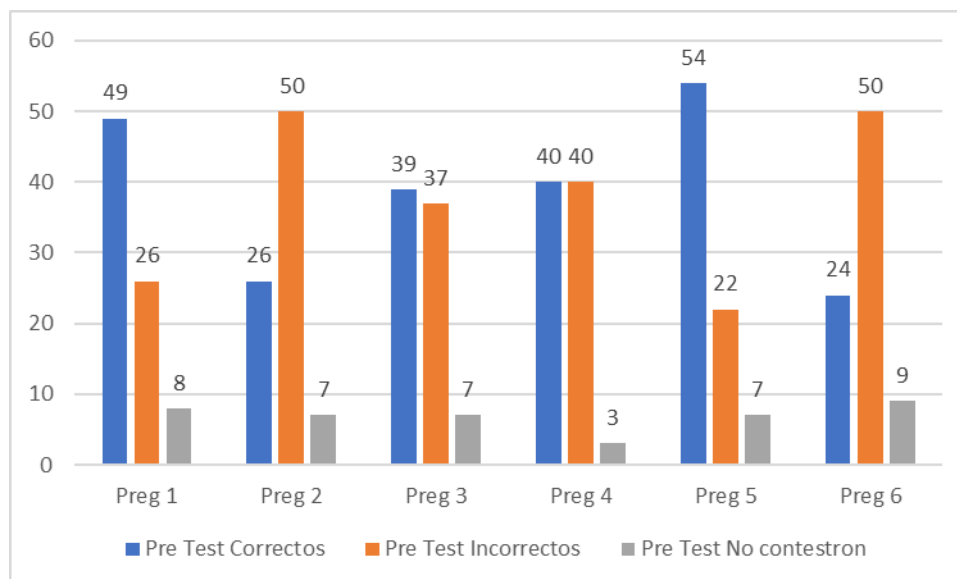


Gráfico N° 1.A. Datos obtenidos de la sección selección única al aplicar el pre-test en las 8 escuelas participantes.

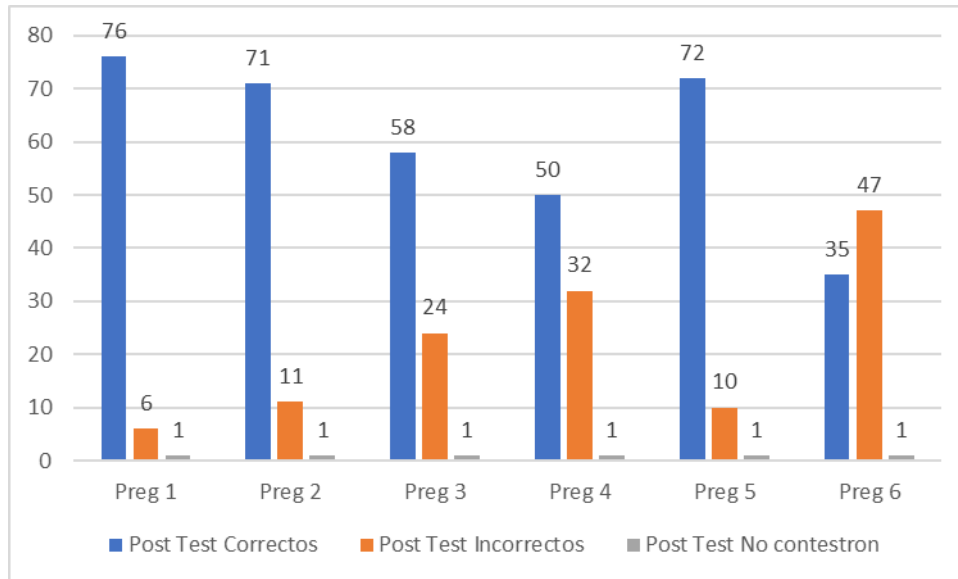


Gráfico N° 1.B. Datos obtenidos de la sección selección única al aplicar el post-test en las 8 escuelas participantes.

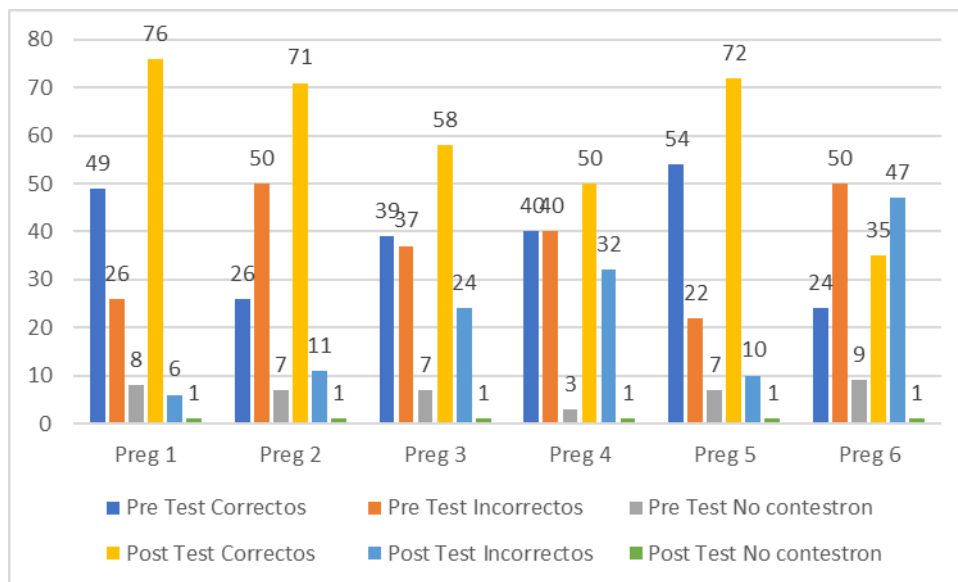


Gráfico N° 1.C. Comparación de los resultados pretest vs post test de la primera parte de selección única sobre conceptos relacionados con energía, energía potencial y energía mecánica respectivamente.

Al contrastar ambos resultados (pre y post test) se logra evidenciar que la mejoría en las respuestas de los estudiantes fue entre un 13% y 54 % dependiendo de la pregunta, así mismo para la aplicación del post test menos estudiantes dejaron sus respuestas en blanco,

evidenciando que durante este proceso hubo adquisición de conocimientos en temas puntuales relacionados con el concepto de energía y sus transformaciones.

Un aspecto importante por señalar es que los estudiantes no presentan un aumento significativo en sus respuestas correctas relacionadas con los ítems 3 y 6 del diagnóstico (relacionado con energía potencial y energía química) debido a que el proyecto aborda de manera transversal estos tipos de energías como por ejemplo en las manifestaciones de energía, en los tipos de energía y en los procesos de generación eléctrica debido a que son importantes explicar algunos conceptos. Sin embargo, durante la ejecución del proyecto se realizaron esfuerzos importantes para abordar estos tópicos que en algunas ocasiones pueden ser abstractos para los estudiantes, de manera que se generó una guía de trabajo sobre energía mecánica para que a través de las simulaciones phet el docente pueda abordar estas temáticas.

En concordancia con lo anterior, en la sección de identificación de los tipos de energías a través de las imágenes, los tipos de energías que continúan teniendo la menor cantidad de aciertos durante la aplicación del post diagnóstico son la energía química y la energía potencial (ver gráfico N°1. C.), sin embargo, existe una mejoría notoria en las respuestas de los participantes.

En el Gráfico N° 2.A. se representa los resultados de la identificación de los tipos de energías pre-test. De este gráfico se puede observar que las más reconocidas son la solar, la eólica, la calórica y la eléctrica, todas ellas con porcentajes de respuestas exitosas entre el 92 % y el 75%. Por otra parte, los tipos de energía menos reconocidos son la energía mareomotriz, química, hidroeléctrica y potencial

Posterior a la ejecución de los talleres, la identificación de la energía eléctrica eólica y solar son los resultados más exitosos donde el 100% de los participantes respondieron de manera acertada en la evaluación (ver gráfico N°2. B.). Con respecto a las demás imágenes, los estudiantes, mejoraron los resultados obtenidos en comparación con el pretest aplicado; sin embargo, se presentan deficiencias en cuanto a la identificación de energía potencial y energía química (ver gráfico N°2. C.).

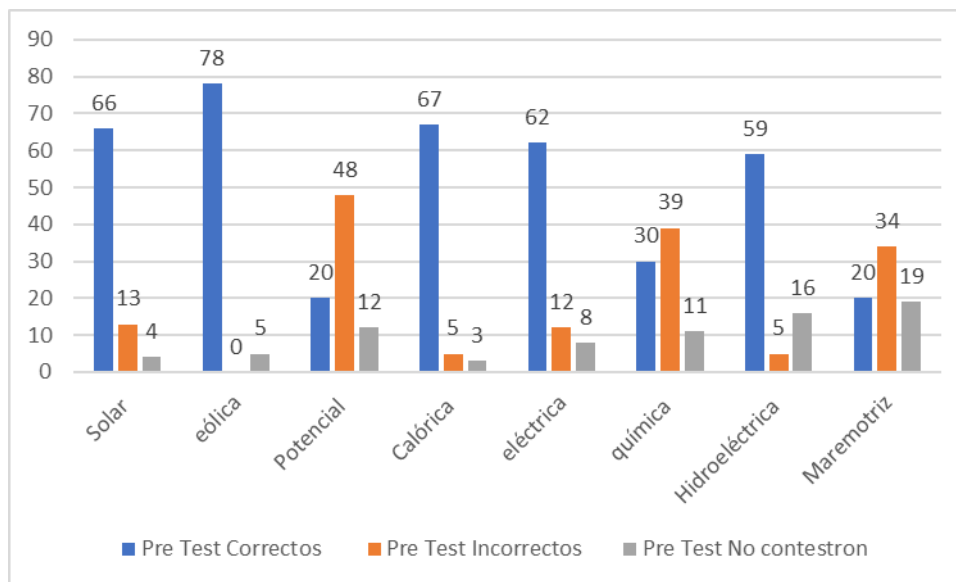


Gráfico N° 2.A. Resultados de las respuestas de los participantes (pre-test) para la identificación de imágenes relacionadas con los diferentes tipos de energía.

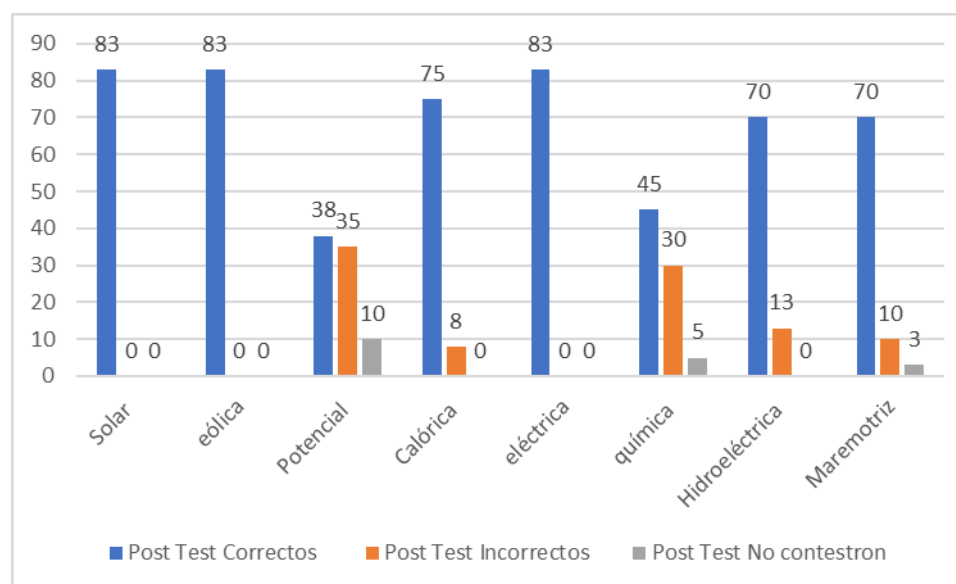


Gráfico N° 2.B. Resultados de las respuestas de los participantes (post-test) para la identificación de imágenes relacionadas con los diferentes tipos de energía.

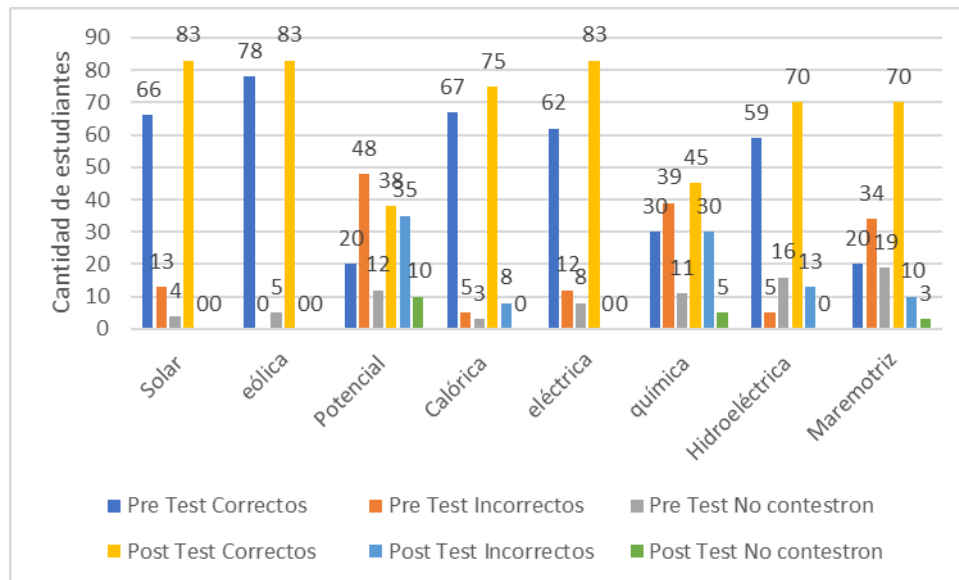


Gráfico N° 2.C. Comparación de los resultados obtenidos en el pretest y el post tes en la sección de identificación de imágenes.

Lo anterior evidencia que los talleres que se desarrollaron durante los años de ejecución del proyecto han generado un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes, especialmente aquellos que se ejecutan a través de prácticas desarrolladas y basados en una metodología constructivista, ya que ellos dejan de ser simples espectadores del proceso para convertirse en actores y participes de su propio aprendizaje.

De acuerdo con la visión constructivista, los individuos aprenden significativamente cuando son capaces brindarle un sentido al nuevo conocimiento y conectarlo con el que ya poseen; es decir con sus ideas preexistentes que provienen de sus casas, de sus amigos o de sus diferentes grupos sociales Desde este punto de vista, el conocimiento preexistente juega un papel clave en la capacidad del sujeto para asimilar nueva información de forma duradera y eficaz (Romero & Quesada, 2015, p. 102).

Para el constructivismo, ser conscientes de la influencia de las ideas previas de los alumnos y reflexionar sobre su origen puede permitir comprender mejor el modo en que los individuos desarrollan el conocimiento y diseñar aproximaciones más eficaces para promover el aprendizaje significativo de los conceptos y las teorías científicas (Romero & Quesada, 2015, p. 102).

Con respecto al gráfico N°3.A. pre-test es evidente que los estudiantes participantes tuvieron un gran número de respuestas negativas, (superando en su mayoría el 50%), evidenciando una deficiencia en el manejo conceptual de términos como energía cinética, energía mecánica y ley de conservación de la energía, estos resultados se relacionan

nuevamente con la no profundización en este tipo de energías durante el desarrollo del proyecto, a pesar de que estos temas fueron evaluados durante los años anteriores de la escolaridad de los participantes (4° y 5° grado). Sin embargo, en el post test, los resultados de las respuestas correctas mejoraron entre un 40 % y un 50% (ver gráfico N°3.B.).

Al contrastar los resultados del pretest y el post test, se puede evidenciar la mejora durante el proceso de adquisición de conocimientos (ver gráfico N°3. C.). Sin embargo, algunos autores como Rayas (2017) y Soto, Couso y López (2018) reconocen las implicaciones y dificultades que representa el enseñar temas como ley de conservación de la energía y energía mecánica debido a la abstracción de estos, transformándose luego en desafíos del propio quehacer universitario (Gutierrez-Berraondo, Zuza, Zavala y Guisasaola, 2018).

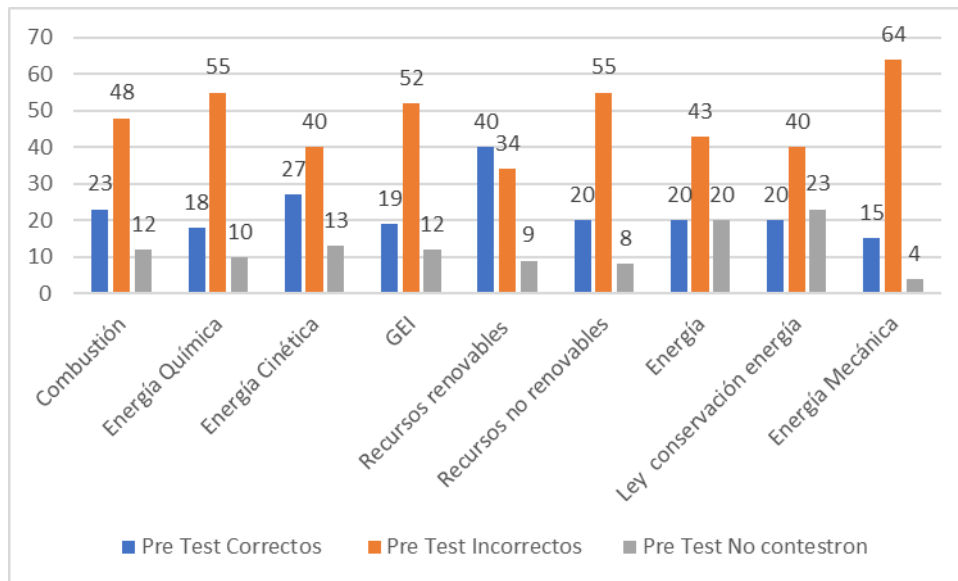


Gráfico N° 3.A. Resultados de las respuestas de los participantes (pre-test) relacionado con la identificación conceptual.

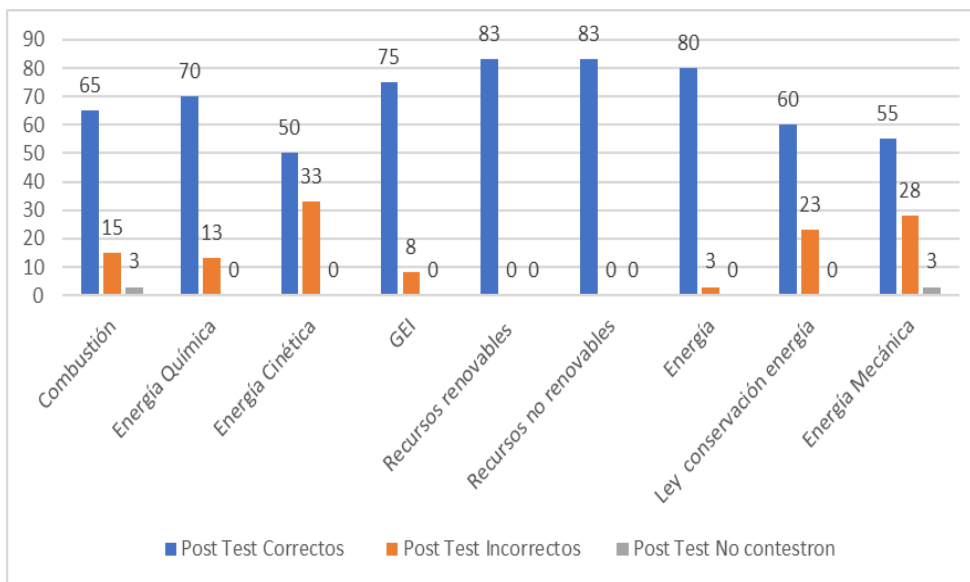


Gráfico N° 3.B. Resultados de las respuestas de los participantes (post-test) relacionado con la identificación conceptual.

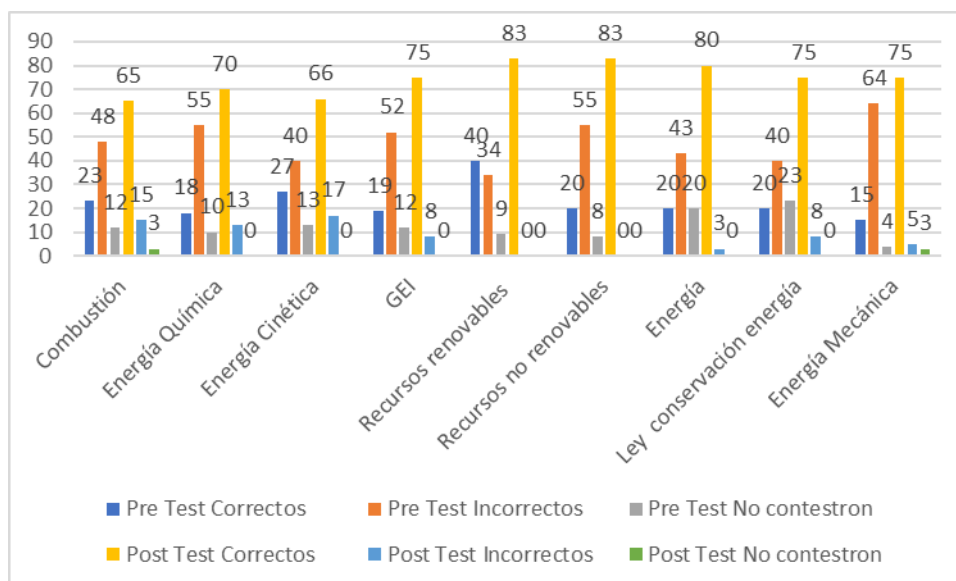


Gráfico N° 3.C. Comparación de los resultados obtenidos en el pretest y el post tes en la sección de identificación conceptual.

Para la sección del diagnóstico relacionada con la sección de falso y verdadero, se evidencia una apropiación del conocimiento en seis de las nueve preguntas, las cuales se encontraban relacionadas con diferentes ejes y aplicaciones de la energía tales como: transformación de las fuentes de energía, conceptos básicos de energía, manifestaciones de la energía y procesos naturales de los seres vivos para la obtención de la energía, mientras

que siguen presentando deficiencias en los mismos temas de energía potencial, cinética y energía mecánica.

Con respecto a los resultados obtenidos de una forma general se debe considerar que la robótica es una estrategia metodológica que ayuda al estudiante para que logre sus propios aprendizajes de manera que se aprovecha del juego como una herramienta de aprendizaje demostrando consigo que no es necesario cambiar el currículo sino las metodologías empleadas en la clase.

El papel del educador es capacitar a sus alumnos a aprender por sí mismos, la Robótica Educativa como recurso provocar la mejora de los procesos de la organización de aprendizajes en los educandos. Estos resultados son corroborados por Camarena (2017) en su tesis: “Efectos de la robótica educativa en el rendimiento académico”, donde se llegó a la conclusión de que hay aprendizajes significativos al aplicar talleres de legos; en las áreas de Matemática y Ciencia Ambiente

Los estudiantes al aprender a través de prototipos robóticos llegan a sentirse motivados y quizás aprender o adquirir el conocimiento de una manera más fácil. Lo anterior, lo respalda Peralta (2015), quien en su investigación titulada: “Robótica educativa: Una estrategia en el desarrollo de la creatividad y las capacidades en educación en tecnología” concluye que el uso de materiales y de soportes didácticos como Lego apoya el desarrollo de la clase de tecnología, de la misma forma; la suma de las actividades motrices con el planteamiento de la resolución de problemas, conjuga procesos para potenciar las habilidades de pensamiento desde la tecnología.

Al trabajar actividades interdisciplinarias es importante tener en cuenta la temática que se desea desarrollar, lo cual permitirá tener un punto de partida o un eje transversal en común de manera que las actividades serán organizadas y ejecutadas de manera eficiente durante el proceso de enseñanza- aprendizaje.

Sobre el club de ciencias RoboTEC

En la actualidad, la enseñanza de las ciencias (física, química, biología, matemáticas, entre otras) se ha convertido en un aspecto trascendental en la formación de los estudiantes, esto debido a que les permite desarrollar habilidades para relacionarse mejor con su contexto cotidiano y a la vez responder a las necesidades de una sociedad exigente y que transmuta rápidamente con el tiempo, de aquí la importancia de los procesos de reflexión ante las prácticas, las metodologías, estrategias desarrolladas en las instituciones del país, así como el papel de los actores de este proceso educativo.

Por lo anterior, bajo el marco del proyecto, **“Aprendiendo de las fuentes de energía a través de la robótica”** en cada una de las instituciones se desarrolló tres talleres del club de ciencias (24 en total entre las 8 instituciones) con el objetivo de generar insumos para los estudiantes que les permitiera aprender sobre nuevos temas relacionados con ciencia.

Los talleres implementados en el club de ciencias tuvieron una duración de aproximadamente dos lecciones. El objetivo del primer taller fue medir la percepción que tenían los estudiantes acerca de los robots. Inicialmente se les solicitaba a los estudiantes que explicara que eran un robot, dibujaran uno, le pusieran nombre, y explicaran las funciones que realizaban.

Los dibujos presentados por los estudiantes en su mayoría eran similares a los de la antología utilizada durante el proyecto o a la visualización de Nao, todos con características humanoides.

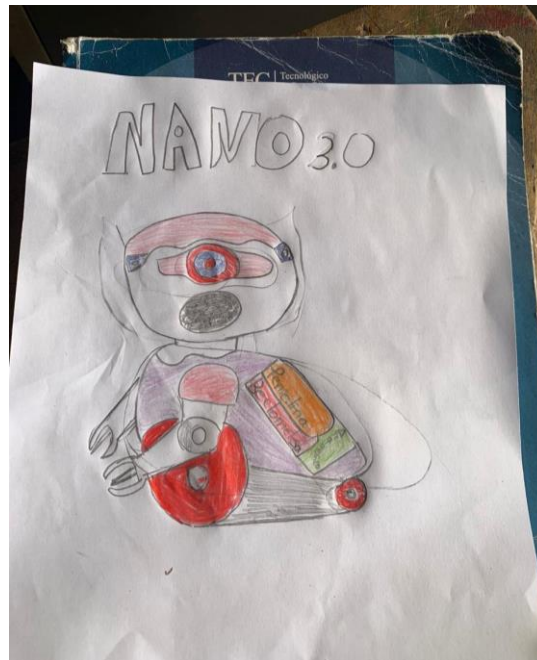


Figura 1. Diseño de un robot realizado por un estudiante en el club de ciencias.

Al preguntarles ¿Qué es un robot? Las respuestas más frecuentes eran:

- Algo mecánico.
- Máquina que tiene vida propia.
- Mecanismo muy complicado.
- Tecnología muy cara.
- Tecnología que sirve para muchas cosas.

- Objeto que piensa y hace las cosas por sí solo.

En cuanto a las funciones de los robots, las más citadas fueron:

- Defensa o protección.
- Amigos de juegos.
- Constructores de casas u objetos.
- De limpieza
- De ayuda en la salud.

Después de escuchar a los estudiantes, se realizó una presentación sobre los robots y adicionalmente, el funcionario Kevin Hernández Cordero, de la Unidad Desconcentrada de la Carrera de Ingeniería en Producción Industrial de San Carlos, realizó una presentación con Nao (un robot humanoide) durante la ejecución del proyecto, lamentablemente el deterioro del robot no ha permitido que sea incluido en nuevas actividades de los nuevos proyectos con robótica.

Una vez concluidas las presentaciones, se replantearon las preguntas establecidas al inicio, de manera que los estudiantes reflexionaron acerca de lo que es un robot y su importancia para la sociedad ejecutando un cierre del taller.

Con respecto al taller de introducción a la robótica se realizaron preguntas basadas en un enfoque por indagación, de manera que se realizaron preguntas como:

- ¿Qué es la robótica?
- ¿Cómo funcionan los elementos de robótica?
- ¿Es la robótica importante en la vida diaria?

Posteriormente, se les brindaba una “base motriz” con bloque EV3 para que construyeran el robot e interactuaran con la programación de este. Mediante el software de programación de Lego se les demostraba a los estudiantes que era importante este paso para que los robots pudieran ejecutar las funciones que necesitábamos para desenvolvernos en la vida cotidiana.

En el tercer taller relacionado con vehículos espaciales, se les daban las piezas para que los estudiantes pudieran armar ciertos prototipos establecidos del modelo de Lego, con esto se pretendía analizar sobre la importancia de los robots en el espacio exterior, así como las funciones que estos cumplían.

Como una estrategia para mantener el club de ciencias durante el paso del tiempo, se desarrolló una página de Facebook llamada RoboTec.



Club de Ciencia RoboTec

32 Me gusta • 102 seguidores

Figura 2. Página de Facebook RoboTec.

Tras el desarrollo del club de ciencias en las diferentes instituciones participantes es posible evidenciar actividades que estuvieron dirigidas a fortalecer algunas habilidades en los niños como la observación, el planteamiento de preguntas, seguimiento de instrucciones, así como la contextualización de las situaciones planteadas, permitiéndoles utilizar el aprendizaje previo, pero a la vez replantear el mismo para generar nuevo conocimiento.

Por otro lado, se hizo énfasis en resaltar la importancia de la escritura y de la organización de la información a través de dibujos, tablas, texto o maquetas. Lo anterior con el propósito de facilitar en los estudiantes reflexionar y apropiarse de su propio conocimiento, para que así pudieran compartirlo con sus demás compañeros, estableciendo relaciones y comparaciones que enriquecieran el proceso de enseñanza aprendizaje.

El implementar propuestas metodológicas alternativas en las instituciones escolares como es el caso de los clubes de ciencias, permiten generar nuevas metodologías didácticas y procesos pedagógicos en los que se puede pensar y reflexionar acerca del abordaje de la enseñanza de las ciencias en las escuelas.

Las temáticas abordadas en el club de ciencias no representaban actividades aisladas, sino que poseían el hilo conductor de la robótica, el cual se manejó en diferentes fases como focalización, predicciones, exploración o experimentación, exposición y reflexión final,

donde se abordaban los diferentes tópicos desde diferentes aristas y por ende se contextualizaban y establecían relación con otras disciplinas o saberes.

Al abordar y trabajar temas con contenido científico de forma continua e interdisciplinar generó algunas oportunidades y habilidades en los estudiantes de manera que lograron asociar algunos conocimientos y combinarlos para un mejor desempeño en las diferentes actividades, lo cuál se evidenció durante el desarrollo de talleres, así como en los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica.

Con respecto al aprendizaje de los estudiantes, no es correcto hablar de aprendizaje significativo, debido a que para hacerlo se debe realizar un seguimiento de al menos tres años a los participantes del club de ciencias; sin embargo, se logró identificar el hecho de que a partir de ideas previas e inquietudes los estudiantes mostraban mayor interés por el conocimiento, así como una alta expectativa en cada uno de los talleres impartidos debido a que formaba parte de su conocimiento, su contexto y su cultura bajo el marco del aprendizaje.

Sobre el campamento de la niña

En la actualidad, las instituciones educativas del país poseen igualdad en cuanto a los recursos utilizados en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, existe una diferenciación en cuanto al género que puede estar dada de forma explícita o implícita, la cual es llamada “currículo oculto”.

Por lo anterior, desde el 2017, la M.Sc. Vanessa Carvajal Alfaro creó el campamento de la niña, la ciencia y la tecnología. Este campamento busca estimular la innovación y las habilidades científicas y tecnológicas en niñas de las escuelas de la zona de influencia del TEC sede San Carlos mediante la implementación de talleres de ciencia.

El año 2019, bajo el marco de este proyecto, se desarrolló el III Campamento de la Ciencia, la niña y la Tecnología, el cual se llevó a cabo durante los meses de octubre y noviembre. Las niñas provenían principalmente de las **Escuelas de Coopezamora, República de Italia, Pénjamo y Fermín Rodríguez** con edades entre los 8 y 9 años. Los talleres se dieron en tres fechas con grupos de aproximadamente 12 niñas diferentes en cada ocasión.

La metodología se basó en aprendizaje por indagación, experimentación, así como el enfoque STEAM mediante el uso de los kits de Lego Education de robótica y de vehículos espaciales. Durante el desarrollo de las actividades se impartieron tres talleres por sesión.

El primer taller consistió en la contextualización de lo que es un robot, cómo funcionan los robots y los diferentes contextos en los que pueden ser encontrados. Con ayuda de plastilina, se solicitó a los participantes que armaran posibles estructuras de robots. En esta

primera actividad la mayoría de los robots tuvieron aspectos cuadrados y humanoides, siendo esta una figura usual en las representaciones de los niños debido a que son las más evocadas en películas o fábulas. Posteriormente se les preguntó a los niños sobre las funciones de los robots y mediante esta pregunta se pudo visualizar que las niñas pensaban en los robots como objetos de limpieza de los hogares, probablemente porque esta personificación es la más común en sus entornos o contextos.

Posteriormente, se brindó una charla sobre los robots, sus funciones, su apariencia, funcionamiento e importancia en la sociedad, lo que permitió que las niñas comprendieran que los robots no solamente poseen una figura humanoide, sino que también hay de diferentes tipos y funciones. Aunado a lo anterior, se les explicó a las participantes que para que un robot funcionara era importante programar, de lo contrario no se ejecutaba ninguna función.

Seguidamente, se solicitó a las niñas reconstruir su modelo, pero esta vez mediante los bloques de Lego y aplicando lo aprendido. Al final de la actividad, las niñas realizaron una pequeña plenaria donde compartieron sus ideas y principales aprendizajes.

El segundo taller consistió en la interacción de las niñas con Nao, con apoyo del funcionario Kevin Hernandez Cordero, de la Unidad Desconcentrada de la Carrera de Ingeniería en Producción Industrial de San Carlos.

La interacción con Nao un robot tipo humanoide permite explicarles a los niños las diferencias entre automatización y robots humanoides, y ejemplificar que muchas de las actividades y servicios diarios como las comunicaciones están mediadas por automatización. Por otra parte, este tipo de actividades permiten a las niñas a tener una contextualización del conocimiento e ideas aproximadas sobre lo que son los robots y como funcionan, así como las múltiples funciones que pueden llegar a desarrollarse.

Por último, en el tercer taller se trabajó en el ensamblaje de una base motriz con ayuda de Legos a partir de un bloque de EV3, con funciones básicas como avance y retroceso con la finalidad de generar un acercamiento a la robótica y visualizar algunos componentes importantes de la misma a través preguntas generadoras que les permitiera relacionar los robots con su entorno cotidiano.

Este taller con modelos armables permitió el desarrollo de habilidades motoras y un contacto con la tecnología que no está presente en su entorno cotidiano, por lo que la experiencia se escapa de actividades o rutinas diarias, y es a partir de este contacto con la tecnología que se espera impactar positivamente dado la aceptación que tienen los niños y niñas en general por los robots.



Figura 3. Participación de Nao en el campamento de la niña, la ciencia y la tecnología.

Como producto de estas actividades el periodista Geovanni Jimenez realizó una nota periodística sobre el aporte masculino en la inclusión de la mujer en la ciencia y la tecnología. La misma la pueden consultar a través de este link: <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2022/03/21/aporte-masculino-contribuye-inclusion-mujer-ciencia-tecnologia>

Colaboración con la Municipalidad de Upala

Como parte de la colaboración con otras instancias durante el año 2021, la Unidad de Gestión y Abordaje Integral de la Municipalidad de Upala, coordinó para ejecutar un campamento de robótica para los niños y niñas. En dicho campamento participaron la M.Sc. Vanessa Carvajal Alfaro y el Lic. Allan Larios Cruz.

La escogencia de la población participante se realizó a través de esta unidad, en donde se inscribieron niños y niñas entre 8-9 años de la comunidad de Barrio Real en el cantón central de Upala.

La comunidad de Barrio Real fue seleccionada por la Unidad de Gestión y Abordaje Integral de la Municipalidad de Upala debido a sus condiciones socioeconómicas dado que se encuentra formada por casas de bien social con alto número de ocupantes y pocas fuentes de empleo, pero sobre todo por pertenecer a un sector del cantón donde las brechas escolares y de oportunidades son muy grandes.

Así mismo, en el desarrollo de este campamento, se trabajó con niños y niñas (13 niñas y 15 niños) con edades entre 3 y 6 años en la Centro de Cuido de la Desarrollo Integral (CECUDI). La metodología empleada para el desarrollo del campamento se basó en un modelo constructivista bajo un enfoque humanista, de manera que se tomó en cuenta el contexto social y cultural de los participantes propiciando un ambiente de aprendizaje agradable, motivándolos a participar en las actividades siendo los niños y niñas los principales autores del proceso.

Las actividades impartidas en el CECUDI fueron una exhibición de un robot humanoide (Nao) para educar a los niños sobre tecnología y robots y construcción de satélites comestibles. Como parte de esta dinámica, al robot se le hicieron preguntas y se le contaron historias. En la segunda etapa se realizó con los niños la actividad “Satélite comestible”. Dado que los niños aún son pequeños, no se recomienda utilizar bloques de construcción plegables para las actividades. Durante esta actividad se proyectaron imágenes satelitales, se aclararon sus funciones y se repartieron diversas galletas, dulces de diferentes formas y colores a los niños y construyeron el satélite visto con anterioridad a partir de las imágenes satelitales.

Las actividades desarrolladas en el CECUDIS evidenciaron que los niños desde temprana edad tienen un especial interés por elementos tecnológicos como lo son los robots; sin embargo, necesitan ser estimulados de manera constante mediante diferentes estrategias didácticas y pedagógicas de manera que la ciencia y la tecnología sea parte de su realidad y no una historia que puede ser transmitida por otros.

En la comunidad de Barrio Real, se trabajó durante una hora y cuarenta y cinco minutos pequeños subgrupos de 12 niños. Sin embargo, en total participaron 35 niños y 16 niñas. Mediante la experimentación y la indagación y con ayuda del bloque EV3, se abordó el tema de robótica, mediante el ensamblaje de un carro llamado “base motriz” con funciones básicas como el progreso y retroceso para generar un acercamiento a la robótica básica y visualizar algunos componentes importantes de la misma a través preguntas generadoras que les permitiera relacionar los robots con su entorno cotidiano.

Estas preguntas permitieron realizar un acercamiento al conocimiento general de los robots donde nuevamente se evidencia la asociación entre la figura humanoide con los robots. Durante la construcción del robot se evidenció que los participantes poseían dificultades durante el proceso, asociada a la falta de acercamiento tecnológico que poseen, así como de una estimulación adecuada durante su proceso de desarrollo; sin embargo, las niñas eran más metódicas que los niños. Para finalizar se realizaron las mismas preguntas generadoras, en donde se evidenció que los participantes tenían un mayor conocimiento y por lo tanto una mayor comunicación.

Adicional a las actividades con los niños del CECUDI y en la comunidad de Barrio Real se realizó una actividad en conjunto con la Escuela de Ciencias del Lenguaje de Cartago en conmemoración del día del niño bajo el marco del club de ciencias de este proyecto.

La Biblioteca de Upala se encargó de la inscripción de los participantes a través del siguiente afiche:



Figura N° 4. Afiche de invitación a actividad del día del libro.

En el desarrollo de dicha actividad se desarrollaron dos talleres para niños entre 8 y 9 años, basados en tópicos del espacio y las constelaciones, en donde se buscó promover el aprendizaje de las ciencias a través de la lectura científica.

A partir de esta actividad se realizó una publicación en la revista Ventana, la cual se puede consultar a través del siguiente enlace:

<https://revistas.tec.ac.cr/index.php/ventana/article/view/6650/6423>

Un aspecto importante por mencionar es que estas actividades brindaron espacios de intercambio de conocimiento y experiencias entre el Instituto Tecnológico de Costa Rica, la biblioteca de Upala (Unidad Socioeducativa), así como la comunidad. Estos espacios permitieron crear sinergias de manera que abrió el paso a la formulación de nuevas propuestas de proyectos.

Es por lo anterior, y como continuidad de este proyecto nace la iniciativa “Implementando metodologías STEAM para la enseñanza de ciudades sostenibles a través de la robótica en niños y niñas para el cantón de Upala”

Sobre la capacitación docente

Es importante que los docentes posean una formación profesional inicial que les permita desarrollar herramientas para dar respuestas educativas de calidad a la diversidad de estudiantes en el proceso de enseñanza- aprendizaje; y que, por otra parte, cuenten con una formación profesional continua que permita capacitarse y actualizarse permanentemente, para responder a las distintas demandas emergentes (Rivera & Núñez, 2017, p.18).

Por lo anterior, el Instituto Tecnológico de Costa Rica en el marco del proyecto “Aprendiendo de fuentes de energía y sus aplicaciones a través de la robótica” desarrolló un taller de capacitación para los docentes de las escuelas participantes.

Se realizó un taller en tres diferentes centros educativos, participaron en total 11 docentes y se desarrollaron temas de robótica, algunas manifestaciones de energía, así como metodologías alternativas para la enseñanza de estos tópicos. La capacitación se dividió en cuatro secciones:

- Introducción al mundo de los robots
- Ensamblado y funcionamiento de los robots
- Acercándose al mundo de las simulaciones phet
- Herramientas para la sustitución de los modelos robóticos

En la primera sección, se realizó una introducción sobre los robots: ¿Qué son? ¿Cómo funcionan? ¿Cuáles tipos de robots se pueden encontrar?, así como la importancia de los robots para el mundo y el desempeño cotidiano.

Posteriormente se dividió los diferentes grupos de participantes en parejas para el ensamblaje de una base motriz, así como su respectiva programación. A cada uno de los participantes se les enseñó el entorno de programación de Lego, así como diferentes funciones que podían ejecutar mediante la base motriz, así como los usos en sus clases de ciencias.

Con respecto al ambiente de simulación antes de dar cualquier instrucción sobre el uso de las phet, solamente se les compartió un enlace a los docentes con el fin de que exploraran los entornos, permitiéndoles desarrollar la intuición y el desarrollo natural del proceso de aprendizaje (Lopez, Puzzella, Demartini & Ripoll, 2013).

Después de la fase de exploración, se realizó una explicación de los entornos con los que se iba a trabajar y se dieron algunas preguntas iniciales, esto debido a que los procesos de interacción entre el alumno y algún tipo de experiencia didáctica deben de ir acompañados de preguntas que ayuden a la reflexión: qué se hace y por qué se lo hace, qué dificultades se pueden anticipar, qué está pasando, cómo está pasando, etcétera.

Con el uso de las simulaciones se logra que los roles de los estudiantes sean cada vez más autónomos, y que los docentes sean facilitadores orientados a la comprensión proporcionando suficientes oportunidades de experimentación (Cataldi, Lage & Dominighini, 2013, p.11).

Para el abordaje de las simulaciones se trabajó en cuatro etapas basadas en un enfoque constructivista:

- a. Enfoque: en donde se conocen las ideas preconcebidas del estudiante y se fija la atención del estudiante sobre estas ideas propias.
- b. Desafío y contraste: De manera que se le brinda información al estudiante de manera que el mismo pueda contrastar los recursos brindados con respecto a sus ideas preconcebidas.
- c. Verificación: comparación de las utilidades de los conceptos existentes y de los nuevos para la resolución del problema.
- d. Aplicación: de los nuevos conceptos en contextos similares.

A partir de esta metodología se les facilitó a los docentes de manera digital unas guías para el desarrollo de temas sobre energía mecánica, energía potencial, energía cinética, sonido, sonido y energía (Apéndice 5).

Para cerrar el taller con los docentes se les brindó la opción de una herramienta para sustituir el uso de los bloques armables y del bloque de programación EV3, como la herramienta: Lego Digital Designer.

Logros no considerados dentro de la formulación del proyecto

- En el centro educativo La Balsa, se imparten los diferentes talleres para los estudiantes de V y VI grado. El nivel de sexto grado solamente contaba con tres estudiantes, por lo cual la directora de la institución sugirió que se podrían impartir los talleres a los estudiantes de quinto grado también. La sugerencia fue acogida y actualmente en esa escuela se trabaja con diez participantes (7 de V y 3 de VI grado).
- Se desarrollaron nuevas actividades complementarias como la actividad “Tipos de energía” “Aprendamos sobre la energía” y “Construcción de satélites comestibles”
- Participación en la semana del ambiente del Campus Tecnológico Local San Carlos, en la cual se impartió un taller y charla sobre energía solar y paneles (se adjunta lista de asistencia).
- La directora de la Escuela la Balsa pidió asesoramiento para participación en la feria científica. En esta feria los estudiantes decidieron realizar un trabajo sobre energía solar en donde se utilizaron los kits de energías renovables (se adjunta carta de solicitud).

Desde la perspectiva docente, el presente proyecto ha generado insumos que han dotado a las diferentes instituciones participantes de guías de trabajo con nuevas metodologías para realizar clases más interactivas y dinámicas con sus estudiantes.

La multidisciplinariedad del grupo extensionista ha permitido generar propuestas más innovadoras que impactan en las diferentes áreas de conocimiento de cada uno de los ejecutores (Física, Biología, Tecnología).

Logro del propósito y los componentes

Propósito: Objetivo 1 Construir conjuntamente conocimientos en los maestros en temas actuales de energía y tecnológicos.			
Componentes	Indicador	% de logro	Comentarios
1. Elaboración de antología que comprende 10 guías didácticas para la enseñanza de las energías.	1 antología didáctica	0%	Se trabajó con las guías didácticas de la M.Sc. Vanessa Carvajal Alfaro la cuál fue la coordinadora anterior del proyecto. Además, se generaron nuevas guías: guía de manifestaciones de energía, guías para la gira de campo del curso de botánica, así como el material otorgado en las capacitaciones docentes.
2. Capacitación a maestros en el manejo en robótica y tecnología aplicada al manejo de energías	11 docentes capacitados.	100%	Se capacitaron los docentes de las instituciones participantes durante el mes de diciembre del 2022.
Propósito: Objetivo 2 Dar seguimiento al impacto de los medios utilizados para la enseñanza de las energías.			
Componentes	Indicador	% de logro	Comentarios
1. Aplicación de instrumento de evaluación en el tema de energías a los niños de sexto año de las escuelas participantes antes de iniciar los talleres en cada una de las escuelas.	Un instrumento de diagnóstico aplicado por estudiante presente.	100%	Se aplicaron un total de 83 instrumentos de los estudiantes de las escuelas participantes.
2. Aplicación de un segundo instrumento de evaluación en el tema energías a los niños de las escuelas participantes después de impartir los talleres en cada escuela.	Un instrumento aplicado de medición por estudiante presente	100%	Se aplicaron un total de 83 instrumentos de los estudiantes de las escuelas participantes.
3. Gestión de la creación de un club de ciencias para la participación de niños y docentes en cada una de las escuelas participantes.	Cuatro clubes de ciencias formados entre todas las escuelas	100%	Se gestionó la creación de un club de ciencias en donde se impartieron tres talleres por escuela.

Propósito: Objetivo 3 Implementar un abordaje activo en temas de energía en las aulas, a través de recursos tecnológicos en las escuelas del distrito de Florencia, San Lorenzo y Los Ángeles.			
Componentes	Indicador	% de logro	Comentarios
1.Ejecución de talleres aplicando la metodología STEAM para la resolución de problemas aplicados a las energías.	32 talleres en el primer año. 40 talleres en el segundo año.	100%	Se logró impartir la totalidad de los talleres que se esperaba durante la ejecución del proyecto.
2.Aplicación del aprender haciendo en el aula para la construcción de conocimiento integrado con el uso de la tecnología y las energías.	Un taller impartido en el curso de Física.	100%	Durante el primer año de ejecución del proyecto se impartió un taller en el curso de Física General I y para el segundo año de ejecución del proyecto se elaboró una guía sobre energía solar y se gestionó una gira en conjunto con el curso de botánica
3.Inducción a estudiantes de la comunidad de robótica o estudiantes en general en robótica aplicada para que contribuyan como asistentes en la impartición de los diferentes talleres.	3 estudiantes involucrados	100%	Se contó con la participación de tres estudiantes asistentes que pertenecían a la Escuela de Agronomía.

8. Integración de la academia:

Asistencias Estudiantiles

Nombre del estudiante	Carrera	Actividades realizadas
José Andrés Rojas Chacón	Escuela de Agronomía	Preparación de materiales. Ayudante en las giras y los talleres
Aylin Durán Gutiérrez	Escuela de Agronomía	Preparación de los materiales para los talleres
Gerald Chaves Quesada	Escuela de Agronomía	Preparación de los materiales para los talleres

Se involucró a la profesora Rocío Quirós Oviedo y la estudiante Juliana Rojas Serrano de la Unidad desconcentrada de la Carrera de Ingeniería en Computación, San Carlos en un taller de Interner of Things (IoT) impartido en la escuela Fermín Rodríguez.

Cursos

Curso	Carrera	Objetivo del curso	Actividades realizadas (giras académicas, proyectos de cursos, actividades de clase)	Evidencias (enlace al documento)
Laboratorio de Física General 1	Ingeniería en Producción Industrial y Electrónica	Reconocer las diferentes manifestaciones de energía	Taller sobre manifestaciones de la energía a través de la fricción 11 de noviembre de 2019	Control de asistencia 16 estudiantes
Laboratorio de Física General 1	Ingeniería en Producción Industrial y Electrónica	Reconocer las diferentes manifestaciones de energía	Taller sobre manifestaciones de la energía a través de la fricción 12 de noviembre de 2019	Control de asistencia 16 estudiantes
Botánica	Ingeniería en Agronomía	Identificar las variaciones de radiación solar en bosques tropicales húmedos	Variaciones de radiación solar en bosques tropicales húmedos, II semestre 2022	Fotografías Control de asistencia

9. Cumplimiento del plan de difusión

El proyecto ha sido divulgado en diferentes eventos nacionales e internacionales, tanto dentro como fuera de Costa Rica. Se detalla a continuación el evento y sus logros. Se ha participado en eventos donde los principales participantes son los docentes de escuelas y colegios del país con lo es CONCITES que es un congreso de educación a nivel nacional principalmente y COMPDES congreso de Centroamérica con ejes en tecnología y educación y así lograr propiciar en nuestra población meta el espíritu y la apropiación de los fines de este proyecto.

Nombre del evento	Lugar del evento	Tipo de divulgación	Producto
XIII congreso COMPDES2020 Guatemala, virtual en el mes de julio 2020	Guatemala	Congreso Internacional	Ponencia: “Enseñanza de las energías renovables a través de la robótica: caso de estudio en niños de primaria”
2020- XXII CONCITES, Congreso Nacional de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Evento virtual del 13 al 17 de octubre, 2020	Costa Rica	Congreso Nacional	Taller: “Principios mecánicos orientados a la robótica un ejemplo en la producción de energía”.
V Congreso Iberoamericano sobre ambiente y sustentabilidad Universidad Estatal del Sur de Manabí Del 10 al 14 de junio 2019	Ecuador	Congreso Internacional	Ponencia: “Aprendiendo de fuentes de energías renovables y sus aplicaciones a través de la robótica”.
COMPDES en El Salvador del 22 al 26 de julio de 2019	Salvador	Congreso Internacional	Taller: Ahorro energético: Construcción de un modelo eólico mediante herramientas de robótica Taller: Entendiendo la energía a través de la robótica
XXI CONCITES del 22 al 24 de agosto 2019 en Limón	Costa Rica	Congreso nacional	Taller: Aprendamos sobre energía Taller: Enseñanza de las energías limpias

			por medio de la robótica y paneles solares.
CTEC, en conmemoración del día de la mujer 10 de marzo de 2020 por el Programa de Regionalización.	Costa Rica	Actividad conmemorativa	Taller: “Principios mecánicos orientados a la robótica”
CPIC en Facebook live. El 23 de febrero de 2023	Costa Rica	Divulgación	Plenario: Retos de las niñas y las Mujeres en las ciencias
Nota Periodística: Hoy en el TEC	Costa Rica	Divulgación	Aporte masculino contribuye en la inclusión de la mujer en la ciencia y tecnología
Revista ventana	Costa Rica	Divulgación	Aprendizaje de las ciencias a través de la literatura: Una ventana al conocimiento.

10. Ejecución Presupuestaria:

Partida específica	Monto solicitado	Monto ejecutado	Porcentaje ejecución	Justificación
Impresión - Encuadernación y Otros	₡100 000	₡62,281.28	62.28	Se esperaba utilizar los recursos de impresión y encuadernación para brindar el material a los docentes en la capacitación; sin embargo, el presupuesto fue

				recogido el 31 de octubre.
Viáticos dentro del país	€350 000	€135,850.00	38.81	Al tener las escuelas tan cerca de la institución no se podían aplicar la liquidación de viáticos. Se ejecutó muy poco debido a que los horarios de visitas se pudieron ajustar a tiempos de dos lecciones, por lo cual no se requirió incurrir en el gasto de viáticos
Alimentos y bebidas	€200 000	€199,689.85	99.84	
Materiales y productos de plástico	€55 000	€0.00	0.00	
Productos de papel - cartón e impresos	€250 000	€249,850.00	99.94	
Textiles y Vestuario	€100 000	€0.00	0.00	La partida se encontraba restringida y por ende no se pudo realizar las compras de los mecates para la ejecución de las actividades complementarias.
Útiles y materiales de limpieza	€100 000	€0.00	0.00	Los útiles y materiales de limpieza fueron comprados durante la pandemia con fondos de caja chica. Al no ser utilizados durante la pandemia se aprovecharon posteriormente.
Otros útiles - materiales y suministros diversos	€24 000	€0.00	0.00	
Servicios	€400 000	€400,000.00	100.00	

Internos Unidad de Transportes				
--------------------------------------	--	--	--	--

11. Limitaciones y problemas encontrados

- La cantidad de equipo de robótica es limitada dado el alto costo, lo que nos permite solamente atender grupos pequeños de estudiantes.
- La suspensión del ciclo lectivo en todo el país por parte del MEP y las giras en zonas de alerta color naranja por parte de la VIE, debido a la emergencia sanitaria por el COVID19 ha dificultado la ejecución de los talleres y demás actividades, así como el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- Las escuelas públicas seleccionadas no cuentan con una plataforma virtual para impartir clases virtuales, donde tengan a sus estudiantes registrados y familiarizados con ella.
- Al intentar reactivar el proyecto durante el año 2021, los docentes han externado que se encuentran aplicando el plan remedial implementado por el MEP y en consecuencia solamente abordarán asuntos relacionados propiamente con sus programas de estudio.
- Durante el 2021, se intentó realizar un enlace con los docentes del MEP para iniciar las capacitaciones de manera virtual o en pequeños grupos; sin embargo, se encontraban sobre cargados de deberes y capacitaciones por lo que carecían de tiempo para atender otras actividades.

12. Observaciones generales y recomendaciones

- Trabajar con niños a tempranas edades es un efecto positivo para hacer uso de la tecnología aplicada con el aprender-haciendo ya que ellos están dispuestos a hacer, construir, experimentar y sin miedo al error.
- El trabajo grupal con niños fortalece el compañerismo y la ayuda en desarrollar habilidades blandas y técnicas.
- La ayuda de estudiantes asistentes y otros docentes en el área contribuyen en la ejecución positiva del proyecto, en la preparación y ejecución. Además, enriquece con la experiencia de otros profesionales en el área.
- Los talleres con modelos armables permiten el desarrollo de habilidades motoras y un contacto con la tecnología que no está presente en su entorno rural, por lo que la experiencia se escapa a actividades o rutinas diarias, y es a partir de este contacto con la tecnología que se espera impactar positivamente dado la aceptación de que tienen los niños y las niñas en general por los robots.

13. Agradecimientos (opcional)

Agradecemos a los estudiantes asistentes del proyecto por su dedicación y su correcto trabajo. También a la Unidad Desconcentrada de la Carrera de Ingeniería en Producción Industrial, San Carlos por el acompañamiento del robot NAO a inicios del primer año de ejecución del proyecto.

14. Referencias

- Araya, Carlomagno. 2015. Evaluación del estado socioeconómico del cantón de San Ramón: una aplicación del Método HJ-Biplot. *Revista pensamiento Actual*- Vol.15- No 24.2015. 73-81. Universidad de Costa Rica. Sede Occidente.
- Camarena, R. (2017). *Efectos de la robótica educativa en el rendimiento académico en el nivel primario* [Posgrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4256/Camarena%20Bonifacio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cataldi, Z., Lage, F., & Dominighini, C. (2013). Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 10(17), 8–16.

- Fundación Omar Dengo. 2014. Programa de Robótica Educativa Infantil. Recuperado de <http://www.fod.ac.cr/robotica/index.php/component/content/article/10-proyectos/14-cursos-infantiles>. Consultado el 18 de marzo 2017
- González J. E., B. Jovani A. Jiménez. 2009. La Robótica Como Herramienta Para La Educación En Ciencias E Ingeniería. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, 10: 31-36; ISSN: 1699-4574
- Gutierrez-Berraondo, J., Zuza, K., Zavala, G., & Guisasola, J. (2018). Ideas de los estudiantes universitarios sobre las relaciones trabajo y energía en Mecánica en cursos introductorios de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 40(1).
- Lopez, N. E., Puzzella, A. E., Demartini, H. S., & Ripoll, M. V. (2013). Enseñanza del tiro parabólico en la universidad: Uso de simulaciones. *Teknos revista científica*, 13(2), 51. <https://doi.org/10.25044/25392190.457>
- López, P. y Andrade, H. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 37(1), 43-63. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/440/44028564003.pdf>
- Ministerio de Educación Pública (MEP). 2014. Programas de estudio Ciencia. Segundo Ciclo de Educación General Básica. Recuperado <http://www.mep.go.cr/> Consultado 16 de marzo
- Miglino, O., Lund, H. H., & Cardaci, M. (1999). La robótica como herramienta para la educación. *Journal of Interactive Learning Research*, 10(1), 25-47. Recuperado de <ftp://ftp.daimi.au.dk/Staff/hhl/EduRobSp.pdf>
- Ministerio de Gobernación y Policía. (MGP) 2016. San Lorenzo, Nuevo distrito de San Ramón. Disponible en <http://www.mgp.go.cr/wordpress/?p=1801>.
- MINAE. 2015. VII plan nacional de energía; programa de las naciones unidas para el desarrollo, 1° Edición, San José, 140p: 22 cm x 28/ cm. En línea (<http://www.minae.go.cr/recursos/2015/pdf/VII-PNE.pdf>) Consultado 18 de marzo de 2016.
- Municipalidad de San Carlos. (s.f.). Plan de desarrollo distrital de Florencia. In *Municipalidad De San Carlos 2014-2024*. <https://www.munisc.go.cr/documentos/NuestraMunicipalidad/Plan%20Desarrollo%20Distrital%20Florencia.pdf>
- Peralta, G. (2015). *Robótica educativa: Una estrategia en el desarrollo de la creatividad y las capacidades en educación en tecnología*. [Trabajo de grado, Instituto Latinoamericano de los Altos Estudios]. Base de datos de Instituto Latinoamericano de los Altos Estudios. <https://libroselectronicos.ilae.edu.co/index.php/ilae/catalog/book/59>
- Pinto, M., Barrera, N., y Pérez, W. (2010). Uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza. *Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 15-23.
- Rayas, J. (2017). *Ideas previas sobre energía en niños y niñas de 5° grado de escuela primaria y sus opiniones acerca de las actividades de aprendizaje* [Posgrado, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://bgtq.ajusco.upn.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/80/1/Jessica%20Gloria%20Ideas%20previas%20Tesis.pdf>
- Romarís, A. G., Blanco, T. F., Somoza, M. S., & Diego-Mantecón, J. M. 2017. Iniciación a actividades STEAM desde la Educación Primaria.
- Romero, M., & Quesada, A. (2015). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 1(32), 101–115. https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2014v32n1/edlc_a2014v32n1p101.pdf
- Rivera, D., & Núñez, C. (2017). Capacitación profesional docente: Realidades de la educación inclusiva. *Cuaderno De Pedagogía Universitaria*, 13(26), 15–25. <https://doi.org/10.29197/cpu.v13i26.260>
- Soto, M. B., Couso, D., & López, V. (2018). Una propuesta de enseñanza-aprendizaje centrada en el análisis del camino de la energía “paso a paso”. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación*

10. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1202

Zevallos; V. E. 2013. Agenda de Competitividad para la Región Huetar Norte: Caracterización Socioeconómica de la Región Huetar Norte. Ministerio de Economía Industria y comercio. (<http://www.munisc.go.cr/documentos/NuestraMunicipalidad/CaracterizacionSocioeconomicadeIlaRegionHuetarNorte.pdf>) Consultado 18 de marzo de 2016.

15. Apéndices (opcional)

Apéndice 1: [Enlace](#) a las minutas e informes de giras año 2019

Apéndice 2: [Enlace](#) a las minutas e informes de giras año 2022

Apéndice 3: [Enlace](#) de fotos del proyecto: talleres, capacitaciones, asistentes...

Apéndice 4: [Enlace](#) de instrumento pre-test y post-test

Apéndice 5: [Enlace](#) de guías y actividades

Apéndice 6: [Enlace](#) de Certificados de participación en congresos