

ESTRATEGIAS PARA FOMENTAR EL INTERÉS Y LA PARTICIPACIÓN HACIA LA EDUCACIÓN STEM EN EL CONTEXTO COSTARRICENSE

STRATEGIES TO FOSTER INTEREST AND PARTICIPATION IN STEM EDUCATION WITHIN THE COSTA RICAN CONTEXT

Hernán Víquez Céspedes

*Universidad Católica de Costa Rica
San José, Costa Rica.*

Resumen: El presente ensayo analiza estrategias pedagógicas innovadoras para fomentar el interés y la participación estudiantil en la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). A partir de un análisis crítico del contexto costarricense, se identifican barreras como la brecha de género, la ansiedad matemática y la falta de recursos que limitan el acceso y éxito en estas disciplinas. Se abordan metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos, el trabajo colaborativo, la gamificación y el uso de tecnologías emergentes, con potencial para desarrollar la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Asimismo, se destaca el papel del docente como mediador del aprendizaje significativo y facilitador de la equidad educativa. Se concluye que el enfoque STEM, junto con recursos adecuados, puede transformar la educación, reducir brechas y preparar a los estudiantes para los retos globales. El aporte principal radica en ofrecer una reflexión que orienta a las instituciones costarricenses hacia prácticas pedagógicas equitativas e innovadoras.

Palabras clave: Educación STEM, Aprendizaje Basado en Proyectos, Ansiedad Matemática, Brecha de Género, Tecnologías Emergentes.

Abstract: This essay analyzes innovative pedagogical strategies to foster student interest and participation in STEM education (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Based on a critical analysis of the Costa Rican context, barriers such as the gender gap, math anxiety, and lack of resources that limit access and success in these disciplines are identified. Active methodologies such as Project-Based Learning, collaborative work, gamification, and the use of emerging technologies are addressed for their potential to develop creativity, critical thinking, and problem-solving skills. Likewise, the teacher's role is highlighted as a mediator of meaningful learning and a facilitator of educational equity. The essay concludes that the STEM approach, combined with adequate resources, can transform education, reduce gaps, and prepare students to face global challenges. The main contribution lies in offering a reflection that guides Costa Rican institutions toward equitable and innovative pedagogical practices.

Key Words: STEM Education, Project-Based Learning, Math Anxiety, Gender Gap, Emerging Technologies.

Introducción

A través de la historia, se comprueba que la ciencia, la tecnología y la matemática han modificado la visión del mundo actual, tanto así, que ahora evolucionan y se combinan para dar paso a nuevos avances y descubrimientos en áreas como la medicina, la informática, la robótica y las energías limpias. Estas disciplinas, han transformado el ambiente físico, digital y biológico, afectando diversas áreas y retando cada vez más a la humanidad; dichos cambios han impactado también de manera directa a los modelos educativos, los cuales se enfrentan hoy en día al reto de formar profesionales que se ajusten a las demandas de una sociedad cada vez más exigente.

Al respecto, Lugo señala que uno de los retos más importantes de los modelos educativos actuales es “preparar individuos para ser pensadores críticos, solucionadores de problemas e innovadores” (Lugo, 2023, p. 14), lo que implica la necesidad de una formación académica que fomente el desarrollo de competencias y conocimientos esenciales para el éxito personal y profesional. En este contexto, surge el enfoque STEM (Science, Technology, Engineering y Math) como una propuesta para superar los enfoques tradicionalistas de la educación. A través de metodologías activas, STEM busca generar experiencias de aprendizaje centradas en el estudiante, promoviendo un proceso educativo más dinámico y conectado con la realidad.

En este marco, el ensayo se organiza de la siguiente manera: primero se describen las barreras que limitan la participación en la educación STEM; luego se presentan estrategias pedagógicas innovadoras que buscan superar dichas limitaciones; y finalmente se exponen las conclusiones, destacando el potencial transformador del enfoque STEM en la educación costarricense. De esta manera, se defiende la tesis de que la educación STEM, apoyada en estrategias pedagógicas innovadoras y una adecuada mediación docente, constituye una vía fundamental para superar las limitaciones actuales del sistema educativo costarricense.

A partir de esta tesis, resulta fundamental comprender que el enfoque STEM no solo representa una innovación metodológica, sino también un cambio profundo en la manera de concebir la enseñanza y el aprendizaje. Frente a los modelos tradicionales, centrados en la memorización y la transmisión unidireccional de contenidos, STEM propone experiencias integradoras donde las disciplinas se articulan para dar respuesta a problemas reales. Esta visión fomenta la interdisciplinariedad, el aprendizaje activo y la aplicación práctica del

conocimiento, aspectos esenciales para el desarrollo de competencias del siglo XXI. Bajo esta perspectiva, se entiende la relevancia de los aportes teóricos que profundizan en la definición y alcances del modelo STEM.

Dare et al. se refieren al enfoque STEM como:

Un modelo de enfoque educativo integrado el cual permite el desarrollo integral de las personas que intervienen en el proceso de enseñanza y el aprendizaje, desde la riqueza interdisciplinaria, el involucramiento activo y el desarrollo de experiencias con sentido práctico para el apropiamiento de las competencias del siglo XXI. Por medio de este enfoque se logra introducir a la persona estudiante en estas cuatro disciplinas para que logren aprender haciendo, indagando y experimentando sobre fenómenos y situaciones, creando prototipos y artefactos que permiten que el aprendizaje se materialice. (Dare et al., 2018, p.22)

Lo anterior deja en evidencia la importancia que tiene este enfoque para el desarrollo de competencias críticas en los futuros profesionales, los cuales deben nutrirse de habilidades específicas, tales como la innovación, la creatividad y la resolución de problemas. Por otro lado, y pensando a futuro, el avance de la tecnología y la globalización, hace que la demanda de este tipo de profesionales sea cada vez mayor, por lo que se deriva una necesidad de fomentar la educación y el desarrollo de habilidades STEM desde el inicio del ciclo escolar.

Ahora bien, analizando el panorama costarricense, se puede apreciar que a pesar de que las carreras STEM son tan importantes para el desarrollo profesional, laboral y económico del país, hay un fenómeno que tiende al desinterés por parte de los estudiantes que terminan sus estudios de secundaria, y es precisamente en escoger una carrera STEM frente a las no STEM.

La Universidad de Costa Rica (UCR) es una de las universidades más grandes y longevas del país, según la Oficina de Registro e Información (ORI), la UCR oferta actualmente 360 carreras, de las cuales 195 desarrollan habilidades STEM. No obstante, según Romero (2023) para el año 2022, de diez personas admitidas en grado, solo tres seleccionan una carrera STEM en las áreas de ingeniería y ciencias básicas (matemática, física, química, biología y geología), lo que pone de manifiesto las barreras educativas, culturales y sociales que atraviesan los estudiantes al llegar a la universidad. Hay carencia de un conjunto de destrezas y herramientas que garantizan el éxito académico en áreas de ciencia y tecnología.

Otra manifestación de esta problemática, la describe el doctor Trejos (2024), director de la escuela de matemática de la UCR, “Los estudiantes están llegando a la universidad con niveles de matemática de octavo a noveno año. Hay una formación matemática que no traen, sobre todo en álgebra y funciones” (J. Trejos, comunicación personal, 12 de setiembre de 2024). Para muestra un botón, en el año 2023, solo un 5% de los estudiantes que optaron por una carrera STEM en la UCR, aprobaron la prueba de diagnóstico en Matemática (DiMa), lo que indica que el sistema educativo costarricense no está formando adecuadamente a los estudiantes para que se desenvuelvan en carreras de este tipo. ¿Cómo aspirar a incrementar la matrícula en disciplinas STEM si ni siquiera se garantizan competencias básicas en matemática desde la educación secundaria?

Este déficit formativo refleja una de las principales limitaciones para acceder a carreras STEM; sin embargo, no constituye la única dificultad que enfrentan los estudiantes. Tal como señala Beltrán,

Las barreras estructurales, como la fragmentación del currículo y la falta de recursos educativos de calidad, son desafíos significativos que enfrentan los estudiantes en la implementación del método STEM. La falta de un currículo integrado y coherente dificulta la adopción de un enfoque interdisciplinario en la educación primaria y secundaria. Además, la falta de acceso a recursos educativos de calidad, como laboratorios, materiales didácticos y tecnología, limita las oportunidades de los estudiantes para participar en actividades STEM significativas. (Beltrán, 2024, p. 11)

Aunado a lo anterior, se pueden agregar otras limitantes como las brechas de género y las barreras emocionales y psicológicas que atraviesan los estudiantes en su formación académica. Por ejemplo, en Costa Rica el porcentaje de mujeres que trabajan en áreas relacionadas con la ciencia y la tecnología es menor al porcentaje de los hombres, y la brecha es aún mayor en mujeres que provienen de colegios públicos y rurales, así lo refleja el Programa Estado de la Nación (2021, p.48) donde indica que “El perfil de las personas con menores competencias tecnológicas es de: mujeres (en un 58,1%), que asisten principalmente a colegios públicos (91,5%) y, la mayoría, con residencia en zonas rurales”.

En cuanto a las barreras emocionales y psicológicas, se encuentra la popularmente conocida “ansiedad matemática”, en la que el estudiante que la padece genera un rechazo inminente hacia la materia, lo que hace que pierda el interés en la escogencia de una carrera STEM. Aquí se evidencia una paradoja: mientras el mundo demanda cada vez más profesionales en ciencia y tecnología, muchos estudiantes se alejan de estas áreas por temor y desmotivación.

Según Scarpello , “esta ansiedad se desarrolla en la etapa adolescente y llevará a los estudiantes a considerar una carrera alejada de este ámbito profesional” (Scarpello, 2005, p. 23). Para Gunderson et al. (2018), la motivación también juega un papel importante en el desarrollo del éxito al cursar carreras STEM, pues aquellos estudiantes que han sobresalido en ciencia, tecnología y matemática están más propensos a seleccionar una carrera universitaria que se vincule con estas áreas.

En síntesis, las limitaciones señaladas revelan un escenario desafiante para la educación STEM en Costa Rica. No obstante, estas mismas dificultades abren la posibilidad de replantear las prácticas pedagógicas y explorar alternativas que permitan revertir la situación.

En esta línea, resulta crucial implementar estrategias pedagógicas innovadoras que transformen el enfoque tradicional de la enseñanza y promuevan un aprendizaje más inclusivo y motivador. Metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el trabajo colaborativo, las actividades de gamificación y el uso de tecnologías emergentes han demostrado ser efectivas no solo para abordar la brecha de género y mejorar un sistema educativo deficiente, sino también para reducir la ansiedad matemática y despertar el interés en las disciplinas STEM. Estas estrategias, al centrarse en la participación activa, la colaboración y la personalización del aprendizaje, tienen el potencial de romper con las limitaciones que dificultan el acceso y la permanencia en estos campos.

Por ejemplo, Meneses destaca que el Aprendizaje Basado en Proyectos “permite a los estudiantes aplicar sus conocimientos en contextos reales, promoviendo habilidades prácticas, pensamiento crítico y resolución de problemas” (Meneses, 2023, p.13), lo que estimula un mayor interés y compromiso hacia las disciplinas STEM, influyendo positivamente en las decisiones educativas y profesionales futuras. Esta estrategia pedagógica permite a los participantes involucrarse en proyectos que resaltan la diversidad

de roles dentro de las disciplinas STEM, mostrando ejemplos de mujeres líderes en áreas específicas y reduciendo así la brecha de género.

Además, el ABP rompe el paradigma de la enseñanza centrada en el docente, promoviendo la autonomía del estudiante. Es evidente que al aprender haciendo, se experimenta una educación contextualizada y relevante, lo que permite desarrollar habilidades críticas que el sistema educativo tradicional no potencia. También, la implementación del ABP permite a los estudiantes trabajar en problemas prácticos, lo que disminuye la abstracción y, con ello, la ansiedad, ya que el aprendizaje se vincula de manera clara con aplicaciones concretas.

Por otro lado, Piqueras et al. señalan que el trabajo colaborativo:

(...) enfatiza la importancia de la interacción, la enseñanza entre pares y la resolución de problemas en grupo para mejorar los resultados del aprendizaje. Este enfoque no se trata sólo de que los estudiantes trabajen juntos; se trata de crear un ambiente sinérgico donde cada participante aporta sus fortalezas y perspectivas únicas, lo que lleva a una comprensión más rica y completa de conceptos STEM complejos. Al participar en el aprendizaje colaborativo, los estudiantes están preparados para ingresar a una fuerza laboral que valora el trabajo en equipo, la comunicación y las habilidades para resolver problemas. (Piqueras et al., 2021, p.21)

Tal como lo señalan Piqueras et al., el trabajo colaborativo desarrolla habilidades esenciales para desempeñarse en entornos STEM, como la comunicación, la cooperación y la resolución de problemas. Además, fomenta la equidad al facilitar la interacción y colaboración entre los estudiantes, lo que desafía estereotipos y prejuicios de género, reduce el miedo a cometer errores y promueve el intercambio de ideas en la solución de problemas. Este enfoque permite que los estudiantes se involucren en proyectos interdisciplinarios que integran conocimientos STEM, ayudándoles a reconocer el valor del trabajo en equipo en contextos científicos y tecnológicos, lo que a su vez los motiva a explorar carreras relacionadas. En conjunto, esta metodología reduce la presión individual y crea un ambiente de confianza propicio para el aprendizaje.

Además, el trabajo colaborativo fortalece la capacidad de adaptación y mejora la resiliencia ante los fracasos, cualidades esenciales en disciplinas STEM donde los experimentos y proyectos suelen requerir ajustes continuos. Los estudiantes, al trabajar en

equipo, pueden apoyarse mutuamente en los momentos de dificultad, lo que fomenta una mentalidad de crecimiento y una mayor confianza en sus habilidades. Asimismo, esta metodología refuerza la retroalimentación constructiva y el aprendizaje social, dado que los estudiantes no solo aprenden de los éxitos de sus compañeros, sino también de los errores, lo que enriquece el proceso de aprendizaje y contribuye a un mayor sentido de pertenencia y cohesión en el grupo.

Las actividades de gamificación, por su parte, corresponden a otra estrategia favorable para introducir a los estudiantes en carreras STEM, pues como lo menciona Zambrano, “permiten promover el aprendizaje autorregulado y pretenden valorizar el progreso de la enseñanza-aprendizaje de los alumnos de forma personalizada y en tiempo real” (Zambrano, 2020, p.15). Para este autor, el aprendizaje autorregulado es un proceso que genera en el estudiante autonomía, proactividad y responsabilidad, con el propósito de que se convierta en el protagonista de su propio aprendizaje, lo cual implica la interrelación de procesos motivacionales y metacognitivos, transformando de esta forma las competencias que sirven para generar el aprendizaje significativo.

La gamificación introduce un enfoque lúdico y motivador que permite mejorar la participación y el compromiso. Propicia un ambiente de bajo riesgo donde los estudiantes pueden practicar matemáticas sin temor al fracaso (ya que pueden cometer errores sin consecuencias negativas), reduciendo así, la ansiedad. Estas actividades pueden ser diseñadas de manera inclusiva, utilizando personajes y desafíos que rompan con el machismo, lo que conduce a que las mujeres se sientan más identificadas y motivadas para participar. Además, un juego bien diseñado, desarrolla en el participante la aplicación de conceptos STEM en espacios divertidos y desafiantes, esto despierta la curiosidad y el interés por estas áreas.

Por último, las tecnologías emergentes, tales como los laboratorios virtuales, la robótica, la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA), proporcionan una experiencia inmersiva en escenarios ficticios para el aprendizaje de situaciones complejas; también “despiertan el interés y la motivación de los estudiantes, facilitando y enriqueciendo la educación científica.” (Oliveira et al., 2019, p.10). Estas tecnologías permiten personalizar el aprendizaje, adaptándolo a las necesidades de cada estudiante y, aunque pueden presentar dificultades para la implementación en el aula (no solo por el recurso, sino también por la mediación pedagógica del docente), son numerosas las ventajas que Palacios et al. destacan

para el enfoque STEM,

(...) (a) permiten la experimentación con fenómenos naturales y tecnológicos mediante la observación, manipulación, recogida y análisis de datos; (b) la elaboración de modelos científicos y matemáticos, y la interacción con representaciones virtuales de entidades abstractas; (c) la argumentación y comunicación de soluciones científicas, matemáticas y tecnológicas, así como la evaluación de pruebas y argumentos aportados por los demás; (d) la alfabetización digital (...); y el pensamiento computacional. (Palacios et al., 2023, p.2)

Actualmente, es posible acceder de forma gratuita a una amplia variedad de laboratorios virtuales en Internet. Estos no solo facilitan la contextualización del aprendizaje de las ciencias y las matemáticas, sino que también presentan el conocimiento como un proceso dinámico en lugar de un conjunto aislado de propiedades y teoremas. Además, los experimentos disponibles pueden repetirse tantas veces como sea necesario para comprender a fondo el fenómeno en estudio. Asimismo, estos laboratorios pueden ser utilizados por múltiples estudiantes, en cualquier momento y lugar del mundo, lo que amplía su accesibilidad y flexibilidad educativa.

En esta misma línea, Zhang y Wang (2021) y Leonard et al., (2016) indican que tanto la realidad aumentada como la realidad virtual permiten comprender conceptos abstractos mediante la experimentación en primera persona de algún fenómeno natural, aspecto clave para desarrollar la habilidad científica y, por lo tanto, imprescindible para el modelo educativo integrador que propone la metodología STEM. Además, para dicho enfoque, el pensamiento computacional también es uno de los puntos clave, de ahí que la robótica en el aula cobre un especial sentido, ya que permite desarrollarlo de manera sencilla.

Las herramientas tecnológicas, como aplicaciones de aprendizaje basadas en inteligencia artificial o simuladores, pueden ayudar a reducir la ansiedad matemática mediante la personalización del ritmo y estilo de aprendizaje. Estas herramientas pueden ofrecer retroalimentación inmediata y explicaciones detalladas, facilitando un entorno de aprendizaje donde los errores se vean como parte del proceso, lo cual puede disminuir el estrés asociado al fracaso. Además, “las plataformas de juegos educativos (gamificación) pueden hacer que las matemáticas sean más accesibles y entretenidas, ayudando a cambiar la percepción negativa que algunos estudiantes tienen de la materia.” (Freeman et al., 2017,

p.26).

Ahora bien, para que las estrategias pedagógicas innovadoras descritas anteriormente, tengan efectividad, es fundamental la mediación pedagógica que realiza el docente en el aula. El rol del educador no se limita a facilitar el acceso a estos recursos, sino que debe guiar, acompañar y adaptar el proceso de enseñanza a las necesidades de los estudiantes. A través de una intervención pedagógica intencional, el docente puede garantizar que estas herramientas y metodologías se integren de manera coherente, propiciando un aprendizaje realmente significativo, que responda a los desafíos del entorno STEM.

Al respecto, Palacios et al. mencionan que “no hay que perder de vista, que las estrategias de aprendizaje STEM por sí solas no producen un aprendizaje significativo, es la manera en la que el docente las implementa en el aula lo que determina el éxito de dicho aprendizaje” (Palacios et al., 2023, p.12). Esto sugiere que el éxito del aprendizaje depende de la pedagogía y de la capacidad del docente para contextualizar, adaptar y hacer accesibles los conceptos dentro del modelo educativo que desarrolla. No basta con tener acceso a metodologías innovadoras; es fundamental que el docente esté capacitado en su implementación, comprendiendo cuándo y cómo aplicarlas de manera efectiva.

Conclusiones

En conclusión, el ensayo sostiene que el enfoque STEM, acompañado de metodologías activas y mediado por un profesorado capacitado, es clave para transformar la educación costarricense y preparar a los estudiantes para los retos globales. Este planteamiento permite comprender que la metodología STEM se presenta hoy en día como una herramienta fundamental para enfrentar los desafíos educativos actuales, fomentando en los estudiantes el desarrollo de habilidades críticas como el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la creatividad. No obstante, factores como la brecha de género, un sistema educativo deficiente, la ansiedad matemática y la desmotivación ante las disciplinas STEM impiden que muchos jóvenes elijan carreras en estas áreas.

Sin embargo, a pesar del potencial del enfoque STEM y de las estrategias innovadoras descritas, todavía persisten desafíos que requieren atención prioritaria. Entre ellos destacan la desigualdad estructural en el acceso a oportunidades educativas, la limitada capacitación docente para implementar metodologías activas de manera efectiva y la carencia de recursos tecnológicos en muchos centros educativos.

Estos obstáculos representan una barrera significativa para alcanzar una educación STEM inclusiva y de calidad. De cara al futuro, será necesario impulsar políticas públicas integrales, programas de formación docente continua y una mayor inversión en infraestructura y recursos didácticos que permitan consolidar los avances logrados y garantizar que todos los estudiantes, sin importar su contexto, puedan beneficiarse del potencial transformador de la educación STEM.

A medida que las tecnologías emergentes se integran en el ámbito educativo, estrategias como el ABP y las actividades de gamificación pueden verse potenciadas por herramientas digitales, facilitando el trabajo colaborativo entre estudiantes y profesionales de distintas disciplinas a nivel general. Esto no solo enriquece el proceso de aprendizaje, sino que también ayuda a superar las barreras estructurales que muchas veces impiden a los estudiantes, especialmente a las niñas y mujeres, visualizarse en carreras STEM.

Por otra parte, los laboratorios virtuales y la robótica pueden personalizar la experiencia educativa, ajustando el contenido y la dificultad en función del progreso y necesidades individuales de cada estudiante. Esto reduce significativamente la ansiedad matemática, al ofrecer una guía ajustada al ritmo de cada alumno y evitando la frustración por avanzar en temas sin una base sólida. A su vez, la realidad aumentada y la realidad virtual permiten a los estudiantes visualizar y manipular conceptos abstractos, promoviendo un enfoque más práctico y menos intimidante de las matemáticas y otras disciplinas STEM.

No obstante, el éxito depende en gran medida del docente, quien debe estar capacitado para aplicarlas de manera adecuada, promoviendo un entorno de aprendizaje significativo. Así, no solo se impulsa el interés por las carreras STEM, sino que se contribuye a la formación de futuros profesionales capaces de enfrentar los retos globales con creatividad y conocimiento.

Referencias

- Beltrán, G. M. (2024). Desafíos y barreras para la implementación exitosa del método STEM en la enseñanza de las matemáticas. Instituto Everest, Universidad en Línea, Sinaloa, México.
- Dare, E. A., Ellis, J. A., y Roehrig, G. H. (2018). Understanding science teachers' implementations of integrated STEM curricular units through a phenomenological multiple case study. *International Journal of STEM Education*, 5(4), 1–19.

- Freeman, A., Adams, S., Cummins, M., Davis, A., y Hall, C. (2017). NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K–12 Edition. The New Media Consortium.
- Gunderson, E. A., Park, D., Maloney, E. A., Beilock, S. L. & Levine, S. C. (2018). Reciprocal relations among motivational frameworks, math anxiety, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 19(1), 21-46. DOI:10.1080/15248372.2017.1421538
- Leonard, J., Buss A., Gamboa, R., Mitchell, M., Fashola, O., Hubert, T., y Almughyirah, S. (2016). Using robotics and game design to enhance children’s self-efficacy, STEM attitudes, and computational thinking skills. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 860-876.
- Lugo, J. A. (2023). STEM: inicios, importancia y su relación con la educación técnica y la sociedad. Instituto Especializado de Estudios Superiores Loyola, San Cristóbal, República Dominicana.
- Meneses, L.E. (2023). La importancia del aprendizaje basado en proyectos en la educación STEM. Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.
- Oliveira, A., Behnagh, R., Ni, L., Mohsinah, A.A., Burgess, K.J., y Guo, L. (2019). Emerging technologies as pedagogical tools for teaching and learning science: A literature review. *Hum Behav & Emerg Tech*, 1, 149– 160.
- Palacios, A., Pascual, V. & Moreno, D. (2023). Las Tecnologías Emergentes como recurso didáctico en la Educación STEM. *Aula Magna 2.0*
- Piqueras, M. G., & Serrano, M. S. (2021). Regeneración forestal tras un incendio: complejidad y protocolos en una aproximación STEM transversal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1)
- Programa Estado de la Nación. 2021. Octavo Estado de la Educación 2021. Costa Rica: Programa Estado de la Nación.
- Romero, C. R. (2023). Las universidades públicas brindan la mayor oferta de carreras STEM en Costa Rica. *Revista Ciencias+Tecnología*, Universidad de Costa Rica.
- Scarpello, G. (2005). The Effect of Mathematics Anxiety on the Course and Career Choice of High School Vocational-Technical Education Students. (PhD Thesis), Drexel University, Philadelphia.
- Zambrano, A. A. (2020). La Gamificación: herramientas innovadoras para promover el

aprendizaje autorregulado. Revista científica, dominio de las ciencias, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador.

Zhang, W., y Wang, Z. (2021). Teoría y práctica de VR/AR en educación científica K-12: una revisión sistemática. Sustainability, 13, 12646.

Apéndices

Apéndice A. Estadísticas de participación en carreras STEM en Costa Rica

La siguiente tabla muestra datos de acceso y participación en carreras STEM en la Universidad de Costa Rica (UCR) y refleja las dificultades de ingreso y permanencia en estas áreas:

Indicador (UCR)	Año 2022	Año 2023
Estudiantes admitidos en carreras STEM (%)	30 %	28 %
Estudiantes admitidos en carreras no STEM (%)	70 %	72 %
Aprobación de la Prueba DiMa (Diagnóstico en Matemática)	4%	5 %
Mujeres matriculadas en carreras STEM (%)	32 %	34 %
Hombres matriculados en carreras STEM (%)	68 %	66 %

Fuente: Adaptado de Romero (2023), Programa Estado de la Nación (2021) y datos de la UCR

Apéndice B. Ejemplo de proyecto STEM en educación secundaria

Título del proyecto: Energía solar para mi colegio

Descripción general: Un grupo de estudiantes de décimo año desarrolla un prototipo de sistema de energía solar para alimentar parcialmente la iluminación de su institución educativa.

Etapas del proyecto:

Investigación inicial: Los estudiantes analizan el consumo eléctrico del colegio y exploran las ventajas de la energía solar en comparación con otras fuentes de energía.

Diseño del prototipo: Utilizando conocimientos de física y matemáticas, calculan la cantidad de paneles solares necesarios para suplir parte de la demanda energética.

Construcción y prueba: Con apoyo de materiales básicos (celdas solares, baterías pequeñas, cableado), elaboran un modelo funcional a escala.

Presentación de resultados: Los equipos exponen sus prototipos, costos aproximados y beneficios ambientales del proyecto.

Competencias desarrolladas:

Pensamiento crítico y resolución de problemas.

Aplicación práctica de conocimientos matemáticos y físicos.

Trabajo colaborativo y comunicación efectiva.

Conciencia ambiental y responsabilidad social.