



REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Volumen 3, Número 2
Abril-Junio 2026

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

ISSN: 3061-7812, www.omniscens.com

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 2
abril-junio 2026

Publicación trimestral
Hecho en México

La Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias acepta publicaciones de cualquier área del conocimiento, promoviendo una plataforma inclusiva para la discusión y análisis de los fundamentos epistemológicos en diversas disciplinas. La revista invita a investigadores y profesionales de campos como las ciencias naturales, sociales, humanísticas, tecnológicas y de la salud, entre otros, a contribuir con artículos originales, revisiones, estudios de caso y ensayos teóricos. Con su enfoque multidisciplinario, busca fomentar el diálogo y la reflexión sobre las metodologías, teorías y prácticas que sustentan el avance del conocimiento científico en todas las áreas.

Contacto principal: admin@omniscens.com

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación

Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido de la publicación sin previa autorización de la Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.



Copyright © 2026: Los autores



9773061781003

Cintillo legal

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias Vol. 3, Núm. 2, abril-junio 2026, es una publicación trimestral editada por el Dr. Moises Ake Uc, C. 51 #221 x 16B , Las Brisas, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97144 , Tel. 9993556027, Web: <https://www.omniscens.com>, admin@omniscens.com, Editor responsable: Dr. Moises Ake Uc. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-121717181700-102, ISSN: 3061-7812, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número, Dr. Moises Ake Uc, fecha de última modificación, 1 abril 2026.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 2, 2026, abril-junio

DOI: <https://doi.org/10.71112/3nhr4846>

**LA PROMESA SELECTIVA: EDUCACIÓN STEM EN COSTA RICA ENTRE EL
DISCURSO DEL DESARROLLO Y LA EXCLUSIÓN ESTRUCTURAL**

**THE SELECTIVE PROMISE: STEM EDUCATION IN COSTA RICA BETWEEN
DEVELOPMENT DISCOURSE AND STRUCTURAL EXCLUSION**

Marco Gutiérrez Montenegro

Melvin Ramírez Bogantes

Costa Rica

La promesa selectiva: educación STEM en Costa Rica entre el discurso del desarrollo y la exclusión estructural

The selective promise: STEM education in Costa Rica between development discourse and structural exclusion

Marco Gutiérrez Montenegro^{a,*}

vgutierrez@itcr.ac.cr

<https://orcid.org/0009-0004-0293-1578>

Melvin Ramírez Bogantes^a

meramirez@itcr.ac.cr

<https://orcid.org/0000-0001-5516-0085>

*Autor de correspondencia: vgutierrez@itcr.ac.cr, ^aInstituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

RESUMEN

Este ensayo propone la noción de promesa selectiva como categoría interpretativa para analizar la educación STEM en Costa Rica. Se argumenta que el país ha construido un discurso de formación científica orientado al desarrollo, pero su implementación reproduce exclusión territorial, desigualdad de género y desarticulación entre política pública y acceso efectivo. Con base en datos del Décimo Informe Estado de la Educación (2025), investigaciones empíricas nacionales y estadísticas del sistema universitario público, el ensayo examina carreras específicas, regiones concretas e iniciativas institucionales que revelan las contradicciones internas del modelo. La promesa selectiva no describe una falla técnica corregible; nombra una lógica estructural que garantiza acceso diferenciado según geografía, género y condición socioeconómica.

Palabras clave: educación STEM, promesa selectiva; equidad de género; desigualdad territorial; política pública educativa; acceso universitario; formación docente; Costa Rica.

ABSTRACT

This essay proposes the notion of selective promise as an interpretive category for analyzing STEM education in Costa Rica. It argues that the country has built a scientific formation discourse oriented toward development, yet its implementation reproduces territorial exclusion, gender inequality, and a disconnect between public policy and effective access. Drawing on data from the Tenth State of Education Report (2025), national empirical research, and public university statistics, the essay examines specific careers, regions, and institutional initiatives revealing the model's internal contradictions. The selective promise category does not describe a correctable technical failure; it names a structural logic that guarantees differentiated access based on geography, gender, and socioeconomic condition.

Keywords: STEM education; selective promise; gender equity; territorial inequality; educational public policy; university Access; teacher training; Costa Rica.

Recibido: 5 abril 2026 | Aceptado: 19 abril 2026 | Publicado: 20 abril 2026

INTRODUCCIÓN

La paradoja costarricense

Costa Rica ocupa una posición singular en América Latina. Decidió, hace décadas, apostar por la atracción de inversión extranjera de alta tecnología como pilar de su modelo de desarrollo. Esa apuesta se consolidó con la llegada de empresas como Intel en 1997 y se ha profundizado con la instalación de un corredor tecnológico que incluye manufactura avanzada, dispositivos médicos y, más recientemente, semiconductores. Según datos de CINDE (2024), más del 60 % de las exportaciones totales del país están vinculadas a sectores de alta tecnología. En ese contexto, formar talento en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas

no es solo una aspiración educativa: es, supuestamente, una necesidad estructural del modelo productivo.

Ante ese horizonte, la educación STEM se ha convertido en el discurso educativo dominante, consolidándose como lo que Bybee (2013) denomina un paradigma formativo orientado a preparar ciudadanos capaces de participar en una economía basada en la innovación. Planes institucionales, declaraciones ministeriales y documentos estratégicos del Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) la invocan como condición necesaria para la competitividad y la equidad. El Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2027 la designa, explícitamente, como área prioritaria del desarrollo nacional (MICITT, 2022). Lo que este ensayo pone en cuestión no es la validez de ese diagnóstico, sino la operación que lo acompaña: el discurso STEM funciona en Costa Rica como un significante que articula simultáneamente las expectativas del mercado tecnológico global y las aspiraciones de movilidad social nacional, sin interrogar si las condiciones del sistema educativo real permiten cumplir alguna de las dos.

Este ensayo sostiene una tesis que resulta incómoda precisamente porque el discurso oficial suena razonable: Costa Rica ha asumido el lenguaje contemporáneo de la educación STEM como promesa de desarrollo e innovación, pero su implementación real sigue marcada por centralización territorial, desigualdad de género, desconexión entre formación y demanda estratégica, y una débil articulación entre política pública y acceso efectivo para amplios sectores de la población. La STEM, en su versión costarricense, funciona como una promesa selectiva: se cumple para quienes ya tienen condiciones favorables y se posterga, sistemáticamente, para quienes más la necesitarían.

Para argumentarlo, este ensayo propone la noción de promesa selectiva como categoría interpretativa. A diferencia de los diagnósticos descriptivos que documentan brechas y recomiendan políticas sin interrogar la lógica que produce esas brechas, esta noción permite

examinar por qué el discurso STEM en Costa Rica no es simplemente insuficiente, sino estructuralmente discriminador: genera expectativas de acceso universal mientras reproduce condiciones que garantizan un acceso diferenciado. La promesa no falla por negligencia ni por falta de voluntad declarada; falla porque el sistema que debería sostenerla está construido sobre desigualdades que el propio discurso del desarrollo tecnológico tiende a invisibilizar.

La noción de promesa selectiva dialoga con la teoría de la reproducción social de Bourdieu (1977), quien argumenta que los sistemas educativos tienden a legitimar y perpetuar las desigualdades de clase bajo la apariencia de la meritocracia. Dialoga también con los marcos de justicia educativa de Fraser (2009), que distinguen entre redistribución material, reconocimiento cultural y paridad de participación como dimensiones inseparables de la equidad. A diferencia del concepto de brecha educativa, que describe una distancia entre grupos y sugiere que la política puede cerrarla sin alterar el sistema, la promesa selectiva nombra una lógica que necesita la brecha para funcionar: sin ella, el acceso diferenciado al talento tecnológico no podría reproducir las jerarquías que el modelo productivo requiere. Esta distinción no es semántica; es la diferencia entre un diagnóstico que orienta reformas incrementales y uno que señala la necesidad de transformaciones estructurales.

El ensayo está anclado en evidencia costarricense específica: datos de matrícula y graduación por carrera y región, los hallazgos de la investigación de Román, García y Carrera (2023) sobre trayectorias educativas de mujeres en STEM, estadísticas del Tecnológico de Costa Rica (ITCR) y del sistema universitario público, y estudios recientes sobre el estado de la STEM en el país (Viquez y Ruíz, 2024). Esa especificidad no es un capricho metodológico: es la condición para que la crítica no se disuelva en generalidades compartidas con cualquier país en desarrollo.

Metodológicamente, este texto se inscribe en la tradición del ensayo académico crítico-documental: moviliza análisis de fuentes estadísticas primarias e institucionales, revisión

sistemática de literatura empírica costarricense reciente y el estudio de caso como revelador de contradicciones estructurales. No es un estudio empírico original ni una revisión sistemática con protocolo declarado; es un argumento analítico que organiza evidencia disponible para nombrar con precisión una lógica que los diagnósticos sectoriales documentan por separado pero rara vez articulan como sistema. Esta declaración metodológica es pertinente porque delimita el alcance del argumento: las afirmaciones que siguen son interpretativas y están sustentadas en evidencia; no son generalizaciones deductivas ni predicciones causales.

DESARROLLO

Costa Rica habla STEM, pero no lo distribuye

El crecimiento de la matrícula en carreras STEM dentro del sistema universitario público costarricense es real, pero, cuando se examina con detalle, revela más sobre lo que persiste que sobre lo que ha cambiado. Según datos recientes sobre graduación universitaria analizados con base en registros del CONARE (El Financiero, 2025), solo tres de cada diez títulos universitarios de bachillerato o licenciatura corresponden a carreras STEM, y esa proporción lleva una década prácticamente estancada. El STEM costarricense no retrocede, pero tampoco avanza.

Cabe reconocer que quienes defienden la trayectoria actual argumentan que dicha concentración refleja, ante todo, patrones históricos de urbanización y no una exclusión deliberada del sistema educativo; y que la expansión de sedes del TEC en Limón y San Carlos, junto con la modalidad virtual de la UNED, atenúa progresivamente esa asimetría. Esa objeción es pertinente y no debe descartarse. Sin embargo, el dato de que el 70,9 % de los títulos STEM en 2024 permanezca concentrado en la Región Central, una proporción prácticamente invariable en la última década, indica que la descentralización avanza a un ritmo incompatible con la urgencia del modelo productivo que el país ha elegido. Que el cambio exista no significa

que sea suficiente ni que opere con la velocidad que el déficit de talento tecnológico demanda. Es precisamente ahí donde la promesa selectiva se revela como lógica estructural y no como rezago temporal: si fuera solo inercia histórica, una década de planes e inversiones debería haber producido una variación más significativa.

La dimensión territorial de ese estancamiento es donde la promesa selectiva se vuelve más visible. En 2024, el 70,9 % de los más de doce mil títulos de grado emitidos en carreras STEM correspondieron a personas que declararon habitar la Región Central. Si se excluyen las carreras de ciencias de la salud, cuya distribución territorial responde a la lógica de los servicios de salud más que a la de la economía tecnológica, la concentración sube al 73,5 % (El Financiero, 2025). El mapeo de la oferta académica de las universidades públicas realizado por Barquero, Aragón y Román (2023), cuyos hallazgos retoma el Décimo Informe Estado de la Educación (2025), confirma el mecanismo subyacente: fuera de la Región Central, al excluir la oferta de la UNED, no existe ninguna carrera de doctorado en áreas STEM y solo once maestrías en regiones periféricas: una en Brunca, una en Chorotega, cuatro en Huetar Norte, cinco en Huetar Caribe. La arquitectura de la oferta académica es, en sí misma, una política de exclusión.

A nivel de grado, la situación es igualmente elocuente. Las carreras de mayor demanda del sector tecnológico: ingenierías, computación, electrónica tienen una presencia exigua fuera del Gran Área Metropolitana (GAM). En las cinco sedes y centros del Tecnológico de Costa Rica, cerca del 70 % de los nuevos ingresos anuales corresponde al campus central de Cartago (La Nación, 2024). Esta concentración no es neutral: el talento que el sector de semiconductores y la manufactura avanzada requieren se está formando mayoritariamente en el centro del país, mientras las regiones donde operan o planean operar esas empresas ven pasar la promesa desde lejos.

El contraste con las necesidades del sector productivo es revelador de una contradicción que no es coyuntural sino estructural. La OCDE (2023) advierte con precisión que Costa Rica tiene relativamente pocos graduados en STEM y que ese reducido número constituye un obstáculo significativo para la ambición del país de desarrollar una economía de alta tecnología e intensiva en conocimiento. Mora-García y Pearson (2025), en su análisis del encadenamiento productivo del sector de dispositivos médicos, lo confirman desde el terreno: se necesitan más graduados bilingües en STEM, y el número actual de egresados se queda atrás respecto a las necesidades de la industria. Son dos miradas: la macroeconómica de la OCDE y la sectorial de la cadena de valor global que convergen en el mismo diagnóstico: el sistema educativo está produciendo menos talento del que necesita la economía, y el talento que sí produce está distribuido de manera que reproduce, no corrige, la desigualdad territorial existente.

Esa disonancia no es accidental. Es el resultado de una política pública que ha formulado metas ambiciosas sin haber resuelto las condiciones materiales que harían posible alcanzarlas. El Plan Nacional de CTI 2022-2027 (MICITT, 2022) incluye una Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial y menciona el fortalecimiento de la cultura científica como objetivo transversal. Pero la articulación entre ese plan y las acciones del Ministerio de Educación Pública que controla el sistema preuniversitario donde se forjan o se apagan las vocaciones es, en el mejor de los casos, fragmentada. Como señalan Guevara-Roselló y Retana-Ledezma (2024), la falta de interacción y exposición a los campos STEM en la educación pública costarricense genera que los estudiantes de colegios públicos presenten más obstáculos para optar por estas carreras: la brecha no es solo territorial ni solo de género, sino también estructuralmente educativa. Los documentos estratégicos existen con toda su elegancia conceptual; lo que falta es el andamiaje institucional que los haga operativos para quienes más los necesitan.

Esta tensión entre discurso STEM y acceso efectivo no es exclusiva de Costa Rica, pero tampoco es universal. Como documenta el análisis comparativo de Marginson, Tytler, Freeman y Roberts (2013) sobre políticas STEM en diferentes contextos nacionales, Chile y Uruguay ofrecen casos contrastantes relevantes: ambos países han vinculado explícitamente sus metas de formación STEM con políticas de descentralización universitaria y programas focalizados de formación docente en regiones con menor índice de desarrollo humano. En Chile, la articulación entre las universidades técnicas del Estado y los gobiernos regionales ha producido una distribución territorial de graduados STEM más homogénea que el promedio latinoamericano (OCDE, 2023). Lo que hace relevante la comparación no es que Costa Rica deba replicar esos modelos, sino que demuestra que la concentración territorial del talento STEM no es una fatalidad geográfica: es el resultado de decisiones de política pública que otros países de la región han tomado de manera diferente. Costa Rica ha optado, de hecho o por omisión, por concentrar la formación; esa elección tiene consecuencias que el discurso del desarrollo no suele reconocer explícitamente.

La desigualdad STEM tiene rostro costarricense

Si la desigualdad territorial de la STEM es un problema de mapa, la desigualdad de género es un problema de espejo: el sistema educativo devuelve a las niñas y jóvenes costarricenses una imagen que no las incluye, o que las incluye en los márgenes. La investigación de Román, García y Carrera (2023), cuyos hallazgos son base de análisis del Décimo Informe Estado de la Educación (2025), aporta la evidencia más sistemática disponible sobre el tema en el país. Sus resultados son incómodos porque son precisos: según la Encuesta Nacional de Hogares (INEC, 2021), apenas el 8,1 % de las personas ocupadas en Costa Rica trabajan en áreas científico-tecnológicas, y entre ellas las mujeres representan solamente el 34,4 %. Más revelador aún es el dato sectorial: los hombres ocupan el 86,1 % de los puestos en los campos STEM de mayor demanda laboral, manufactura avanzada, ciencias

de la vida, servicios empresariales, precisamente los sectores a los que apunta el modelo de desarrollo costarricense.

A nivel universitario, los datos de matrícula por carrera ilustran con precisión la selectividad de género del sistema. En el TEC, las cinco carreras con menor representación femenina: Ingeniería en Computación, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electromecánica e Ingeniería en Computadores han mantenido durante años una matrícula femenina inferior al 25 % (TEC, 2024). El dato de solicitudes de admisión lo confirma: el 80 % de quienes solicitaron ingresar a Ingeniería en Computadores en Cartago en el proceso 2023-2024 fueron hombres (El Financiero, 2024). En las carreras de Tecnologías de la Información y Comunicación del conjunto del sistema universitario público, las mujeres representan apenas el 20 % de los graduados (OCDE, citado en El Financiero, 2025). Son números que no pertenecen a un problema de representación simbólica: pertenecen a la economía política de quién accede a los empleos mejor remunerados del país.

La investigación de Román et al. (2023) identifica con precisión los mecanismos que producen esos números. A través de una regresión logística aplicada a una muestra de graduadas y graduados universitarios en Costa Rica, el estudio modela los factores que aumentan la probabilidad de que una mujer elija una carrera STEM. Los resultados señalan tres condicionantes críticos: que las mujeres se consideren buenas en ciencias y matemáticas lo que depende en gran medida del mensaje que recibieron de sus docentes en secundaria; que los docentes las hayan motivado por igual o más que a los hombres para participar en actividades científicas y tecnológicas; y que en su primer año universitario hayan tenido docentes mujeres en áreas STEM. El hallazgo es contundente: la desigualdad de género en STEM no es una preferencia libre sino una construcción pedagógica e institucional acumulada a lo largo de toda la trayectoria educativa.

La raíz del problema se instala mucho antes de que una joven llene un formulario de admisión universitaria. Investigaciones con población costarricense de educación media (Meza-Cascante et al., 2021) documentan que la creencia en el dominio masculino en matemática: la idea de que los hombres tienen condiciones superiores para aprender y desenvolverse en esa disciplina persiste entre el estudiantado de secundaria con diferencias estadísticamente significativas. Sus efectos son cuantificables: un estudio en la GAM (Zamora-Araya et al., 2022) confirma que las mujeres presentan niveles significativamente más bajos de autoeficacia matemática antes de concluir la secundaria.

La combinación de desigualdad territorial y de género produce una exclusión que no se suma, sino que se multiplica. La investigación de Sanabria et al. (2024), realizada en la Región Brunca con estudiantes de secundaria y universitaria, documenta cómo en contextos rurales de alta vulnerabilidad social las barreras para las jóvenes en STEM son simultáneas y se refuerzan mutuamente: estereotipos de género, limitado acceso a recursos tecnológicos, autopercepción negativa frente a las ciencias, sexismo en el entorno académico y limitaciones económicas. La región que concentra las tasas de graduación STEM más bajas del país es también la región donde las condiciones que producen esas tasas son más severas. No es una coincidencia. Es la geometría de la promesa selectiva.

La dimensión socioeconómica constituye un eje central para comprender las desigualdades en la educación superior estatal costarricense. El estudio de caracterización de CONARE-OPES muestra que el 68,8 % de la población estudiantil podría considerarse de primera generación universitaria si culmina sus estudios, que la Región Central concentra la mayor proporción del estudiantado y que la beca universitaria constituye la principal fuente de financiamiento de los estudios (52,5 %), seguida de los fondos familiares (43,7 %) y de los ingresos generados por el trabajo (29,6 %). Asimismo, aunque las mujeres representan el 55,9 % del estudiantado del sistema, en el Tecnológico de Costa Rica predominan los hombres, lo

que evidencia que estas desigualdades no se distribuyen de manera homogénea entre instituciones. En este marco, los hallazgos del informe permiten sostener que el acceso y la permanencia universitaria siguen estando atravesados por condiciones de origen social y territorial, así como por diferencias institucionales en la composición del estudiantado y en el uso de apoyos académicos y económicos; no obstante, el documento no desarrolla un análisis interseccional explícito que articule simultáneamente género, territorio y condición de primera generación universitaria (Corrales Bolívar et al., 2023).

El problema no es solo entrar, sino sostenerse

Hay una tendencia en el debate educativo a concentrarse en el acceso como si fuera el único umbral que importa. Reducir el problema STEM a la pregunta de quién entra a una carrera universitaria científica es insuficiente porque ignora todo lo que ocurre antes y lo mucho que puede torcerse después. La permanencia, el rendimiento y la identidad científica que se construye o se destruye a lo largo de la trayectoria escolar son dimensiones que el sistema costarricense no ha sabido atender con la misma retórica con que habla de cobertura.

El primer nudo es el tránsito entre secundaria y educación superior. El Décimo Informe Estado de la Educación (2025) documenta déficits persistentes en comprensión lectora y razonamiento lógico-matemático entre quienes ingresan a la universidad, con brechas especialmente pronunciadas en ciencias naturales y matemáticas. Como respuesta, instituciones como la UCR y la UNA implementaron cursos de nivelación. Esa respuesta, aunque necesaria, revela una articulación curricular fallida: el sistema secundario no está preparando a su estudiantado para el rigor que las carreras STEM requieren desde el primer semestre, y las universidades asumen esa deuda con recursos propios. Esta situación tiene además una dimensión emocional que no puede ignorarse: investigaciones previas en el contexto costarricense (Agüero, Meza, Suárez y Schmidt, 2017) ya habían documentado niveles preocupantes de ansiedad matemática en la educación media, un fenómeno que afecta

desproporcionadamente a las mujeres y que condiciona no solo el rendimiento académico sino también las decisiones vocacionales. Alrededor del 70 % de los estudiantes costarricenses de educación media presenta predisposición desfavorable hacia el aprendizaje de las matemáticas (Meza-Cascante et al., 2023), y la situación se agrava en los centros educativos públicos de zonas no metropolitanas, donde la exposición a experiencias de ciencia y tecnología es significativamente menor (Guevara-Roselló y Retana-Ledezma, 2024). Una cultura matemática que llega a la universidad con ese saldo no puede sostenerse por decreto institucional.

El segundo nudo es la formación docente. El Informe Mundial sobre Docentes de la UNESCO (2024) subraya que las políticas actuales en Costa Rica carecen de coordinación nacional y no están articuladas con metas de cobertura equitativa ni calidad educativa. Los diplomados en innovación educativa de la UNA y el TEC son iniciativas valiosas, pero su alcance es limitado y su distribución territorial, desigual. La mayoría de los docentes de ciencias y matemáticas en zonas rurales no tienen acceso regular a procesos de formación continua que integren metodologías activas, uso pedagógico de la tecnología o enfoque inclusivo de género. La investigación de Román et al. (2023) demuestra que el comportamiento docente en secundaria es uno de los predictores más robustos de que una mujer elija o rechace una carrera STEM: si ese comportamiento no cambia, las cifras de matrícula tampoco cambiarán.

Un tercer nudo, que atraviesa todos los anteriores, es la infraestructura y la conectividad. El Décimo Informe Estado de la Educación (2025) confirma que las brechas en dotación tecnológica entre centros educativos urbanos y rurales se mantienen como uno de los principales obstáculos para la equidad educativa. En las zonas con índices de desarrollo social bajos y medios, la oferta académica universitaria disponible se concentra mayoritariamente en carreras de alto desempleo, no en carreras STEM de alta demanda (Barquero et al., 2023). Según datos del Programa Sociedad de la Información y el Conocimiento de la Universidad de Costa Rica (2024), persiste un déficit significativo de hogares con acceso a dispositivos y

conectividad estable en zonas rurales. Hablar de educación STEM digital sin resolver esas condiciones materiales es construir sobre arena.

Todo esto dibuja un sistema donde las condiciones para sostenerse en una trayectoria STEM: cognitivas, emocionales, pedagógicas y materiales están distribuidas de manera profundamente desigual. La promesa selectiva no es solo una barrera de entrada; es también un techo estructural que impide avanzar a quienes, contra todos los obstáculos, lograron entrar.

Niñas Super Científicas: cuando una intervención revela una falla del sistema

En marzo de 2025, el proyecto Niñas Super Científicas del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) movilizó a 120 niñas de la Zona Norte para ofrecerles acceso a laboratorios, actividades experimentales y encuentros con científicas costarricenses. No fue la primera edición, sino parte de una trayectoria sostenida impulsada desde la academia, con la Dra. Cindy Calderón Arce como co-fundadora del proyecto, y con una claridad pedagógica que el sistema escolar formal raramente practica: las niñas no aprenden sobre ciencia, hacen ciencia. La metodología es activa, basada en la experimentación, centrada en el error como aprendizaje y en la construcción de confianza antes que en la transmisión de contenidos.

Es tentador presentar Niñas Super Científicas como una historia de éxito y detenerse ahí. Pero leer ese proyecto solo como buena práctica es perderse lo más importante que tiene para decir: su existencia misma es el síntoma de una falla estructural. Si el sistema educativo costarricense estuviera produciendo con regularidad las experiencias que ese proyecto concentra en pocas jornadas, una iniciativa como esta no necesitaría existir como excepción. Lo que en realidad ocurre es que Niñas Super Científicas compensa en dos días lo que la escuela pública no ofrece en años: contacto con referentes femeninos en ciencia, entornos donde el error no se penaliza, acceso a laboratorios, y la experiencia de que la ciencia puede ser propia.

La investigación de Román et al. (2023) aporta el fundamento empírico que explica por qué intervenciones como esta son efectivas. Entre los factores que aumentan estadísticamente la probabilidad de que una mujer elija una carrera STEM, tres de los más robustos son exactamente los que el proyecto activa: docentes que motivan por igual a hombres y mujeres a participar en ciencia y tecnología; entornos donde se promueve el uso de tecnología y programación; y la presencia de mujeres como referentes científicos en el entorno formativo. Esa eficacia no es exclusiva de la iniciativa del TEC. El estudio de Sandoval-Barrantes et al. (2023) sobre los campamentos científicos Quimi Camp muestra que este tipo de experiencias impulsa la vocación de las y los participantes e influye positivamente en la selección de una carrera universitaria en STEM, sobre todo en disciplinas como química que históricamente son elegidas por apenas entre el 4 % y el 6 % del estudiantado. Niñas Super Científicas y Quimi Camp no son intuiciones pedagógicas bien intencionadas: son intervenciones que operan sobre mecanismos causales documentados.

Su limitación, sin embargo, es también estructural. Cuando la Dra. Calderón señala que el reto más grande del proyecto es el transporte de las niñas desde sus comunidades hasta las actividades, está describiendo con precisión por qué una iniciativa académica no puede reemplazar a una política pública. El programa piloto que el TEC implementó desde 2024 reservando cupos de matrícula para mujeres en las cinco carreras de ingeniería con menor representación femenina: Computación, Electrónica, Mecatrónica, Electromecánica e Ingeniería en Computadores (TEC, 2024) es un paso en la dirección correcta, pero opera sobre la entrada y no sobre las condiciones que producen la exclusión antes de la universidad.

La pregunta que Niñas Super Científicas plantea al sistema es, en el fondo, simple: ¿por qué lo que este proyecto demuestra posible en dos días no es la norma en todas las aulas costarricenses? La respuesta exige reconocer que la diferencia no es de voluntad pedagógica

sino de condiciones materiales, institucionales y culturales. Transformar esas condiciones es la tarea que los documentos de política anuncian y que el sistema, hasta ahora, no ha resuelto.

De promesa selectiva a derecho distribuido: condiciones para que la STEM cambie en Costa Rica

Proponer cambios sin anclarlos en el diagnóstico que los justifica es el vicio retórico más frecuente en los documentos de política educativa. Lo que sigue no es una lista de buenos deseos: son consecuencias lógicas de las contradicciones documentadas, cada una con un anclaje específico en la realidad costarricense.

La primera transformación necesaria es la articulación real entre política pública y acción educativa en el nivel preuniversitario. El dato de Román et al. (2023) de que el comportamiento docente en secundaria es uno de los principales predictores de la elección vocacional femenina en STEM convierte la formación continua del cuerpo docente en una prioridad de política, no en un complemento opcional. El Informe Mundial sobre Docentes de la UNESCO (2024) subraya que las políticas actuales en Costa Rica carecen de coordinación nacional y no están articuladas con metas de cobertura equitativa. Esto significa, en términos concretos, que los docentes de matemáticas y ciencias de colegios en Pérez Zeledón, Turrialba o Nicoya no tienen acceso garantizado a los mismos procesos de actualización pedagógica que sus colegas del GAM. El Plan Nacional de CTI 2022-2027 del MICITT y las acciones del MEP no están hoy coordinados de manera que produzcan resultados coherentes en este plano; esa articulación es la transformación más urgente.

Una articulación real entre el MICITT y el MEP requeriría, como condiciones mínimas verificables: un presupuesto conjunto etiquetado para formación docente en ciencias y matemáticas fuera del GAM; metas anuales de cobertura por región en los procesos de actualización pedagógica, con información pública sobre cumplimiento; y un mecanismo de seguimiento que informe resultados desagregados por territorio y género. Sin esas condiciones,

la coordinación interinstitucional seguirá siendo una declaración de intenciones que figura en los planes, pero no altera las prácticas de aula donde se forjan o se apagan las vocaciones científicas.

La segunda transformación es la intervención sistemática sobre los mecanismos de socialización matemática en la educación primaria y secundaria. La investigación disponible en Costa Rica (Meza-Cascante et al., 2021; Zamora-Araya et al., 2022) es consistente al señalar que las brechas de autoeficacia matemática entre hombres y mujeres se consolidan antes de que se tome ninguna decisión vocacional explícita. A eso se suma que los estudiantes de colegios públicos enfrentan una brecha social y tecnológica que amenaza su interés por las áreas STEM: la falta de exposición a experiencias prácticas de ciencia y tecnología desde temprana edad cierra vocaciones antes de que se abran (Guevara-Roselló y Retana-Ledezma, 2024). Resolver eso exige más que campañas de visibilización: exige rediseñar las prácticas de aula, los criterios de evaluación y los materiales curriculares con perspectiva de género e inclusión territorial. El programa piloto del TEC para reservar cupos en las carreras de menor matrícula femenina (TEC, 2024) es una respuesta estructural a un problema estructural; su lógica debería replicarse a nivel de política del MEP para la orientación vocacional en secundaria.

En términos de indicadores de resultado verificables, un horizonte razonable para el plazo 2026-2030 incluiría: reducir a la mitad la brecha de autoeficacia matemática por género en secundaria medible con el instrumento ya validado de Zamora-Araya et al. (2022) en una muestra representativa nacional; incrementar al menos diez puntos porcentuales la proporción de mujeres en las carreras de Computación y Electrónica del sistema universitario público respecto a la línea base de 2024; y garantizar que al menos el 80% de los centros educativos en regiones periféricas cuenten con docentes de matemática y ciencias con formación continua certificada en metodologías activas e inclusión de género. Sin indicadores de esta naturaleza,

la política de segunda transformación opera en el vacío: declara una dirección, pero no establece los mojones que permiten saber si se avanza.

La tercera transformación es la descentralización real de la oferta STEM con calidad equivalente fuera del GAM. El mapeo de Barquero et al. (2023), retomado por el Décimo Informe Estado de la Educación (2025), muestra que, en regiones como Brunca, Huetar Norte y Huetar Caribe la oferta de posgrados en STEM es prácticamente inexistente fuera de la UNED, y que las carreras disponibles en esos territorios se concentran en áreas de alto desempleo. La demanda existe: Mora-García y Pearson (2025) documentan que el sector de dispositivos médicos en Costa Rica enfrenta cuellos de botella en su escalamiento dentro de la cadena de valor global precisamente por la escasez de graduados bilingües en STEM. La paradoja es evidente: las empresas que más necesitan ese talento operan en el país, pero el sistema universitario no ha llevado las carreras que lo forman a los territorios donde esas empresas se instalan. Revertir eso exige políticas de inversión diferenciada y mecanismos de incentivo para que las universidades públicas lleven ingenierías, computación y ciencias básicas a las regiones donde el sector productivo tecnológico opera o planea operar.

La cuarta transformación es la reconversión metodológica del aula costarricense de ciencias y matemáticas. Mientras el 70 % del estudiantado de educación media presente predisposición desfavorable hacia las matemáticas (Meza-Cascante et al., 2023), ninguna inversión en infraestructura o política de acceso resolverá el problema de fondo. Lo que proyectos como Niñas Super Científicas y Quimi Camp (Sandoval-Barrantes et al., 2023) demuestran unos en talleres, otros en campamentos nacionales, y lo que la investigación de Román et al. (2023) confirma con modelos estadísticos, es que el aprendizaje activo, situado y con referentes relevantes produce no solo mejor comprensión de los contenidos sino también mayor disposición a continuar en estas áreas. Convertir esa evidencia en práctica curricular sistemática es una decisión de política que el sistema costarricense tiene pendiente. La

escasez de graduados en áreas científicas y técnicas puede poner en peligro la capacidad del país para seguir atrayendo inversión extranjera directa (OCDE, 2023): lo que está en juego no es solo equidad educativa, sino la viabilidad del propio modelo de desarrollo.

CONCLUSIONES

La tesis de este ensayo puede formularse con precisión: Costa Rica ha construido un discurso STEM que promete desarrollo e inclusión, pero cuya implementación real opera como promesa selectiva: una garantía que se cumple de manera diferenciada según la geografía, el género y las condiciones socioeconómicas de quienes la reciben. No se trata de una falla técnica corregible con más programas o mejor financiamiento marginal. Se trata de una contradicción estructural: el país necesita talento científico y tecnológico distribuido en todo su territorio para sostener el modelo productivo que ha elegido, pero ha edificado un sistema educativo que solo produce ese talento de forma concentrada. El Décimo Informe Estado de la Educación (2025) y los estudios recientes sobre el estado de la STEM en Costa Rica (Viquez y Ruíz, 2024) lo confirman: esa concentración no es una inercia que se corrige sola.

Los datos hablan de Costa Rica, no de un panorama global abstracto. El 70,9 % de los títulos STEM en 2024 concentrados en la Región Central. El 80 % de los aspirantes a Ingeniería en Computadores en el TEC identificados como hombres. Solo el 34,4 % de las personas ocupadas en empleos científico-tecnológicos son mujeres. Once maestrías STEM en regiones periféricas frente a la concentración metropolitana. El comportamiento docente en secundaria como predictor estadístico robusto de la elección vocacional femenina. Son números que no describen un retraso temporal en un proceso de democratización que avanza; describen una lógica que se reproduce porque nadie ha desmantelado las condiciones que la producen.

Lo que revela el análisis de datos de matrícula, la desigualdad territorial, las brechas de género, la desconexión entre política pública y formación real, y la existencia misma de proyectos como Niñas Super Científicas es que el problema no es de voluntad declarada sino de arquitectura institucional. Las voluntades están. Los documentos también. Lo que falta es el andamiaje sistémico que convertiría esas voluntades en derechos distribuidos: docentes formados con perspectiva de género en todos los territorios, oferta de ingenierías y computación en regiones donde el sector tecnológico opera, prácticas de aula que no expulsen a las niñas de la ciencia antes de que lleguen a elegir una carrera, y articulación real entre el MICITT y el MEP con metas verificables.

Vale señalar que algunas piezas de esa arquitectura han comenzado a construirse. El programa de acción afirmativa que el Consejo Institucional del TEC aprobó en 2024: reserva de cupos para mujeres en las cinco carreras de ingeniería con mayor desequilibrio de género, acompañada de alternativas de cuidado y horarios prioritarios para estudiantes con responsabilidades familiares es la intervención más sistemática que una universidad pública costarricense ha implementado hasta ahora para corregir una exclusión estructural con herramientas estructurales (TEC, 2024). No es una campaña de visibilización ni un evento de motivación: es una política que altera las reglas de acceso. Su existencia demuestra que el cambio institucional es posible; su alcance limitado a una sola universidad demuestra que sigue siendo la excepción. El desafío consiste en convertir esa excepción en norma del sistema: que la lógica de la acción afirmativa y recursos adicionales para quienes enfrentan obstáculos adicionales oriente no solo la admisión universitaria sino también la formación docente, la distribución de infraestructura tecnológica y la oferta académica regional.

Una educación STEM que no llega a la Región Brunca, que no se sostiene sin el transporte que una niña de la Zona Norte no tiene, que se apaga en la adolescencia cuando los estereotipos se vuelven más fuertes que el interés, que forma graduados concentrados en el

Valle Central mientras el déficit de talento técnico afecta a todo el país: esa no es la STEM del desarrollo. Es la STEM de la reproducción de lo que ya existe.

Transformar eso no requiere innovación sino justicia. Requiere que los recursos vayan donde las brechas son más profundas, que la formación docente llegue donde más se necesita, que el currículo deje de ser un obstáculo para quienes ya enfrentan dificultades fuera del aula, y que la política pública deje de ser un texto bien redactado para convertirse en una práctica institucional verificable. El talento científico costarricense no está concentrado en el Valle Central: lo que sí está concentrado allí son las condiciones que permiten que ese talento florezca. Cambiar eso no es solo una apuesta educativa. Es una decisión sobre qué tipo de país quiere ser Costa Rica.

Declaración de conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés relacionado con esta investigación.

Declaración de contribución a la autoría

De acuerdo con la taxonomía CRediT, las contribuciones de los autores fueron las siguientes:

Marco Gutiérrez Montenegro: Conceptualización, Metodología, Investigación, Redacción del borrador original.

Melvin Ramírez Bogantes: Conceptualización, Investigación, Redacción – revisión y edición, Validación.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que utilizaron la inteligencia artificial como apoyo para este artículo, y también que esta herramienta no sustituye de ninguna manera la tarea o proceso intelectual. Después de rigurosas revisiones con diferentes herramientas en la que se comprobó que no existe plagio como constan en las evidencias, los autores manifiestan y

reconocen que este trabajo fue producto de un trabajo intelectual propio, que no ha sido escrito ni publicado en ninguna plataforma electrónica o de IA.

REFERENCIAS

- Agüero, E., Meza, L. G., Suárez, Z., y Schmidt, S. (2017). Estudio de la ansiedad matemática en la educación media costarricense. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(1), 35-45. <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/849>
- Barquero, K., Aragón, A., y Román, M. (2023). Mapeo de la oferta académica de las universidades públicas en Costa Rica 2022. Estudio especial de regionalización para el Décimo Informe Estado de la Educación 2025. CONARE-PEN.
- Bourdieu, P., y Passeron, J. C. (1977). *Reproduction in education, society and culture*. Sage Publications.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- CINDE. (2024). *Costa Rica: plataforma de inversión en sectores de alta tecnología*. Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo.
- Corrales Bolívar, K., Sandí-Araya, K., Azofeifa-Ureña, C., Chaves Zambrano, Z., y Picado-Madrigal, C. (2023). Caracterización de la población estudiantil universitaria estatal 2022 (OPES No. 113-2023). Consejo Nacional de Rectores, Oficina de Planificación de la Educación Superior. <https://hdl.handle.net/20.500.12337/8647>
- El Financiero. (2024, 18 de abril). ¿Cuáles carreras del TEC reciben más solicitudes de matrícula? Estos son los datos del 2024. <https://www.elfinancierocr.com>
- El Financiero. (2025, 10 de noviembre). Estancada, centralizada y con brechas de género: 5 claves para entender la graduación STEM en Costa Rica. <https://www.elfinancierocr.com>

Fraser, N. (2009). Scales of justice: Reimagining political space in a globalizing world. Columbia University Press.

Guevara-Roselló, A., y Retana-Ledezma, J. (2024). Breaking down barriers: Encouraging participation of underserved groups in STEM for the future. *Revista Tecnología en Marcha*, 37(5). <https://doi.org/10.18845/tm.v37i5.7226>

Hill, C., Corbett, C., y St. Rose, A. (2010). Why so few? Women in science, technology, engineering and mathematics. AAUW.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2021). Encuesta Nacional de Hogares 2021. INEC Costa Rica.

La Nación. (2024, 29 de enero). Estas son las 10 carreras del TEC con cortes de admisión más altos. <https://www.nacion.com>

Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., y Roberts, K. (2013). STEM: Country comparisons. Report for the Australian Council of Learned Academies. Australian Council of Learned Academies.

Meza-Cascante, L. G., Suárez-Valdés-Ayala, Z., Agüero-Calvo, E., Jiménez-Céspedes, R., Calderón-Ferrey, M., Sancho-Martínez, L., Pérez-Tyteca, P., y Monje-Parrilla, J. (2021). La matemática como dominio masculino: Un estudio de la percepción en la educación media costarricense. *Revista Electrónica Educare*, 25(3), 1-15. <https://doi.org/10.15359/ree.25-3.35>

Meza-Cascante, L. G., Suárez-Valdés-Ayala, Z., Agüero-Calvo, E., Jiménez-Céspedes, R., Calderón-Ferrey, M., Sancho-Martínez, L., Pérez-Tyteca, P., y Monje-Parrilla, J. (2023). Estudio de la predisposición desfavorable hacia el aprendizaje de la matemática en la educación media de Costa Rica. *Revista Comunicación*, 32(2), 26-40. <https://doi.org/10.18845/rc.v32i2.6987>

Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones. (2022). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial 2022-2027. MICITT. <https://www.micitt.go.cr>

Mora-García, C., y Pearson, A. (2025). Enables and bottlenecks to upgrading along the medical device global value chain in Costa Rica. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0013458>

National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. The National Academies Press.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2023). Improving the quality and efficiency of education and training in Costa Rica to better support growth and equity. OECD Economics Department Working Papers. <https://doi.org/10.1787/2367677a-en>

Programa Estado de la Nación. (2025). Décimo Informe Estado de la Educación 2025. CONARE-PEN. <https://estadonacion.or.cr/educacion/>

Programa Sociedad de la Información y el Conocimiento. (2024, 8 de marzo). Brecha digital: Vivir en zonas rurales y tener menos nivel educativo son factores de vulnerabilidad. Universidad de Costa Rica. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2024/3/08/brecha-digital-vivir-en-zonas-rurales-y-tener-menos-nivel-educativo-son-factores-de-vulnerabilidad.html>

Román, M., García, C., y Carrera, F. (2023). Trayectorias educativas de mujeres graduadas en STEM. Investigación para el Décimo Informe Estado de la Educación 2025. CONARE-PEN.

Sanabria, E., Granados, A., Ruiz, K., y Matamoros, J. (2024). Brechas de género en carreras STEM: Barreras para las mujeres en la Región Brunca, Costa Rica. iQual. Revista de Género e Igualdad. <https://revistas.um.es/iqual/article/view/675561>

- Sandoval-Barrantes, M., Vega-Baudrit, J., Piedra-Marín, G., Syedd-León, R., Rivera-Álvarez, A., Campos, K., y Herrera, R. (2023). Student camps to promote scientific vocations in STEM: The Quimi Camp case. *Uniciencia*, 37(1). <https://doi.org/10.15359/ru.37-1.8>
- Tecnológico de Costa Rica. (2024, 23 de noviembre). TEC impulsa la participación de mujeres en carreras STEM para la admisión 2024-2025. Hoy en el TEC. <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2024/11/23/tec-impulsa-participacion-mujeres-carreras-stem-admision-2024-2025>
- Toma, R. B., y Retana-Alvarado, D. A. (2021). Mejora de las concepciones de maestros en formación de la educación STEM. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 15-33. <https://doi.org/10.35362/rie8714538>
- UNESCO. (2017). *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. UNESCO Publishing.
- UNESCO. (2024). *Informe Mundial sobre los Docentes 2024: Afrontar la escasez de docentes y transformar la profesión*. UNESCO.
- Viquez, A., y Ruíz, I. (2024). The state of the art of STEM in Costa Rica. Proceedings of the 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology. <https://doi.org/10.18687/laccei2024.1.1.1604>
- Zamora-Araya, J. A., Montero-Rojas, E., Smith-Castro, V., Moreira-Mora, T. E., Zamora-Calvo, P., Quintero-Arias, K., y Matarrita-Muñoz, S. (2022). Gender, self-efficacy and performance in a mathematics test: The moderating role of the educational center. *Uniciencia*, 36(1), 1-17. <https://doi.org/10.15359/ru.36-1.46>