

Artículo derivado de experiencia social o didáctica

DOI: <http://doi.org/10.15517/revedu.v49i2.553>

Experiencia formativa con estudiantes de carreras de Educación de la Sede Guanacaste: creación de proyectos con uso de placas Makey Makey

*Hands-on Learning through Technology Integration in
Teacher Education: Creating Projects with Makey Makey
Boards*

Hazel Castro Araya
Universidad de Costa Rica
San José, Costa Rica
hazel.castroaraya@ucr.ac.cr (Correspondencia)
<https://orcid.org/0000-0003-1875-5770>

Olga Guzmán Mora
Universidad de Costa Rica
San José, Costa Rica
olga.guzman@ucr.ac.cr
<https://orcid.org/0000-0003-0660-5564>

Recepción: 5 de octubre de 2024
Aceptado: 31 de marzo de 2025

¿Cómo citar este artículo?

Castro Araya, H. & Guzmán Mora, O. (2025). Experiencia formativa con estudiantes de carreras de Educación de la Sede Guanacaste: creación de proyectos con uso de placas Makey Makey. *Revista Educación*, 49(2). <http://doi.org/10.15517/revedu.v49i2.553>

Esta obra se encuentra protegida por la licencia Creativa Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



RESUMEN

Este estudio, presentado en el *IV Congreso de Educación Primaria: Transformando la educación para enfrentar los desafíos actuales y futuros*, valora, desde la perspectiva de las personas docentes en formación, un taller basado en el construccionismo y enfoque STEAM, para el desarrollo de proyectos educativos con uso del equipo *Makey Makey*. Su objetivo fue validar como una buena práctica, para el fomento del pensamiento creativo y habilidades tecnológicas en estudiantes universitarios, la implementación de talleres en los que como eje central se diera el desarrollo de proyectos educativos con el uso de las placas *Makey Makey*. Se utilizó una metodología cuantitativa, a través de encuestas, para valorar el desarrollo de proyectos educativos. Los talleres diseñados por medio de la metodología *Design Thinking* se ejecutaron con tres grupos del curso Creatividad y Talento, en 2022, 2023 y 2024, de las carreras de Educación Primaria, Educación Primaria con concentración en Inglés y Educación Inicial, de la Sede Guanacaste, de la Universidad de Costa Rica. Los talleres fueron implementados por el personal del Programa de Tecnologías Educativas para el Aprendizaje, PROTEA, de la Sede Rodrigo Facio en San José, Costa Rica. Las variables estudiadas fueron: entorno y materiales, propuesta pedagógica, pertinencia de la innovación y utilidad de implementar la propuesta en el campo profesional. Los resultados muestran una valoración positiva por parte de las personas estudiantes. Se destacó la calidad de la propuesta pedagógica, las estrategias metodológicas y los materiales utilizados. Expresaron alta disposición por implementar la metodología *Design Thinking*, la tecnología *Makey Makey* y los recursos del taller en el diseño de proyectos educativos. Los talleres tuvieron un impacto positivo en la formación del estudiantado, fomentaron la creatividad, la innovación y el uso de nuevas tecnologías. Algunas limitaciones fueron: el tamaño de la muestra y la falta de un grupo de control. Se recomienda, ampliar el contexto educativo donde se implementen estas tecnologías y continuar investigando para fortalecer el uso de tecnologías en las aulas, acompañado de procesos de planificación con sustento pedagógico.

PALABRAS CLAVE: Programación informática, Aprendizaje activo, Educación, Innovación educativa, Tecnología educativa, Enseñanza superior, Competencia digital.

ABSTRACT

This study, presented at the *IV Primary Education Conference: Transforming Education in the Face of Current and Future Challenges* examines a workshop on the use of Constructionism and a STEAM approach to create educational projects with Makey Makey equipment from the perspective of teacher trainees who participated in the workshop. The objective was to evaluate the feasibility of conducting such workshops as an effective way of promoting creative thinking and fostering technology skills for teacher training purposes. Research was based on a quantitative methodology with surveys to track project progression. Workshops were created using a Design Thinking methodology

and implemented with three cohorts from a Creativity and Talent course during 2022, 2023 and 2024. Course participants were either Primary Education, English for Primary Education or Early Childhood Education majors at the Guanacaste Campus of the University of Costa Rica (UCR). Workshops were facilitated by Educational Technologies for Learning Program, PROTEA staff from the UCR Rodrigo Facio Campus in San José, Costa Rica. The factors that were analyzed include the environment and materials, the pedagogical approach, the impact of the innovation and practicality of implementing this teaching method in a classroom setting. Students evaluated the workshop favorably and expressed a strong inclination to adopt a Design Thinking methodology through Makey Makey technology together with the resources learned in the workshop for classroom projects. The workshop proved to have a positive impact on teacher training by fostering creativity, innovation and integration of new technologies. Study limitations included the sample size and absence of a control group. Expanding educational settings to implement this technology and further research for its integration in classrooms, supported by a systematic pedagogical approach is recommended.

KEYWORDS: Computer Programming, Activity-Based Learning, Education, Educational Innovation, Educational Technology, Higher Education, Digital Competence.

INTRODUCCIÓN

El enfoque STEAM en la educación ha cobrado mucha relevancia en los últimos años. Según [López Simó et al. \(2020\)](#), se menciona en documentos marco de políticas educativas, literatura especializada y de formación, foros económicos y sociales, por ende, en las Instituciones de Educación Superior (IES) se despierta el interés por generar acciones que fortalezcan el desarrollo de habilidades y competencias para aplicar. Se dice que la incorporación de la tecnología puede aportar mucho a este enfoque en el campo educativo. Uno de los retos es la incorporación de la tecnología de manera que esta favorezca la resolución de múltiples problemas. En este sentido las universidades, las cuales deberían ser garantes de la formación de las personas profesionales, parecieran no ir aparejadas con los cambios sociales. La alfabetización digital en educación terciaria es, por tanto, clave para alcanzar dichos cambios ([Santiago-Trujillo & Garvich-Ormeño, 2024](#)). Uno de esos desfases se evidencia al examinar los diferentes *pénsum* de las carreras de educación que en ocasiones ofrecen solo una o dos asignaturas relacionadas con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ([Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura \[Unesco\], 2016](#)). Por tanto, existe una necesidad de construir, en las nuevas generaciones de personas educadoras, el conocimiento científico/tecnológico que ofrezca claridad en materia educativa y desarrolle propuestas que acompañen la incorporación de las TIC en las aulas. Especialmente, porque de acuerdo con [Engel y Coll \(2022\)](#) se requiere de docentes capaces de diseñar espacios en los cuales se conecte el aprendizaje con los intereses de las personas estudiant-

tes. En este sentido, el enfoque educativo STEAM permite una integración curricular en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva activa que desarrolla el pensamiento crítico y profundo de manera integral y contextualizada (Santillán-Aguirre, et al. 2020).

En el presente estudio se persigue el desarrollo de esas habilidades tecnológicas y creativas en cada persona educadora en formación. Se concretó una alianza docente entre el Programa de Tecnologías Educativas (PROTEA) y el curso de Creatividad y Talento en la Educación Inicial y Primaria, impartido para estudiantes de las carreras de Educación en la Sede de Guanacaste, durante los años 2022, 2023, 2024. Se propició la creación de proyectos educativos que incorporaran el desarrollo de habilidades en tecnologías educativas por medio del uso de las placas *Makey Makey*, la promoción del pensamiento creativo y la planificación de actividades didácticas basadas en problemas reales. El objetivo de este estudio fue validar la propuesta formativa aplicada, durante los años citados, para el desarrollo de proyectos educativos los cuales incluyeran estas placas, como una buena práctica, para la formación profesional de estudiantes de Educación Primaria, Educación Primaria con Inglés y Educación Inicial.

Algunos estudios sugieren que el uso de placas *Makey Makey* en propuestas didácticas promueve el pensamiento creativo en las personas estudiantes, Moura de Carvalho et al. (2021) destacan la necesidad de esta formación intencionada, pues es cada vez “más necesaria para el desarrollo del pensamiento creativo tanto en los profesores como en los alumnos” (p. 164), ya que incide en el desarrollo personal, así como en la capacidad de resolución de problemas.

Sin embargo, hace falta profundizar aún más acerca de los aportes y limitaciones que tiene en la educación costarricense. En el plano internacional, Bevan et al. (2015) mencionan la metodología utilizada en museos, *Tinkering*, [experimentar] como una rama de la creación, la cual facilita espacios educativos para la resolución creativa e improvisada de problemas. Este tipo de espacios apoyan las investigaciones interdisciplinarias y la creatividad a través de la utilización de herramientas tecnológicas y el enfoque educativo STEAM. Parte de los resultados de este estudio se enfocan en la importancia de facilitar espacios educativos donde se promueva el pensamiento creativo mediante la experimentación.

En su investigación, Vezino y Weiler (2015), efectúan un taller para el uso de tecnología, circuitos eléctricos y programación con el propósito de desarrollar en las niñas y los niños un sentido de creatividad y pensamiento de diseño a través de actividades prácticas que utilizan kits *Makey Makey* y programación Scratch. En los resultados mencionan que se potencia la capacidad del docente para enseñar diseño de ingeniería creativa. De manera similar, Machado et al. (2019) hacen uso del *software* y las placas, mencionadas anteriormente, para enseñar conceptos musicales básicos en los cuales se promueve eficazmente el aumento en cuanto a compromiso y a la motivación del estudiantado.

En la investigación desarrollada por [Chen y Lo \(2019\)](#) se experimenta con el uso de *Makey Makey* como plataforma para un instrumento de diseño centrado en las personas en la educación STEAM, con 249 adolescentes de una escuela secundaria de Hong Kong y se identificó un aumento significativo en la creatividad del estudiantado en cuanto a originalidad, flexibilidad, fluidez y creación.

Estos estudios muestran que el uso de estas placas en propuestas didácticas fomenta el pensamiento creativo en el cuerpo estudiantil. En el actual contexto educativo costarricense se requiere de un fortalecimiento de la capacitación docente. El [Programa Estado de la Nación \[PEN\] \(2021\)](#) en su Octavo Informe Estado de la Educación expone que durante los años 2020 y 2021 se evidenciaron problemáticas debidas tanto a rezagos educativos históricos como a los efectos económicos y sociales generados por la pandemia causada por el virus SARS- CoV- 2. En este informe, se profundizan aspectos relacionados con el uso de las TIC en el ámbito docente. Se destaca que las personas docentes se limitan a la implementación de procesos evaluativos, a la adaptación de recursos digitales elaborados por terceros según su componente curricular y a las necesidades del alumnado, a la creación de presentaciones, al uso de procesadores de texto y a la navegación en la web de manera puntual ([PEN, 2021](#)). Aunado a lo anterior, es importante comprender que

la incorporación de las TIC en el sistema educativo en general se presenta asociado con el bajo grado de apropiación que generan los actores del sistema educativo, lo que en la práctica se traduce en serias dificultades para promover el uso de dispositivos y tecnologías ([Unesco, 2016](#), p. 37).

En el Estado de la Educación del 2021, se evidenció que las bajas competencias digitales en las personas docentes fue uno de los factores que incidió en la dificultad de “enfrentar con solvencia la complejidad” ([PEN, 2021](#), p. 45) de los efectos de la pandemia en la educación remota en el país. [Trejos Trejos \(2023\)](#) añade que “(...) es necesario que el profesorado cuente con la formación pertinente, de manera que tenga comprensión de las posibilidades de uso de las tecnologías digitales en su asignatura, así como confianza y actitud positiva hacia el uso de estas” (p. 39).

La evidencia señala que cuanto mayor es el grado académico de las personas docentes, más recurren al uso de las tecnologías digitales para la implementación de sus cursos ([Trejos Trejos, 2023](#)). Por lo tanto, promover el desarrollo de competencias digitales docentes, es fundamental, y mejoraría las posibilidades de acceso al aprendizaje por parte del estudiantado que atienden. Este desarrollo depende de la disposición por parte de las sociedades, los países y las compañías para adoptar las tecnologías y, las instituciones educativas, juegan un papel importante.

Sin embargo, la mejora de la conectividad y equipamiento de los centros educativos aún son un reto por alcanzar. De acuerdo con los datos ofrecidos por [Trejos Trejos \(2023\)](#), en cuanto a la tenencia, acceso y uso de tecnologías digitales en educación, el proyecto Cerrando Brechas Educación de 2011, tenía como uno de sus cinco componentes “el acceso solidario a la conectividad de banda ancha” (p. 8).

Este progreso ha sido lento y desigual,

mientras en la Gran Área Metropolitana existen direcciones regionales —como la Dirección San José Oeste— la cual reporta el 100 % de centros educativos conectados, se tienen otras como la de Sulá, que cuenta con solo un 18 % de centros con conectividad (Trejos Trejos, 2023, p. 27). Además, existe una diferencia importante entre las zonas urbanas y rurales. “En la zona urbana el 87,2 % de las instituciones tenía conexión a Internet, en la zona rural era el 75,3 %” (Trejos Trejos, 2023, p. 28).

La brecha digital se relaciona por una parte con temas de acceso a los dispositivos e Internet y, por otra parte, con el papel de las personas docentes para el alcance óptimo de los aprendizajes esperados.

Según el *Foro Económico Mundial* (2023), para los años venideros algunas de las habilidades más importantes por desarrollar son el pensamiento analítico, el pensamiento creativo, la curiosidad y la alfabetización tecnológica. Se puede decir que las TIC son básicas para esta construcción, pues son beneficios directos e indirectos intrínsecos a la integración de tecnologías en espacios educativos. Por ello, debe existir un proceso de trabajo articulado entre el profesorado y las personas encargadas de los centros educativos que permita pensar un proyecto TIC para la institución, así como estrategias pedagógicas innovadoras que incorporen las tecnologías dentro de la lógica de la mediación docente.

Algunos centros educativos privados del país han tomado la iniciativa y cuentan con un *espacio maker educativo*, donde promueven el desarrollo de habilidades por medio del trabajo por proyectos con tecnologías diversas. Estos espacios son lugares en los que se puede “construir, destruir, montar y desmontar cosas, así como diseñar nuevos productos, a través de un modelo constructivista” (Gutiérrez-Esteban y Jaramillo-Sánchez, 2022, p. 204). Pues, permiten elaborar propuestas innovadoras con base en el aprender haciendo en las que se pueden utilizar la ciencia y la tecnología en actividades constructivistas de Piaget y construccionistas de Papert (Shad y Monty, 2019).

Lo anterior justifica la necesidad de que las personas participantes se apropien de las tecnologías de forma libre y motivadora. Ruiz-Martín (2015) afirma que “la cultura digital se siente mayormente identificada con el uso de medios que propician el *do it yourself* [hágalo usted mismo], debido a sus características abiertas y democráticas y a su capacidad de generar comunidad a través del compartir” (p. 79). Al estudiar distintos laboratorios de centros educativos en el mundo, se vislumbra que “es una realidad inherente, algo que parece extenderse definitivamente y que responde a las necesidades, motivaciones e inquietudes del modelo cultural” (Ruiz-Martín, 2015, p. 79) que ellos denominan *read & write culture* [cultura de leer y escribir].

Esta cultura de *hágalo usted mismo*, es la que se requiere para desarrollar el enfoque STEM en educación. En este sentido, Serón Torrecilla y Murillo Ligorred (2020) mencionan que “el enfoque STEM ha devenido en la última década en un nuevo acrónimo STEAM, en el cual, Arte y Diseño

se presentan con todo su potencial” (p. 65). Este enfoque impacta directamente en la fuerza laboral requerida para ciertas carreras, donde la resolución de problemas y el pensamiento crítico y creativo son habilidades deseadas tanto en estudiantes como en profesionales. En este estudio se destaca la elaboración de proyectos para resolver problemas educativos con propuestas innovadoras y con diseño estético.

El desarrollo de las habilidades digitales implica, a su vez, el desarrollo de habilidades creativas que les den sustento. La incorporación de la tecnología en la educación, no se trata únicamente de capacidades de programación o manejo técnico de la tecnología, se requiere de desarrollo del pensamiento creativo y crítico para enfrentar la enorme complejidad del siglo XXI. Esto incluye la enseñanza y, concretamente en el caso presentado, la formación de docentes en educación primaria.

La creatividad es, por excelencia, la capacidad que ha permitido al ser humano el avance en los distintos ámbitos del conocimiento. Cuando ante los desafíos que plantea la realidad no se encuentran respuestas que satisfagan, se recurre a la creatividad. En la formación de las personas docentes, esta es una idea que debe prevalecer. En el acto educativo, la creatividad es esencial.

Pero, ¿qué es creatividad?, este es un concepto difícil de definir por su complejidad y puede ser explicado desde diferentes perspectivas. Para [Peñagos-Corzo y Ramírez-Galdeano \(2023\)](#), “la creatividad es de los aspectos cognoscitivos que más contribuyen a nuestra definición como seres humanos” (p. 43). Algunas personas investigadoras retoman distintos aspectos. Guildford, mencionado por [Al-Ababneh \(2020\)](#), la define con base en las “características de los individuos creadores” (p. 245) como la fluidez, la flexibilidad, la originalidad y el pensamiento divergente. Paul Torrance, mencionado por [Esquivias \(2004\)](#), indica que la “creatividad es el proceso de ser sensible a los problemas, a las deficiencias, a las lagunas del conocimiento, a los elementos pasados por alto, a las faltas de armonía, etc” (p. 6).

En estas últimas dos décadas algunos especialistas aportan nuevas aristas. [Sternberg y O'Hara \(2005\)](#), precisan la creatividad como el “proceso de dar a luz algo nuevo y útil a la vez” (p. 113). Para [Amabile \(2012\)](#) es “la producción de una respuesta, un producto o una solución novedosos y apropiados ante una tarea abierta” (p. 1); [Csikszentmihalyi \(2013\)](#) la concreta como “cualquier acto, idea o producto que cambia un campo ya existente, o transforma un campo ya existente en uno nuevo” (p. 28).

Como puede verse, el concepto de creatividad es amplio, complejo, multifacético, polisémico y evolutivo. Ahora bien, las habilidades creativas se amplían y enriquecen en el seno de las relaciones sociales. “La creatividad no se produce dentro de la cabeza de las personas, sino en la interacción entre los pensamientos de una persona y un contexto sociocultural” ([Csikszentmihalyi, 2013](#), p. 24). Esta visión es analizada por [Clapp \(2018\)](#), quien va más allá de la importancia del enfoque sociocultural y afirma que la creatividad “es un proceso distribuido y participativo que incorpora las contribuciones

de diversos actores en el desarrollo de ideas creativas a lo largo del tiempo” (p. 39); sugiere que existe un entramado de actores, “contribuyentes primarios o ‘relativamente estables’ y secundarios o ‘menos estables’, que llevan adelante una idea creativa” (Clapp, 2018, p. 47).

Por su parte, Bellini (2024) señala que la creatividad “es un potencial humano estructurado en los dinamismos de nuestra especie” y que “tiene que ver con nuestra capacidad de establecer una relación con la realidad cotidiana que nos encontramos fuera de nosotros, una relación capaz de generar el ‘sentido’ de la vida cotidiana” (p.155). Estas posiciones rompen con el mito generalizado de que la creatividad es propiedad de unos cuantos.

La capacidad de *pensar fuera de la caja* se gesta mejor en espacios socialmente contruidos e intencionados, donde las ideas creativas se distribuyen y practican bajo condiciones seguras y lúdicas. La promoción de esas habilidades creativas conlleva un trabajo organizado y pedagógicamente mediado y, es el ambiente de aula, el que ofrece las condiciones idóneas para su desarrollo.

Ante los vertiginosos cambios que se presentan en todos los campos del desarrollo humano y que serán la constante a lo largo del siglo XXI, se hace necesario echar mano de alternativas que permitan alcanzar un poco de orden y una oportunidad de logro y trascendencia. Un “factor esencial en el camino de la adaptación de los individuos a los requisitos del desarrollo tecnológico y económico... en cuanto que aporta herramientas para afrontar los retos de la vida cotidiana” (Moura de Carvalho et al., 2021, p. 165.) es el pensamiento creativo.

De modo interesante, algunos lo definen como un “recurso renovable e ilimitado” (Vergara, 2021, párr. 1), pero que, para su desarrollo óptimo requiere de un paciente y apropiado acompañamiento.

Para fomentar el pensamiento creativo en las aulas debe existir disposición, una intención manifiesta para no relegarla “a un segundo o incluso un tercer plano de importancia” (Fuentes, 2024, p. 10074). Es una habilidad compleja en la cual convergen dos tipos de movimiento en cuanto al pensamiento: “el divergente, o expansión de ideas y el convergente, que implica su análisis y evaluación” (Sátiro, 2019, pp. 76-77). En educación se requiere de este equilibrio entre expansión y contracción para la obtención de soluciones creativas a problemas precisos. Las niñas, los niños y las personas jóvenes tienen tanto la necesidad como el derecho de formarse y participar en espacios creativos que promuevan su potencial y les permitan consolidar habilidades creativas para enfrentar los desafíos actuales y futuros. En este estudio, la creatividad participativa es esencial para el desarrollo de los prototipos con el *Software Scratch* y la placa *Makey Makey*.

A continuación, se presentan los procedimientos metodológicos empleados en el estudio, incluyendo el diseño de la investigación, la población y muestra de estudio, los instrumentos de recolección de datos y las técnicas de análisis utilizadas. Posteriormente, se realiza el análisis y la discusión a la luz de la teoría y finalmente se presentan las principales conclusiones y recomendaciones del estudio.

METODOLOGÍA

Este estudio se enmarca en el enfoque cuantitativo, ya que según [Hernández-Sampieri y Mendoza \(2018\)](#), “representa un conjunto de procesos organizados de manera secuencial para comprobar ciertas suposiciones” y es “apropiado cuando queremos estimar las magnitudes u ocurrencia de los fenómenos y probar hipótesis”. (p.6)

La investigación recolecta los datos de las personas estudiantes participantes en los talleres para la creación de proyectos con las placas *Makey Makey* en la educación inicial y primaria, durante los años 2022, 2023 y 2024, para su validación.

El método del estudio es descriptivo, pues según Danke (citado por [Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018](#)), los estudios descriptivos “buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos comunidades o cualquier otro fenómeno que es sometido a un análisis” (p. 117). En este sentido, la percepción de las personas participantes en el taller como docentes en formación de Educación Inicial y de Educación Primaria permite valorar la pertinencia de la propuesta del taller. Partiendo de la premisa de que la persona docente, tiene mucho que aportar en la comprensión de las posibilidades y limitaciones de esta tecnología emergente en las prácticas de aula. Con esta finalidad, se empleó un cuestionario para recopilar la valoración de cada taller llevado a cabo y finalizado en estos tres años, así como el valor pedagógico que puede tener esta innovación en las aulas de educación inicial y primaria.

Para el desarrollo de este estudio se llevaron a cabo ocho fases: 1. Planteamiento del problema; 2. Revisión literatura y desarrollo del marco teórico; 3. Visualización del alcance del estudio; 4. Elaboración de hipótesis; 5. Desarrollo del diseño de y definición de variables investigación; 6. Recolección de los datos; 7. Análisis de los datos; y, 8. Elaboración del reporte de resultados (Adaptado de [Barrantes, 2014](#)).

Es relevante aclarar que el análisis se realiza partiendo de los datos recolectados en la encuesta. En cuanto a la muestra, [Cenedesi Jiunior y Vouillat \(2024\)](#) señalan que “es un subgrupo de una población, constituido por n unidades de observación y que debe tener las mismas características que la población seleccionada para participar en el estudio” (p. 11). En este caso corresponde al grupo de estudiantes participantes que llenaron voluntariamente el cuestionario de valoración del taller, ver [Tabla 1](#).

Tabla 1.

Muestra seleccionada de participantes

Año	Cantidad de estudiantes	Muestra seleccionada
2022	21	19
2023	31	10
2024	26	10
Total	78	39

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de la matrícula de los cursos y encuesta.

De este estudio surge la siguiente interrogante: ¿Es el desarrollo de proyectos educativos con la metodología *Design Thinking* con uso de las placas *Makey Makey* una buena práctica, según la percepción de las estudiantes y los estudiantes de último año de las carreras de Educación Inicial, Educación Primaria y Educación Primaria con concentración en Inglés del curso de Creatividad y Talento en la Educación Inicial y Primaria, de la Sede Guanacaste, de la Universidad de Costa Rica?

En cuanto a las variables, estas son “una característica, cualidad o propiedad observada que puede adquirir diferentes valores y es susceptible de ser cuantificada o medida en una investigación” (Oyola-García, 2021, p. 90) y que la persona investigadora determina en función de la temática. En el sentido expuesto, la definición de una buena práctica en la educación primaria considera distintas variables. Se incorporan cuatro variables de análisis en el presente estudio, a saber: 1. Entorno y materiales utilizados; 2. Propuesta pedagógica; 3. Pertinencia de la innovación; y, 4. Utilidad de implementar la propuesta.

Por tratarse de un estudio cuantitativo, se utiliza la técnica del cuestionario estructurado, beneficioso para este enfoque, pues “proporciona información sobre sus opiniones, comportamientos o percepciones” (Medina et al., 2023, p. 24). El instrumento del cuestionario se ejecutó en la plataforma en línea de Google Forms (<https://forms.gle/GAZmjoJGkLQwugan6>) y se compartió con el estudiante participante, por medio de un enlace, al finalizar cada taller.

En relación con la implementación de los talleres se utilizó la metodología *Design Thinking*, Martínez y Suárez (2019) explican este método se basa en la empatía con la persona usuaria y la experimentación para encontrar soluciones innovadoras y consta de cinco fases, que se detallan a continuación:

1. Descubrimiento: se define el reto o problema. Las personas estudiantes escogieron un año (nivel o grado) hacia el cual dirigir la propuesta y un tema/problema por resolver.

2. Definición: evaluación de necesidades, tomando en cuenta la persona usuaria y contexto educativo. El estudiantado define el proyecto con base en los planes de estudios vigentes en el sistema de educación pública costarricense y la propia experiencia como estudiantes practicantes en las aulas.

3. Ideación: se generan y seleccionan ideas creativas para el proyecto. Una semana antes de la visita al laboratorio, el grupo de estudiantes preparó bosquejos de la idea y discutió opciones para la construcción de los prototipos sin conocer aún el *software* ni las placas.

4. Prototipado: implementación de la propuesta con material concreto y uso de tecnología *Makey Makey*. Se desarrolla un taller brindado por PROTEA-UCR en la sede Rodrigo Facio, con las personas estudiantes universitarias donde exploraron el programa Scratch y comprendieron el funcionamiento de las placas *Makey Makey*, para luego diseñar su propia programación. En equipos colaborativos, elaboraron diseños y construyeron prototipos de carteles o de materiales interactivos de manera creativa y estética en el espacio *maker* que ofrece el PROTEA, dirigidos a la enseñanza de niñas y

niños desde el nivel materno-infantil (4 años) hasta sexto año de educación primaria (12 años). Se distribuyeron los roles: montaje del material concreto, programación del *software* para lograr la interactividad en el cartel o modelo, audios, ensamblaje. Conectar las placas *Makey Makey*, al modelo, maqueta o cartel implicó, reevaluar ideas y ajustar el diseño a las posibilidades físicas que ofrecía el kit (número y longitud de los cables y número de entradas en la placa). Buscaron soluciones que les permitieran alcanzar o, por lo menos, acercarse al objetivo original que se habían planteado.

5. Iteración: validación del proyecto realizado al finalizar el taller. Los prototipos se probaron varias veces hasta alcanzar la versión final. Recibieron retroalimentación y aportaron sus propias ideas para mejorarlos.

Con la implementación de este taller, durante los años 2022, 2023, 2024, es que se propone la validación del uso de la metodología *Design Thinking* para la elaboración de proyectos educativos con placas *Makey Makey* como una buena práctica con estudiantes de carreras de educación en formación inicial.

En este estudio con la consecución de estas fases se experimentó de primera mano lo que se describe como la creatividad participativa. La cual, según Clapp (2018), se califica como “quizás la más prevalente en espacios físicos y virtuales en los que los jóvenes participan en el desarrollo de ideas socialmente emergentes” (p. 56). Las ideas se desarrollaron sobre la base de un amplio entramado de ideas previas y colaboraciones directas e indirectas.

RESULTADOS

Se utilizan las medidas de coherencia interna para calcular la confiabilidad del instrumento y la validez de los datos con el método Alfa de Cronbach, del cual se obtuvo un puntaje de 0,84, lo que indica una excelente confiabilidad. En este caso 39 estudiantes completaron el instrumento voluntariamente, alcanzando la mitad de la población. Además, se utilizó la herramienta Excel para la extracción y transformación de datos. Esto permitió visualizar los datos de los tres años, compararlos y analizarlos a través de gráficos.

Variable: Entorno y materiales utilizados

El espacio donde se realizó el taller sufrió algunas modificaciones de mobiliario y equipos durante estos años, cómo se puede apreciar en la Figura 1. En la propuesta 2022 las mesas se colocaron en forma de U con una mesa grande al centro. En el 2023 la distribución fue en grupos, con un mobiliario antiguo y con la combinación de computadoras MAC y laptops. Para el 2024 se colocan mesas nuevas más pequeñas en grupos y se equipa totalmente el laboratorio con laptops.

En la Figura 2, se observa la valoración de los materiales y exposiciones del taller. Durante los tres años el estudiantado en su mayoría valora los talleres como excelentes evidenciando la posición de Shad y Monty (2019) porque les permitió el desarrollo de proyectos innovadores con los materiales utilizados.

Figura 1.

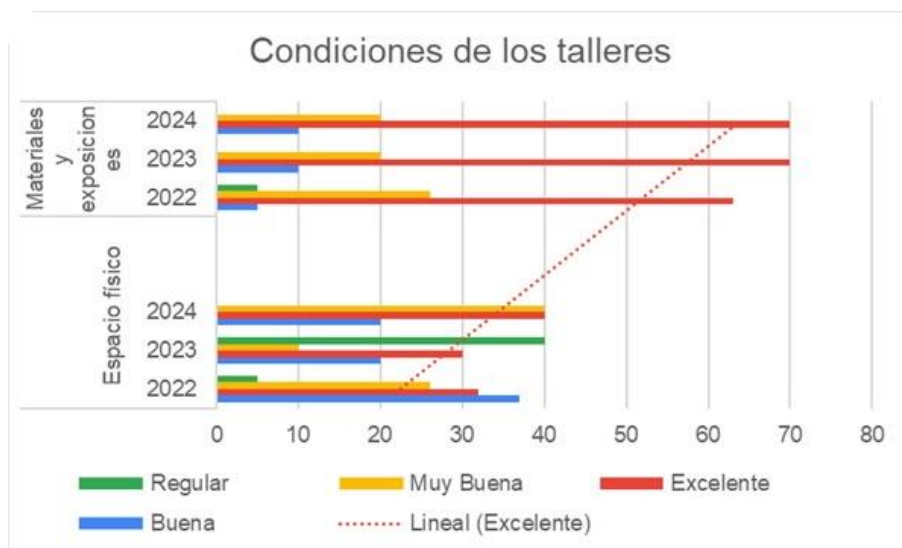
Imágenes del espacio de la sala SITEA del 2022 al 2024



Fuente: Fotografías tomadas en los talleres por Castro y Guzmán (2022, 2023 y 2024).

Figura 2.

Variable de condiciones de los talleres



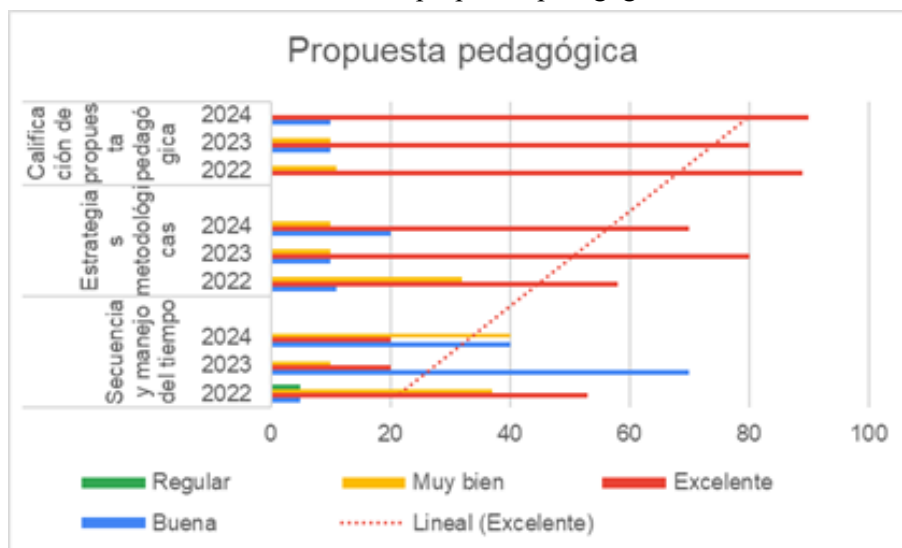
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de las encuestas aplicadas durante los años 2022, 2023 y 2024.

Variable: Propuesta pedagógica implementada en el Curso de Creatividad y Talento

En la Figura 3 se puede observar que la propuesta pedagógica es calificada como excelente durante los tres años, al igual que las estrategias metodológicas y la secuencia y manejo del tiempo se perciben de forma positiva.

Figura 3.

Variable de propuesta pedagógica



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de las encuestas aplicadas durante los años 2022, 2023 y 2024.

Variable: Pertinencia de la innovación con *Makey Makey* en el contexto costarricense

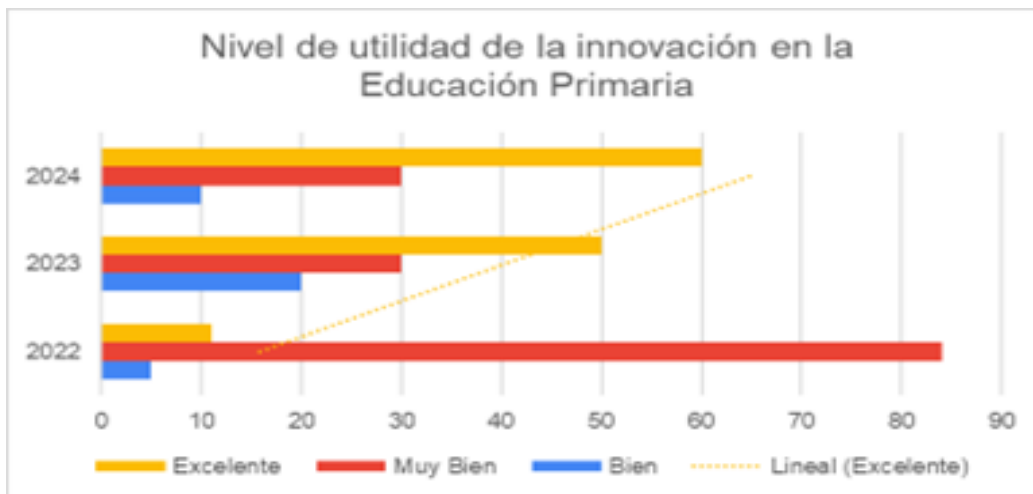
En la Figura 4 se aprecia el valor de la utilidad de innovación en la Educación Primaria, Primaria con Concentración en Inglés y Educación Inicial. Esta se califica de manera positiva durante los tres años, lo que significa que el estudiantado considera que la innovación tiene utilidad para los contextos educativos en los cuales se desarrollarán profesionalmente.

En la Figura 5 se grafica la percepción que tiene el estudiantado en cuanto al valor de adquirir el recurso en las instituciones educativas, existen variaciones en los resultados. En el 2024, las estudiantes y los estudiantes ven poco viable que las escuelas en las que desarrollan su práctica docente adquieran el kit *Makey Makey*. Es posible que este dato tenga una implicación, pues en el 2022 cerca de la mitad lo considera viable y en el 2023 un mayor porcentaje lo consideran viable. El estudiantado de estos años se encontraba en su mayoría, en segundo y tercer año de carrera, por lo que no estaban en contacto directo con los contextos escolares.

En la Figura 6 se muestra el año de carrera que cursan las personas estudiantes. La diferencia en cuanto a la experiencia práctica podría tener un impacto en la forma en que se valora la viabilidad de la adquisición del recurso en las instituciones educativas.

Figura 4.

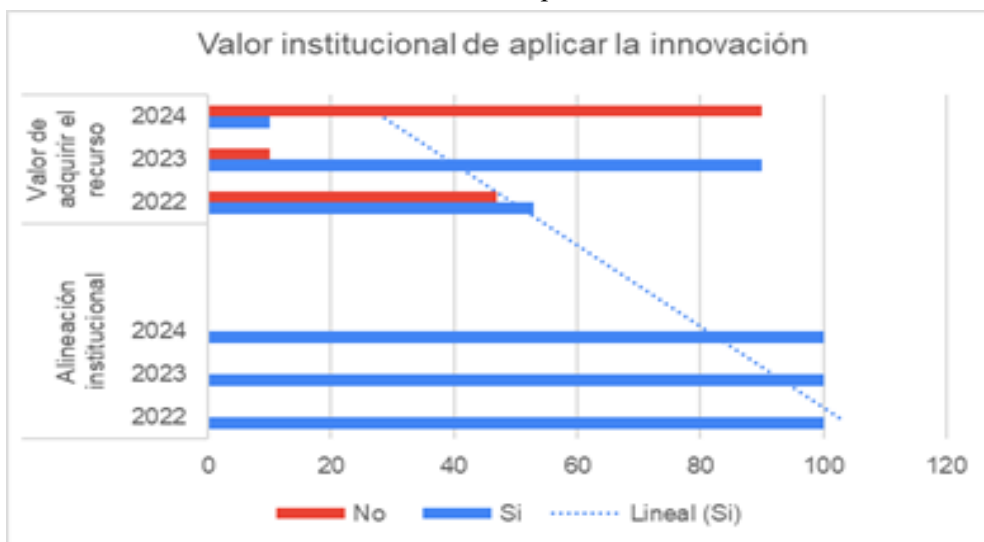
Nivel de utilidad de la innovación en la Educación Primaria



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de las encuestas aplicadas durante los años 2022, 2023 y 2024.

Figura 5.

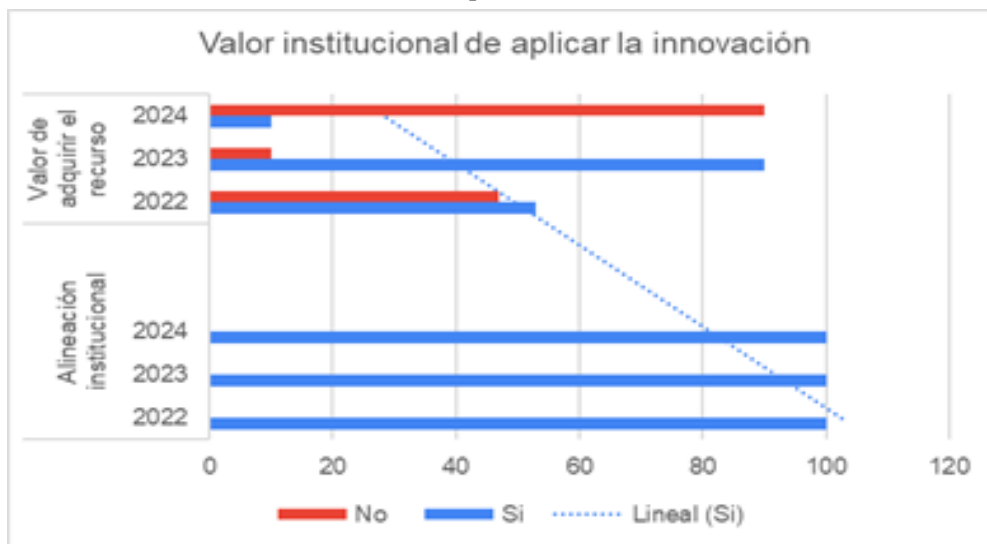
Valor institucional de aplica la innovación



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de las encuestas aplicadas durante los años 2022, 2023 y 2024.

Figura 6.

Año de carrera que cursa el estudiantado



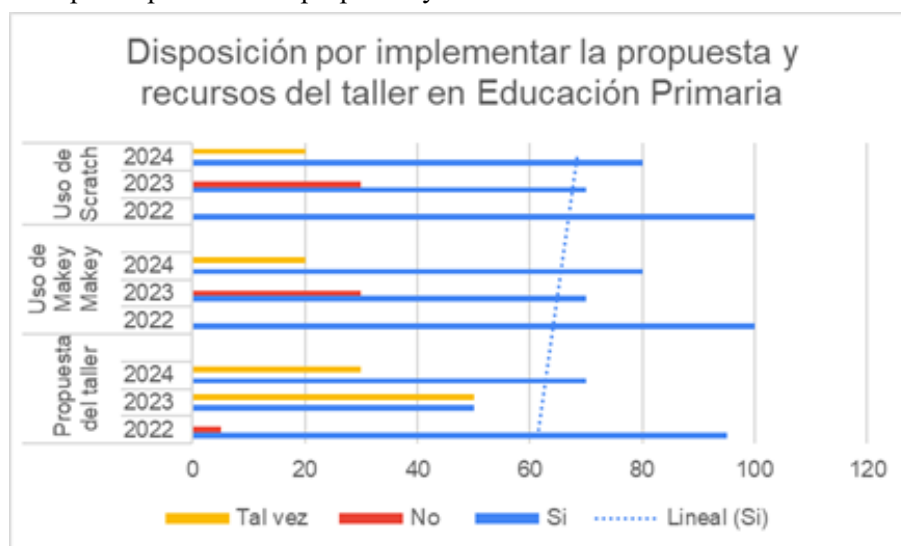
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de las encuestas aplicadas durante los años 2022, 2023 y 2024.

Variable: Utilidad de implementar la propuesta para la promoción del pensamiento creativo

En la [Figura 7](#) se aprecia una valoración positiva, en los tres años, hacia implementar la propuesta y usar nuevas herramientas como Scratch y *Makey Makey* en la Educación Primaria e Inicial. Las actitudes positivas hacia la innovación (descritas en las figuras anteriores) podrían explicar la relativamente alta disposición.

Figura 7.

Disposición por implementar la propuesta y recursos del taller en Educación Primaria e Inicial



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de las encuestas aplicadas durante los años 2022, 2023 y 2024.

DISCUSIÓN

Análisis de entorno y materiales utilizados

Al entender el espacio como un ambiente de aprendizaje y como elemento curricular [Iglesias-Forneiro \(2008\)](#) destaca que se requiere de esfuerzos para ordenarlo y equiparlo para que sea un factor positivo en el aprendizaje. En términos generales la valoración de las personas participantes del equipo y mobiliario en el *espacio maker* de Protea fue entre buena y excelente en el 2022, en el 2023 mostró una tendencia decreciente, en 2024 vuelve a ser positiva (ver [Figura 2](#)). Esto significa que se aprecia de manera favorable la distribución del mobiliario del laboratorio durante los años 2022 y 2024, el cual inicialmente estaba en forma de U con la mesa grande al centro y durante el 2024 se colocaron mesas pequeñas en grupos, para facilitar la elaboración de proyectos educativos, lo cual concuerda la visión de estos espacios según [Gutiérrez-Esteban y Jaramillo-Sánchez \(2022\)](#).

Además, en relación con los materiales se utilizan laptops, presentaciones de *power point*, *software* libre Scratch, placas *Makey Makey*, cables y varios tipos de conductores, así como cartulinas, hojas de colores, tijeras, impresiones, entre otros. Se destaca, durante los tres años, una valoración muy positiva por tener articulación con la planificación y elaboración de proyectos realizados. Entendiendo que los materiales didácticos utilizados tienen “como fundamento la premisa que, la adecuada relación entre los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje: objetivo, contenidos (conocimientos, habilidades y actitudes), métodos, formas de organización, sistema de evaluación y materiales didácticos da por resultado un aprendizaje de mayor calidad” ([Caamaño et al., 2021](#), p. 319).

Análisis de la propuesta pedagógica implementada en el Curso de Creatividad y Talento

En este aspecto, es importante destacar que las carreras de educación deben incorporar en sus *pénsums* asignaturas relacionadas con las tecnologías educativas ([UNESCO, 2016](#)), especialmente ante la brecha existente en la formación de futuros docentes. Se debe considerar que, para el uso de la tecnología educativa en las aulas, se requiere de una planificación pedagógica y didáctica de la actividad. La propuesta formativa basada en el construccionismo y el enfoque STEAM busca que el estudiante asuma un papel activo como creador de sus propios proyectos.

En este estudio la alianza entre Protea y el curso de Creatividad y Talento logró incidir de manera positiva en este aspecto. Lo cual, sugiere que el desarrollo de habilidades con tecnología educativa requiere de un diseño instruccional cuidadoso al integrar las TIC en la educación ([Cabero Almenara, 2016](#)). En este sentido, las personas estudiantes desarrollan habilidades para la implementación de proyectos STEAM en su futuro desempeño profesional.

Análisis de la pertinencia de la innovación con *Makey Makey* en el contexto costarricense

El hecho de incorporar tecnología en el aula no supone per se una mejora. Su uso debe orientarse hacia la resolución de problemas, el desarrollo de pensamiento crítico y creativo ([Santillán-Aguirre, et](#)

al. 2020). En este sentido, Ausubel y Papert mencionados por Salas Madriz, et al. (2014), destacan la necesidad de “una visión sistémica del fenómeno donde se consideren todos los elementos que entran en juego para que la tecnología se utilice para favorecer el cambio y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje” (p. 44). Es por lo anterior, que en este estudio se considera relevante comprender el nivel de utilidad de la innovación en la Educación Primaria e Inicial, y su alineación con las políticas institucionales. Es decir, que los proyectos educativos desarrollados estén enfocados en resolver problemas educativos detectados previamente y que, de esta manera, se pueda justificar la incorporación de la tecnología.

En el contexto educativo costarricense, se ha identificado una brecha digital, en cuanto al acceso a la tecnología, Internet y su uso efectivo en el aula (Trejos Trejos, 2023, p.28). En este estudio se evidencia la pertinencia de la innovación con *Makey Makey* para el desarrollo de proyectos STEAM en la Educación Primaria e Inicial como una propuesta que puede enriquecer el desarrollo de habilidades para incorporar tecnologías en las aulas. Sin embargo, se debe considerar lo que indican las personas participantes en cuanto a los recursos tecnológicos limitados que tienen algunos centros educativos. Lo cual puede obstaculizar el desarrollo de propuestas similares a las del estudio.

Análisis de la utilidad de implementar la propuesta para la promoción del pensamiento creativo

El desarrollo del pensamiento creativo es uno de los retos más grandes que enfrenta actualmente nuestra sociedad, máxime en una era marcada por el uso de diversas tecnologías como la Inteligencia Artificial; por ello, se requiere de estrategias pedagógicas orientadas hacia su desarrollo. Según Cabero Almenara (2016) el éxito en gran medida depende planificar las actividades con intencionalidad pedagógica, definiendo objetivos claros, seleccionando las herramientas adecuadas y diseñando experiencias de aprendizaje significativas.

De acuerdo con Vezino y Weiler (2015) el uso de placas *Makey Makey* puede ser de utilidad para la promoción de ese pensamiento creativo. En este estudio, a lo largo del proceso de elaboración de proyectos, la creatividad fue un elemento clave. Se requirió desde la ideación hasta la validación de los prototipos, incluyendo la programación con Scratch, el diseño con materiales concretos y la incorporación de la placa. Esto sugiere que el estudiantado participante está abierto a adoptar enfoques innovadores con uso de tecnología educativa en sus contextos educativos.

Con base en los resultados del taller, el estudio responde la interrogante planteada al indicar que el uso de la placa *Makey Makey* para crear proyectos educativos, con el fin de atender una problemática detectada en el aula, es percibida como una buena práctica para el desarrollo del pensamiento creativo y el desarrollo de habilidades en estudiantes de las carreras de Educación en la Sede Guanacaste.

CONCLUSIONES

Las conclusiones de este estudio se basan en los datos que se obtuvieron de las encuestas y observaciones efectuadas a los estudiantes participantes de los talleres de 2022, 2023 y 2024 para el desarrollo de proyectos educativos con placas *Makey Makey*.

Con base en el análisis de los resultados de los años estudiados, se puede decir que existe una valoración positiva del taller y del uso de las placas en la Educación Primaria e Inicial como una buena práctica. Esto podría indicar que la propuesta es vista como valiosa y relevante para el desarrollo de habilidades tecnológico-educativas y de pensamiento creativo en las personas estudiantes universitarias.

En cuanto a la valoración de los talleres, los participantes perciben positivamente la propuesta pedagógica, las estrategias metodológicas, los materiales y exposiciones del taller, los equipos y el espacio *maker* del laboratorio. Esto indica una consistencia en la calidad de la formación ofrecida al estudiantado participante considerando la teoría construccionista y el enfoque STEAM utilizado. Además, la valoración del espacio y los equipos, mejora en 2024, dadas las modificaciones ejecutadas en el equipamiento y mobiliario nuevo del laboratorio.

El estudiantado participante destaca de manera positiva la utilidad de la innovación en la Educación Primaria, y se nota una creciente disposición por aplicar y adquirir los recursos de la propuesta del taller.

Los datos del estudio muestran una alta alineación institucional hacia la innovación y el cumplimiento de metas y objetivos en cuanto a la educación tecnológica; lo que sugiere un ambiente favorable para la implementación, aunque no siempre sea viable el equipamiento de la propuesta en las aulas de educación inicial y primaria.

La metodología *Design Thinking*, resulta de alta utilidad para el diseño, desarrollo y validación de propuestas educativas STEAM en la Educación Primaria e Inicial; pues, fomenta el pensamiento creativo, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo.

Por otra parte, las limitaciones en el desarrollo de los talleres se relacionan con la dificultad de trabajar con estudiantes de la Sede de Guanacaste; pues, se requiere de la coordinación, logística y movilización de recursos entre la docente a cargo del curso y la facilitadora de PROTEA.

En cuanto al estudio, la principal limitación tuvo que ver con el tamaño de la muestra por ser relativamente pequeña (pues el alumnado participante llenó el formulario de manera voluntaria). Además, de la ausencia de un grupo de control para comparar los resultados y la falta de datos a largo plazo acerca del impacto de la propuesta en la práctica docente o en docentes graduados.

En este sentido, una de las recomendaciones para otros estudios es ampliar la población, por ejemplo, llevarlo a otras sedes y contextos educativos. También la implementación de un diseño de investigación con grupo de control para valorar la metodología *Design Thinking* y dar un seguimiento a estudiantes en práctica docente o graduados, para evaluar la aplicación de lo aprendido.

En síntesis, los resultados sugieren que la implementación del taller con la metodología *Design Thinking* en estos tres años ha impactado positivamente en la formación de estudiantes de la Sede de Guanacaste, principalmente, para fomentar el pensamiento creativo y habilidades tecnológicas desde un enfoque construccionista y STEAM. Sin embargo, es importante continuar investigando y evaluando su efectividad a largo plazo.

REFERENCIAS

- Al-Ababneh, M. (2020). The concept of creativity: definitions and theories. *International Journal of Tourism and Hotel Business Management*. 2(1). 245-249. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3633647
- Amabile, T. (2012). *Componential Theory of Creativity* [Teoría de la creatividad como componente]. Harvard Business School. <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=42469>
- Barrantes, R. (2014). *Investigación: un camino al conocimiento, un enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto* (2a ed.). Ágora: Serie Estudios, UNED.
- Bellini, P. (2024). The Socio-Relational Roots of the Creative Gesture [Las raíces sociorrelacionales del gesto creativo.] En Maddalena, G. Ferrucci, F., Bella, M. y Santarelli, M. (Eds.). *Gestures: Approaches, Uses, and Developments* (pp. 155-167). Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110785845-010>
- Bevan, B., Gutwill, J., Petrich, M., & Wilkinson, K. (2015). Learning Through STEM-Rich Tinkering: Findings From a Jointly Negotiated Research Project Taken Up in Practice. [Aprendizaje a través de experimentos ricos en STEM: hallazgos de un proyecto de investigación negociado conjuntamente llevado a la práctica]. *Science Education*, 99(1), 98-120. <https://doi.org/10.1002/SCE.21151>
- Caamaño, R., Cuenca, D., Romero, A., & Aguilar, N. (2021). Uso de materiales didácticos en la escuela “Galo Plaza Lasso” de Machala: estudio de caso. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(2), 318-329. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S221836202021000200318&lng=es&tlng=es
- Cabero Almenara, J. (2016). *Tendencias educativas para el siglo XXI*. Editorial: Centro de Estudios Financieros. <https://udimundus.udima.es/handle/20.500.12226/625>
- Cenedesi Jiunior, M. A. y Vouillant, S. E. (2024). Metodología de la investigación: del tema a la publicación de los datos. *Revista Ciências Humanas*, 17(1), 1-18. <https://doi.org/10.32813/2179-1120.2024.v17.n1.a976>
- Chen, C. W. J., & Lo, K. M. J. (2019). From Teacher-Designer to Student-Researcher: a Study of Attitude Change Regarding Creativity in STEAM Education by Using Makey Makey as a Platform for Human-Centred Design Instrument [De profesor-diseñador a estudiante-investigador: un estudio del cambio de actitud con respecto a la creatividad en la educación STEAM mediante el uso de Makey Makey como plataforma para el instrumento de diseño centrado en el ser humano]. *Journal for STEM Education Research*, 2, 75-91. <https://doi.org/10.1007/S41979-018-0010-6>
- Clapp, E. (2018). *La creatividad como proceso participativo y distribuido. Implicación en las aulas*. Narcea Ediciones.
- Csikszentmihalyi, M. (2013). *Creativity. The Psychology of Discovery and Invention*. Harper Perennial Modern Classics.

- Engel, A., & Coll, C. (2022). Entornos híbridos de enseñanza y aprendizaje para promover la personalización del aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(1), pp. 225-242. <https://doi.org/10.5944/ried.25.1.31489>
- Esquivias, M. (2004). Creatividad: Definiciones, Antecedentes y Aportaciones. *Revista Digital Universitaria*, 5(1), 2-17. <https://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art4/art4.htm>
- Foro Económico Mundial. (2023). *Future of Jobs Report 2023*. [El futuro de los empleos Informe 2023]. Foro Económico Mundial. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf
- Fuentes Retamal, P. (2024). El difícil lugar de la creatividad en el sistema escolar actual. *Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3) 10067-10082. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12140
- Gutiérrez-Esteban, P., & Jaramillo-Sánchez, G. (2022). Por una educación maker inclusiva: Revisión de la literatura (2016-2021). *Pixel-Bit*, (64), 201-234. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.91256>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Iglesias-Forneiro, M. (2008). Observación y evaluación del ambiente de aprendizaje en educación infantil: Dimensiones y variables a considerar. *Revista iberoamericana de educación*, (47), 49-70. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/111162/23222>
- López Simó, V., Couso Lagarón, D., y Simarro Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital: El papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas. *RED Revista de Educación a Distancia*, 20(62), 1-29. <https://doi.org/10.6018/red.410011>
- Machado, M., Xavier, E., Rodríguez, A., Bernardi, K., Primo, T., y Tavares, T. (2019). *O Som das Coisas: Promovendo o Engajamento em um Ambiente de Aprendizagem Criativa* [El sonido de las cosas: promover la participación en un entorno de aprendizaje creativo]. VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação. CIBE (pp. 586-595). <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/article/download/8763/6324>
- Martínez, M., & Suárez, B. (2019). *Curso de Design thinking* [Video]. Universidad Politécnica de Madrid, Fundación Telefónica, Departamento de Ingeniería Mecánica. <https://www.youtube.com/watch?v=Udg5KWxZkXs>
- Medina, M., Rojas, C., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C. <https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/download/90/133/157?inline=1>
- Moura de Carvalho, T. de C., Fleith, D. de S., & Almeida, L. da S. (2021). Desarrollo del pensamiento creativo en el ámbito educativo. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 17(1), 164-187. <https://doi.org/10.17151/rlee.2021.17.1.9>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco]. (2016). *Informe de resultados TERCE: factores asociados*. Unesco. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243533>

- Oyola-García, A. (2021). La variable. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 14(1), 90-93. <https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2021.141.905>
- Peñagos-Corzo, J., y Ramírez-Galdeano, M. (2023). La creatividad, hallazgos desde la neurociencia. *Voces de Expertos*, 42, 42-45. https://www.researchgate.net/profile/Julio-Penagos-Corzo/publication/380487507_Creatividad_hallazgos_desde_la_neurociencia/links/663e89df06ea3d0b7458af8b/Creatividad-hallazgos-desde-la-neurociencia.pdf
- Programa Estado de la Nación [PEN]. (2021). *Octavo Informe Estado de la Educación*. PEN. https://estadonacion.or.cr/wp-content/uploads/2021/09/Educacion_WEB.pdf
- Ruiz-Martín, J. (2015). El crecimiento de los open sources de fabricación digital y su implementación en el media lab. De la high-tech al do it yourself. *ComHumanitas: Revista Científica de Comunicación*, 6(1), 67-81. <https://comhumanitas.org/index.php/comhumanitas/article/view/20157>
- Salas Madriz, F., Ríos Cortés, K., y Zúñiga Murillo, E. (2014). *Diagnóstico de necesidades de formación del profesorado de la Facultad de Educación de la UCR para la integración de las TIC en la docencia*. Universidad de Costa Rica. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/items/1147a538-08ff-4da2-a9df-85ff8b0011fc>
- Santiago-Trujillo, Y., y Garvich-Ormeño, R. (2024). Competencias Digitales e Integración de las TIC en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 17(1), 50-65. <https://doi.org/10.37843/rted.v17i1.405>
- Santillán-Aguirre, J., Santos-Poveda, R., Jaramillo-Moyano, E., y Cadena-vaca, V. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en educación superior. *Polo del conocimiento*, 48(5), 467-492. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1599/3018>
- Sátiro, A. (2019). *Personas creativas ciudadanos creativos*. Corporación Universitaria Minuto de Dios. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/7364>
- Shad, M., & Monty, J. (2019). The Maker Movement and Education: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Research on Technology in Education*, 52(1), 65-78. <https://doi.org/10.1080/15391523.2019.1688739>
- Serón Torrecilla, F. J., & Murillo Ligorred, V. (2020). Arte contemporáneo y STEAM en la formación de maestros de Educación Primaria: Intersecciones Arte Y Ciencia. *AusArt*, 8(1), 65-76. <https://doi.org/10.1387/ausart.21462>
- Sternberg, R., & O'Hara, L. (2005). Creatividad e inteligencia. CIC. *Cuadernos de Información y Comunicación*, (10), 113-149. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93501006>
- Trejos Trejos, I. (2023). *I Censo Nacional de Tecnologías Digitales. Fascículo 2: Tenencia, acceso y uso de tecnologías digitales en educación*. MEP. <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/2023-10/censo-fasciculo-2.pdf>
- Vergara, A. (2021). *La creatividad como impulso para el desarrollo sostenible*. Unesco. <https://www.unesco.org/es/articles/la-creatividad-como-impulso-para-el-desarrollo-sostenible>



Vezino, B., & Weiler, S. (2015, 14-17 de junio). *Creative Engineering & Programming with Makey Makey invention Kits* [Ingeniería creativa y programación con kits de invención Makey Makey] [Conferencia]. 2015 ASEE Workshop on K-12 Engineering Education, Seattle, Washington. <https://peer.asee.org/creative-engineering-programming-with-makey-makey-invention-kits.pdf>