Institutional Sustainability of a University–Industry Partnership Model to Promote STEM Participation: A Thirteen-Year Trajectory in El Salvador

Evelyn Lissette Hernández de Jiménezr[1]; Yesenia Xiomara Martínez Oviedo[2];
[1,2]*Don Bosco University, El Salvador, evelyn.hernandez@udb.edu.sv*,
[2]*Don Bosco University, El Salvador, ymartinez@udb.edu.sv*

Abstract. The gender gap in STEM disciplines persists globally and remains particularly relevant in engineering and technology in Central America. University–industry partnerships can provide formative and vocational exploration experiences during adolescence; however, regional evidence remains limited regarding the institutional conditions that enable such initiatives to continue and diversify over time. This article presents a secondary and interpretive analysis based on a quasi-experimental study of the Science Girl Camp (SGC) program at Universidad Don Bosco (UDB) in El Salvador, reinterpreting its findings through Eccles's expectancy-value model and its situated reformulation. SGC participants showed statistically significant differences compared with a comparison group in confidence in their own abilities (4.54 vs. 4.13, p=.0003), teamwork skills (p=.0005), leadership (p=.0225), access to laboratory experiences (p=.0004), exposure to technical and technological topics (p=.0002), and guidance received to continue their studies (p=.007). These findings are consistent with components of the expectancy-value model, particularly expectancy for success, and also reveal differences in contextual conditions potentially associated with the construction of subjective task value in STEM. Complementarily, the documentary analysis shows how, since 2013, UDB has maintained and diversified this model through partnerships with actors from different sectors, benefiting 664 adolescents and young people across four programs over thirteen years. The trajectory analyzed identifies institutional conditions associated with the model's continuity, diversification, and adaptation, and provides a reference for higher education institutions in Latin America and the Caribbean interested in developing enduring STEM partnerships.

Keywords: STEM participation; university–industry partnership; expectancy-value theory; vocational choice; institutional sustainability.

Sostenibilidad institucional de un modelo de alianza universidad-empresa para promover la participación de jóvenes en STEM: trayectoria de trece años en El Salvador

Evelyn Lissette Hernández de Jiménez, Maestra en Tecnología Educativa[1], and Yesenia Xiomara Martínez Oviedo, Maestra en Gestión de la Calidad[2]
[1,2]*Universidad Don Bosco, El Salvador, evelyn.hernandez@udb.edu.sv*
[2]*Universidad Don Bosco, El Salvador, ymartinez@udb.edu.sv*

Resumen. *La brecha de género en disciplinas STEM persiste a nivel global y continúa siendo particularmente relevante en ingeniería y tecnología en Centroamérica. Las alianzas universidad-empresa pueden generar experiencias formativas y de exploración vocacional durante la adolescencia; sin embargo, existe limitada evidencia regional sobre las condiciones institucionales que permiten su continuidad y diversificación en el tiempo. Este artículo presenta un análisis secundario e interpretativo basado en un estudio cuasi-experimental del programa Science Girl Camp (SGC) de la Universidad Don Bosco (UDB), cuyos hallazgos se reinterpretan a la luz del modelo de expectativa-valor de Eccles y su reformulación situada. Las participantes del SGC mostraron diferencias estadísticamente significativas frente a un grupo de comparación en confianza en habilidades propias (4.54 frente a 4.13, p=.0003), trabajo en equipo (p=.0005), liderazgo (p=.0225), acceso a experiencias de laboratorio (p=.0004), exposición a temáticas técnicas y tecnológicas (p=.0002) y orientación recibida para continuar estudios (p=.007). Estos resultados son consistentes con componentes del modelo expectativa-valor, particularmente con la expectativa de éxito, y muestran además diferencias en condiciones contextuales potencialmente vinculadas con la construcción del valor subjetivo de STEM. Complementariamente, el análisis documental muestra cómo, desde 2013, la UDB ha dado continuidad y diversificado este modelo mediante alianzas con actores de distintos sectores, beneficiando a 664 adolescentes y jóvenes en cuatro programas durante trece años. La trayectoria analizada permite identificar condiciones institucionales asociadas con la continuidad, diversificación y adaptación del modelo, y ofrece un referente para instituciones de educación superior de América Latina y el Caribe interesadas en desarrollar alianzas STEM con vocación de permanencia.*

Palabras clave: participación en STEM; alianza universidad-empresa; teoría de expectativa-valor; elección vocacional; sostenibilidad institucional.

I. Introducción (Heading 1)

La participación de las mujeres en las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés) continúa siendo un desafío global. El World Economic Forum señala tres aspectos críticos sobre esta participación: su baja representación en áreas científicas y tecnológicas, la limitada proporción de investigadoras a nivel mundial (≈30%), y las brechas en producción académica y remuneración [1].

En paralelo, un informe de EdTech Hub elaborado para UNICEF LACRO y UNICEF Argentina advierte que el debate sobre la desigualdad de género en STEM se ha intensificado en las últimas décadas, especialmente con el auge de la inteligencia artificial y la economía digital [2].

A nivel regional, América Latina y el Caribe (ALC) muestran avances: el 41% de los graduados en STEM son mujeres, cifra superior al promedio mundial (38%) y al de la OCDE (37%). Sin embargo, persisten desafíos estructurales. Aunque las mujeres se gradúan en tasas más altas que los hombres, siguen concentradas en áreas como educación (77%) y salud (73%) [3].

En El Salvador, la situación refleja estas tendencias. Según datos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, 2023), las mujeres representan el 29.5% de los estudiantes matriculados en carreras STEM, frente al 70.5% de los hombres. En el caso de ingeniería, solo el 27% de los graduados son mujeres y el de los hombres un 73% [4].

Esta brecha tiene raíces en una etapa crítica del desarrollo vocacional. La investigación sobre identidad vocacional señala que el interés de las adolescentes por las carreras STEM particularmente ingeniería y tecnología disminuye de manera pronunciada durante la adolescencia, periodo en el que se consolidan las expectativas de éxito y el valor subjetivo atribuido a cada área de conocimiento; factores como los estereotipos de género, la escasa visibilidad de referentes femeninos y la falta de apoyo institucional inciden directamente en esta tendencia [5, 6]. Intervenir durante la etapa de bachillerato (16–18 años), cuando las adolescentes toman decisiones vocacionales concretas, resulta por tanto estratégicamente fundamental. Por ello, los programas de alianza universidad-empresa que acercan a las estudiantes a experiencias prácticas y modelos femeninos en STEM han

sido propuestos como una estrategia para reducir la brecha y fomentar una elección vocacional más equitativa [25].

Sin embargo, a pesar de la documentación estadística de esta brecha a nivel global, regional y nacional, existe escasa evidencia empírica sobre si este tipo de alianzas universidad-empresa se asocia efectivamente con la elección y persistencia de carreras STEM entre las adolescentes participantes. Más aún, la literatura regional disponible documenta predominantemente intervenciones de alcance acotado o de pocos años de ejecución.

La Universidad Don Bosco (UDB) de El Salvador representa un caso distinto: desde 2013 ha desarrollado un modelo de alianza universidad-empresa que se ha sostenido durante trece años y se ha diversificado sectorialmente. El Science Girl Camp (SGC), nacido ese año dentro del Programa de Mujeres en Ciencia e Ingeniería (WISE) de la UDB como espacio extracurricular de formación práctica en STEM para bachilleres, constituye el programa fundacional [7], [8], [9]. Desde 2014, Sherwin-Williams se incorporó como aliado estratégico en algunas ediciones mediante espacios de intercambio con profesionales del área y visitas técnicas [10], y ADOC se ha vinculado en ediciones específicas mediante visitas técnicas a sus instalaciones [21]. Entre 2016 y 2019, el programa contó además con el respaldo del proyecto de USAID de Educación Superior para el Crecimiento Económico [17], [18], y desde 2014 recibió apoyo continuo de la Embajada de los Estados Unidos en El Salvador a través de su programa American Space [21]. En 2016, el programa fue reconocido con el galardón "Marca Positiva" de la Fundación Empresarial para la Acción Social (FUNDEMAS) por sus buenas prácticas de responsabilidad social [17], [18] —un reconocimiento externo, no una alianza operativa equivalente a las demás—, y en 2021 obtuvo el primer lugar en la convocatoria de Buenas Prácticas de la Red Telescopi, evaluado externamente por expertos en gestión universitaria [19].

A partir de 2022, el modelo se amplió mediante alianzas con empresas de sectores productivos distintos entre sí. DELSUR STEM Academy, lanzado en alianza con la Distribuidora de Electricidad DELSUR con el objetivo explícito de reducir la brecha de género en STEM, se dirigió durante sus primeras ediciones (2022–2024) a jóvenes de bachillerato hijas de colaboradores de la empresa o de centros educativos aledaños a sus zonas de influencia [16]; a partir de su cuarta edición (2025), realizada en alianza adicional con el Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA), amplió su población objetivo a estudiantes de noveno grado y bachillerato de ambos sexos [12], [13]. The Bold Girl Camp, en alianza con la empresa tecnológica Datum Redsoft, orientado al sector de ingeniería aplicada, concluyó su primera promoción de 32 bachilleres en diciembre de 2025 [14]. STEM 4 Her, en alianza con TELUS Digital, inauguró su primera edición en mayo de 2026, estructurada en dos fases de formación técnica y orientación vocacional [15].

Estas cuatro iniciativas no constituyen programas aislados, sino expresiones de un mismo modelo institucional que ha evolucionado en alcance, diversidad sectorial y número de actores a lo largo de una trayectoria sostenida de trece años, ofreciendo un caso longitudinal de interés para la literatura regional sobre alianzas STEM.

La sostenibilidad del modelo no depende exclusivamente del apoyo externo. La UDB destina recursos institucionales propios para la operación continua de los programas, incluyendo infraestructura, personal docente y administrativo, equipamiento de laboratorios y materiales didácticos. Este financiamiento propio es clave para que el programa continúe en el tiempo. Reduce la dependencia del modelo respecto de si hay o no aliados externos en cada edición, y muestra el compromiso de la universidad con promover una mayor participación de las mujeres en STEM como parte de su misión institucional.

El presente artículo no busca simplemente evidenciar si el modelo "funciona", pregunta que [8] ya respondió mediante un diseño cuasi-experimental propio centrado en Science Girl Camp (2013–2022), sino que explica la trayectoria de trece años de un modelo de alianza universidad-empresa para promover carreras STEM en El Salvador. Une dos miradas: reinterpreta los resultados ya publicados bajo la teoría de expectativa-valor y analiza qué ha permitido que el modelo se sostenga en el tiempo. Para lograrlo, responde dos preguntas. Primera: ¿cómo explica la teoría de expectativa-valor las diferencias que reportó el estudio original en [8]? Segunda: ¿qué condiciones dentro de la universidad permitieron que el modelo UDB siguiera funcionando y se diversificara entre 2013 y 2026?

Dado que este artículo analiza programas desarrollados por la misma institución en la que se llevó a cabo la investigación, y que además reinterpreta datos producidos por un equipo de la misma universidad, existe un riesgo potencial de sesgo institucional, que se declara y mitiga en la Sección III-F.

Este artículo muestra, con evidencia de cada etapa, cómo esa trayectoria conecta tres momentos. Primero, la innovación, con el Science Girl Camp de 2013 como programa piloto extracurricular. Luego, el desarrollo de capacidades dentro de la universidad, como tutores, laboratorios y nuevas alianzas. Y por último, el escalamiento del modelo, que creció hacia otros programas, se afianzó dentro de la institución y llegó a más adolescentes.

II. Desarrollo teórico

A. El Modelo de expectativa-valor y su extensión teórica

La elección vocacional de las adolescentes hacia carreras STEM puede explicarse a través del modelo de expectativa-valor propuesto por Eccles y colaboradores, según el cual las decisiones relacionadas con el logro académico y ocupacional dependen de dos componentes centrales: la expectativa de éxito (la creencia de la persona sobre su propia capacidad para desempeñarse bien en un campo determinado) y el valor subjetivo asignado a esa tarea (interés personal, utilidad percibida y costo psicológico o social de la elección) [22].

Este modelo explica por qué, aun cuando las adolescentes muestran capacidades matemáticas y científicas comparables a las de sus pares varones, tienden a autoevaluar su competencia de forma más negativa y a asignar menor valor subjetivo a las disciplinas STEM.

Watt y colaboradores extendieron empíricamente este marco al estudio específico de la participación de adolescentes en matemáticas y sus planes de carrera, mediante un análisis comparativo longitudinal en Australia, Canadá y Estados Unidos [23]. Su trabajo confirma que los procesos motivacionales de expectativa y valor subjetivo están sistemáticamente diferenciados por género desde el bachillerato, y predicen de forma consistente las aspiraciones educativas y los planes de carrera STEM. Esto respalda la decisión de intervenir en el bachillerato (16–18 años) como el momento en que estos procesos se consolidan.

Desde esta perspectiva, programas de alianza universidad-empresa como Science Girl Camp pueden entenderse como intervenciones que generan experiencias potencialmente vinculadas con ambos componentes: la exposición a modelos femeninos en STEM puede favorecer la expectativa de éxito, mientras que el acercamiento a aplicaciones reales de estas disciplinas puede contribuir a la construcción de su valor subjetivo, particularmente en términos de utilidad percibida.

Extensión teórica propuesta en este artículo: a partir del caso analizado, se plantea como hipótesis interpretativa que la diversificación sectorial de un modelo de intervención STEM podría ampliar las oportunidades de las participantes para reconocer la aplicabilidad de estas disciplinas en distintas trayectorias profesionales. La exposición a múltiples sectores productivos, y no únicamente a un contexto STEM genérico, podría contribuir así a la construcción del valor subjetivo. Esta hipótesis no fue evaluada en el estudio original [8] y se plantea como una línea para futuras investigaciones.

No obstante, tanto el modelo de expectativa-valor como su aplicación a la participación STEM se han desarrollado predominantemente en contextos de altos ingresos (Australia, Canadá, Estados Unidos, Alemania). La reformulación más reciente del modelo como Teoría de Expectativa-Valor Situada reconoce explícitamente la necesidad de incorporar una perspectiva sociocultural en su aplicación [24], lo cual refuerza la pertinencia de examinar su aplicabilidad a modelos de alianza universidad-empresa en contextos centroamericanos, como el salvadoreño, donde permanece poco explorada.

En el contexto latinoamericano, estas decisiones vocacionales tampoco pueden interpretarse únicamente desde variables motivacionales individuales. El acceso a experiencias STEM está atravesado por condiciones socioeconómicas, territoriales, educativas y de género que pueden ampliar o restringir las oportunidades disponibles para las adolescentes. En este sentido, el modelo analizado representa una intervención institucional dentro de un ecosistema más amplio y no una respuesta suficiente, por sí sola, a la brecha de género en STEM. Esta consideración resulta especialmente relevante en el presente caso, dado que la iniciativa se desarrolla desde una universidad privada que, a su vez, mantiene programas de becas y mecanismos de apoyo orientados a ampliar el acceso de jóvenes provenientes de contextos socioeconómicos diversos, incluyendo sectores de ingresos medios y bajos. Asimismo, los programas analizados articulan a la universidad con centros educativos, empresas, organismos de cooperación y otros actores, lo que amplía las oportunidades de participación más allá de la población universitaria de la UDB.

La interpretación de los resultados se realizó una vez obtenidos los datos, organizando las respuestas del cuestionario en dos grandes categorías. Esta reinterpretación aporta un marco explicativo posible, aunque limitado por el diseño original del instrumento. La aplicación de la Teoría de Expectativa-Valor Situada al contexto salvadoreño constituye un aporte novedoso, al incorporar factores socioculturales propios de América Latina en la interpretación de programas STEM. Asimismo, se propone como hipótesis que la diversificación sectorial del modelo UDB podría ampliar el valor subjetivo percibido, mostrando la aplicabilidad de las disciplinas STEM en trayectorias profesionales diversas. Esta hipótesis, aún no verificada empíricamente, se plantea como agenda de investigación futura.

B. Operacionalización del concepto de sostenibilidad

En este artículo entendemos la sostenibilidad institucional a partir de cinco elementos. El primero es la continuidad institucional, entendida como la permanencia del modelo de intervención a lo largo del tiempo, aun cuando puedan variar los programas específicos mediante los cuales se implementa. El segundo es la diversificación, que se refiere a la cantidad de sectores y aliados con los que se ha trabajado a lo largo del tiempo. El tercero es el cofinanciamiento, que compara los recursos propios de la universidad frente a los que aportan actores externos. El cuarto es la institucionalización, es decir si el programa forma parte del plan estratégico de la universidad y si existe una unidad encargada de darle seguimiento. El quinto es la fidelidad adaptativa, que es la

capacidad de mantener los elementos centrales del modelo, aunque cambien los aliados o el contexto en cada edición. Este marco fue propuesto originalmente para programas de salud comunitaria, así que aquí se adapta a un contexto distinto del que fue pensado en un inicio, el de los programas educativos STEM [26], [27].

III. METODOLOGÍA

A. Diseño del estudio

El presente artículo constituye un análisis secundario e interpretativo, fundamentado en los resultados publicados en [8], donde se evaluó el programa Science Girl Camp mediante un diseño cuasi-experimental de grupos no equivalentes con medición posterior a la intervención. En dicho estudio original, no fue posible asignar aleatoriamente a las participantes al programa, por lo que se aplicó un procedimiento de equiparación por edad entre el grupo de participantes y un grupo de comparación de estudiantes universitarias no participantes. Este diseño permitió identificar diferencias estadísticamente significativas entre grupos, pero no establece relaciones causales. El presente artículo no recolectó datos primarios; su contribución consiste en (1) interpretar los hallazgos de dicho estudio bajo el modelo de expectativa-valor [22], [23], y (2) documentar y analizar la evolución institucional del modelo de alianza universidad-empresa entre 2013 y 2026 a partir de fuentes documentales institucionales.

B. Contexto del estudio

Science Girl Camp nació en 2013 dentro del Programa de Mujeres en Ciencia e Ingeniería (WISE) de la UDB, dirigido a jóvenes de bachillerato de zonas aledañas a la institución [18]. El programa se estructura en módulos de formación práctica históricamente robótica, mecánica, electrónica y energía renovable, con incorporación posterior de programación, drones y design thinking impartidos en los laboratorios y centros especializados de la UDB, con apoyo de estudiantes tutores de ingeniería [9], [21]. Entre 2013 y 2026, 522 jóvenes de más de 47 instituciones de educación media han finalizado el programa [9], [21]. Aunque los registros históricos evidencian una alta permanencia de las participantes, no se dispone de información consolidada sobre el número total de jóvenes inscritas al inicio de cada edición que permita establecer con precisión una tasa acumulada de finalización para todo el período. Sus fuentes de financiamiento externo y respaldo institucional se han diversificado desde el origen: Engineering Information Foundation (2013), la Embajada de Estados Unidos en El Salvador a través de American Space (desde 2014, continuo), y USAID a través de su Proyecto de Educación Superior para el Crecimiento Económico (2016–2019) [17], [18], [19].

A partir de 2022, la UDB replicó y adaptó este modelo mediante tres alianzas adicionales con empresas de sectores productivos distintos. DELSUR STEM Academy (2022–presente), en alianza con la Distribuidora de Electricidad DELSUR, ofrece formación bimodal en robótica, electrónica, mecánica y energía renovable a lo largo de 16 sábados; durante sus primeras tres ediciones (2022–2024) se dirigió exclusivamente a jóvenes de bachillerato hijas de colaboradores de DELSUR o de centros educativos aledaños a sus zonas de influencia [16] , y desde su cuarta edición (2025) —realizada en alianza adicional con UNFPA— amplió su población a estudiantes de noveno grado y bachillerato de ambos sexos [16], [11], [12], [13]. The Bold Girl Camp, en alianza con la empresa tecnológica Datum Redsoft, ofreció formación en electricidad, programación, matemática, aeronáutica y robótica; su primera promoción (32 bachilleres) concluyó en diciembre de 2025 [14]. STEM 4 Her, en alianza con TELUS Digital, inauguró en mayo de 2026 su primera edición, estructurada en dos fases de formación técnica y orientación vocacional [15].

Dado que el presente artículo se enfoca en modelos de intervención dirigidos específicamente a la elección vocacional STEM de adolescentes salvadoreñas, el análisis de DELSUR STEM Academy considera sus ediciones 2022–2024, anteriores a la ampliación de su población objetivo.

C. Fuente de datos primaria reinterpretada

Los datos analizados en la Sección IV provienen del estudio en [8]: población de referencia N=455 (participantes de Science Girl Camp, 2013–2022), muestra de 126 encuestas completas, grupo de comparación de 389 estudiantes universitarias no participantes equiparadas por edad. Instrumento: encuesta de 37 ítems (alfa de Cronbach = 0.84; Omega de McDonald = 0.87), complementada con entrevistas semiestructuradas a participantes, padres de familia, patrocinadores y un empleador.

Las 455 egresadas fueron contactadas mediante correo electrónico, teléfono, WhatsApp y redes sociales, utilizando la base de datos y los registros históricos del programa. Se obtuvieron 126 encuestas completas, lo que corresponde a una tasa de respuesta del 27.7%. Las participantes que respondieron pertenecían a las cohortes 2013–2022. El grupo de comparación (n=389) estuvo conformado por estudiantes de pregrado de la UDB que no habían participado en el SGC ni en programas similares. Para reducir las diferencias entre ambos grupos, se realizó una equiparación por edad, aunque sin correspondencia individual 1:1. Dada la tasa de respuesta obtenida, se reconoce un posible sesgo de no respuesta, por lo que los resultados de las 126 participantes no deben interpretarse como representativos de la totalidad de las egresadas del programa.

D. Fuentes documentales para el análisis institucional

La caracterización de la evolución del modelo (Secciones I y V) se basa en fuentes institucionales de la UDB [9]–[21], detalladas en la lista de referencias.

E. Procedimientos de análisis

El estudio original [8] analizó los datos cuantitativos mediante estadística descriptiva y prueba t de Welch, verificando previamente la heterogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene ($p < 0.05$). El presente artículo no ejecuta análisis estadísticos adicionales: reorganiza los resultados ya reportados conforme a las categorías teóricas de expectativa de éxito y valor subjetivo, y realiza un análisis documental cualitativo de la evolución institucional del modelo 2013–2026.

F. Consideraciones éticas y sesgos

Este artículo presenta dos fuentes de riesgo de sesgo. Primero, tanto el estudio secundario utilizado como fuente de datos [8] como el presente análisis proviene de investigadoras afiliadas a la misma institución, lo cual representa un riesgo de sesgo de confirmación en la interpretación teórica; se mitiga limitando el análisis a reinterpretar datos ya publicados sin introducir nuevas mediciones.

El estudio original fue aprobado institucionalmente por el Consejo de Investigación de la UDB. Las participantes otorgaron consentimiento informado, que establecía la participación voluntaria, el derecho a retirarse y el tratamiento anónimo de la información. El presente análisis utiliza únicamente resultados previamente obtenidos y publicados, sin nuevas mediciones. Dado que las autoras están afiliadas a la UDB y una de ellas participa en la gestión de los programas analizados, se reconoce un potencial sesgo institucional, mitigado mediante la reinterpretación de resultados ya publicados y la declaración explícita de esta vinculación.

Segundo, se hereda la limitación de representatividad señalada por los autores originales: los datos de continuidad corresponden únicamente a la submuestra respondiente (n=126) y no a la totalidad de egresadas (n=455), por lo que ninguna cifra debe leerse como tasa poblacional.

Adicionalmente, las cifras cuantitativas usadas para caracterizar el contexto institucional (Sección III-B) provienen de fuentes institucionales no arbitradas y se emplean únicamente con fines descriptivos, no como evidencia de resultados.

G. Limitaciones

Además de lo señalado en F: (1) ausencia de línea base previa a la intervención en el estudio original; (2) el diseño cuasi-experimental con grupos no equivalentes no controla variables como motivación previa o contexto familiar; (3) la extensión teórica propuesta en la Sección II es una hipótesis interpretativa de este artículo, no verificada empíricamente, y debe leerse como agenda de investigación futura, no como hallazgo; (4) los datos disponibles corresponden únicamente a Science Girl Camp (2013–2022) y no permiten evaluar empíricamente los tres programas posteriores; (5) no fue posible calcular el tamaño del efecto de las diferencias reportadas en [8], porque el estudio original no publica la desviación estándar de cada grupo ni los datos individuales de las participantes. Se recomienda que estudios futuros sobre este programa incluyan esta información, para que sea posible medir no solo si existe una diferencia entre grupos, sino qué tan grande es esa diferencia en términos prácticos.

IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

A. Evidencia empírica (Science Girl Camp, 2013 a 2022)

Los hallazgos de [8] muestran diferencias estadísticamente significativas entre las participantes del Science Girl Camp (SGC) y el grupo de comparación en seis indicadores seleccionados para este análisis. En los indicadores vinculados conceptualmente con la expectativa de éxito, las participantes reportaron mayor confianza en sus propias habilidades (4.54 frente a 4.13, p=.0003), desarrollo de habilidades de liderazgo (4.29 frente a 3.96, p=.0225) y desarrollo de habilidades para trabajar en equipo (4.25 frente a 3.75, p=.0005).

En los indicadores interpretados como condiciones contextuales potencialmente vinculadas con el valor subjetivo, las participantes reportaron mayor acceso a experiencias de laboratorio durante el bachillerato (4.49 frente a 4.02, p=.0004), mayor exposición a temáticas técnicas y tecnológicas (3.52 frente a 2.87, p=.0002) y mayor orientación recibida para continuar estudios (3.80 frente a 3.35, p=.007).

Para el presente análisis secundario, estos indicadores se reinterpretan a la luz del modelo expectativa-valor [22]. Esta correspondencia es de carácter conceptual y no implica que el instrumento original haya sido diseñado para medir directamente dichos constructos. La confianza en las propias habilidades presenta la correspondencia más directa con la expectativa de éxito, mientras que el liderazgo y el trabajo en equipo se consideran indicadores complementarios de **percepción** de competencia. Por su parte, el acceso a laboratorios, la exposición a temáticas técnicas y tecnológicas y la orientación para continuar estudios se interpretan como condiciones contextuales que pueden contribuir a la construcción del valor subjetivo de STEM, más que como medidas directas de este componente. La Tabla 1 sintetiza esta reinterpretación.

TABLA 1. Reinterpretación de los indicadores del estudio original desde el marco expectativa-valor

Componente teórico	Indicador del estudio original	Resultado	Correspondencia con el marco expectativa-valor
Expectativa de éxito	Confianza en habilidades propias	4.54 vs. 4.13; *p*=.0003	Correspondencia directa con la percepción de capacidad para desempeñarse en STEM.
Expectativa de éxito	Desarrollo de habilidades de liderazgo durante el bachillerato	4.29 vs. 3.96; *p*=.0225	Indicador complementario de percepción de competencia; no constituye una medida directa de expectativa de éxito.
Expectativa de éxito	Desarrollo de habilidades para trabajar en equipo durante el bachillerato	4.25 vs. 3.75; *p*=.0005	Indicador complementario de competencia percibida en contextos colaborativos; no constituye una medida directa de expectativa de éxito.
Valor subjetivo	Instituciones dan acceso a laboratorios durante bachillerato	4.49 vs. 4.02; *p*=.0004	Condición contextual que puede favorecer la valoración de STEM; no mide directamente valor subjetivo.
Valor subjetivo	Instituciones seleccionan temáticas técnicas y tecnológicas durante bachillerato	3.52 vs. 2.87; *p*=.0002	Experiencia de exposición a STEM potencialmente vinculada con interés y utilidad percibida.
Valor subjetivo	Orientación recibida para seguir estudiando	3.80 vs. 3.35; *p*=.007	Condición de apoyo que puede contribuir a la valoración de la continuidad educativa en STEM; no mide directamente el valor subjetivo

En consecuencia, esta clasificación debe entenderse como una reinterpretación teórica de indicadores previamente obtenidos y no como una medición directa de los constructos de expectativa y valor, dado que el instrumento original no fue diseñado ni validado específicamente para medir estos componentes. Esta distinción permite utilizar los resultados empíricos de [8] como evidencia consistente con el modelo expectativa-valor, manteniendo los límites derivados del diseño y propósito original del instrumento.

B. Análisis documental de la trayectoria institucional (2013 a 2026)

Desde su creación en 2013, el modelo de intervención de la UDB ha experimentado un crecimiento sostenido tanto en número de programas como en participantes y aliados estratégicos. En su conjunto, los cuatro programas han beneficiado a 664 adolescentes y jóvenes a lo largo de trece años, procedentes de más de 47 instituciones de educación media públicas y privadas de El Salvador.

La Tabla 2 presenta la evolución del número de participantes por programa y año, evidenciando la trayectoria de expansión del modelo.

TABLA 2

Participantes por programa y año

Programa	*Empresa aliada*	*2013-2023*	*2024*	*2025*	*2026*	*Total*	*Tipo fuente:arbitrada / institucional no arbitrada*
Science Girl Camp	*Embajada EE.UU. / USAID / sector privado*	*455*[1]	*47*	*—*[3]	*20*	*522*	*institucional no arbitrada*
DELSUR STEM Academy	*DELSUR (Grupo EPM)*	*46*[2]	*14*	*11*	*9*	*80*	*institucional no arbitrada*
The Bold Girl Camp	*Datum Redsoft*	*—*	*—*	*32*	*—*	*32*	*institucional no arbitrada*
STEM 4 Her	*TELUS Digital*	*—*	*—*	*—*	*30*	*30*	*institucional no arbitrada*
Total		*501*	*61*	*43*	*59*	*664*	

[1]23 corresponde al periodo 2013 a 2022, según [8]; Science Girl Camp no registró participantes adicionales en 2023.
[2]23 participantes en 2022 y 23 en 2023.
[3]2025 No hubo edición.

Esta evolución refleja tres características del modelo asociadas con su sostenibilidad. Primera, continuidad institucional: el modelo de intervención iniciado con Science Girl Camp en

2013 ha mantenido una trayectoria sostenida durante trece años, evolucionando y diversificándose mediante la incorporación de nuevos programas y alianzas. Aunque SGC no tuvo una edición en 2025, el modelo institucional continuó activo ese año a través de DELSUR STEM Academy y The Bold Girl Camp, lo que evidencia su capacidad de adaptación y continuidad más allá de un programa específico. Segunda, diversificación de alianzas: el modelo ha logrado incorporar aliados de distintos sectores, entre ellos energía eléctrica, tecnología y telecomunicaciones, reduciendo la dependencia de un único aliado y ampliando el alcance sectorial de la intervención. Tercera, fidelidad adaptativa: los programas mantienen elementos centrales del modelo original —formación práctica, mentorías, visitas técnicas y orientación vocacional—, al tiempo que adaptan su estructura al contexto, población y objetivos específicos de cada alianza.

V. Discusión

A. *Los hallazgos bajo el lente de expectativa-valor*

Los resultados de [8], reorganizados en la Sección IV, son consistentes con el modelo de expectativa-valor [22], en tanto las intervenciones que combinan modelos femeninos de referencia con exposición práctica a aplicaciones reales de STEM pueden vincularse con la expectativa de éxito y con condiciones que contribuyen a la construcción del valor subjetivo. Esta correspondencia debe interpretarse con cautela, dado que el instrumento original no fue diseñado para medir directamente estos componentes. La incorporación de la perspectiva situada permite, además, contextualizar los hallazgos en el entorno latinoamericano, reconociendo la influencia de las condiciones socioculturales en las decisiones vocacionales. Esta reinterpretación no añade evidencia empírica nueva, pero ofrece un marco conceptual para comprender los resultados observados y abre una línea de investigación futura sobre la posible relación entre la diversificación sectorial de los programas STEM y la construcción del valor subjetivo, así como su relación con la sostenibilidad institucional.

Aunque el estudio original no fue diseñado para medir capacidades de innovación o emprendimiento, incluyó indicadores de habilidades relevantes para la participación futura en ecosistemas de innovación, entre ellas el trabajo en equipo, el liderazgo y la resolución de problemas. Estas capacidades pueden constituir una base para la participación posterior en procesos de innovación tecnológica y transformación productiva, aunque dicha relación no fue evaluada empíricamente en el estudio. Futuras evaluaciones del modelo deberían incorporar de forma explícita indicadores de creatividad, pensamiento emprendedor, interés en el desarrollo de soluciones tecnológicas, transformación digital, vinculación con problemas reales del sector productivo e intención de emprender en áreas STEM.

B. *Más allá de "¿funciona?": el argumento de sostenibilidad institucional*

La literatura regional sobre iniciativas STEM dirigidas a adolescentes documenta, en su mayoría, intervenciones de alcance acotado o de pocos años de ejecución, evaluadas típicamente en un único corte temporal [2]. El caso analizado se distingue por dos razones documentables, aunque no evaluables causalmente con los datos disponibles: continuidad institucional (el modelo iniciado con Science Girl Camp ha mantenido una trayectoria sostenida desde 2013) y diversificación sectorial (desde 2022, el modelo se replicó mediante alianzas con los sectores energético, tecnológico y de telecomunicaciones). Esta continuidad ha sido reconocida externamente: en 2021, la Red Telescopi otorgó a Science Girl Camp el primer lugar en su convocatoria de Buenas Prácticas, tras una evaluación de expertos en planificación, ejecución, resultados y carácter innovador [20], lo que respalda esta caracterización más allá de la autopercepción de la propia universidad.

Este patrón no fue objeto de evaluación en [8], cuyo estudio se concentró en un único programa y corte temporal. El presente artículo plantea, por tanto, una pregunta distinta y complementaria, de interés para la gestión universitaria: qué condiciones institucionales permiten que un modelo de este tipo se sostenga y diversifique en el tiempo, en lugar de agotarse tras una o dos ediciones. Es importante ser precisos sobre el estatus de esta observación: es una caracterización descriptiva de la trayectoria institucional, no un hallazgo causal ni una evaluación técnica de sostenibilidad (no se dispone de datos de gobernanza interna ni de comparación con instituciones que hayan intentado modelos similares sin lograr sostenerlos).

C. *La hipótesis de diversificación sectorial y valor subjetivo*

La hipótesis propuesta en la Sección II —que la exposición a múltiples sectores productivos podría ampliar el valor subjetivo percibido más que la exposición a un contexto STEM genérico— es consistente con la lógica del modelo de expectativa-valor [22], [23] y con su reformulación situada [24], pero no puede sostenerse con los datos disponibles: los resultados en [8] provienen únicamente de Science Girl Camp, anterior a la diversificación sectorial iniciada en 2022. Se plantea explícitamente como agenda de investigación futura.

D. Relevancia para Centroamérica, el Caribe y América Latina

El valor de este caso para otras instituciones de la región no está en copiar un programa puntual. Está en dos ideas que sí se pueden trasladar. La primera es que estos datos son consistentes con la posibilidad de que un modelo de alianza universidad-empresa STEM se sostenga por más de una década, siempre que la universidad lo respalde como parte de su línea estratégica. La segunda es que las alianzas pueden

diversificarse hacia otros sectores sin abandonar los elementos centrales del modelo original. Ambas observaciones son de interés para instituciones de educación superior en contextos con restricciones de financiamiento similares a las salvadoreñas, donde la sostenibilidad de este tipo de iniciativas suele ser el mayor desafío reportado en la literatura [5].

VI. Conclusiones y Recomendaciones

A. Conclusiones

El proceso puede caracterizarse en tres momentos. Primero, la innovación, con el surgimiento de Science Girl Camp en 2013 como programa extracurricular. Segundo, el desarrollo progresivo de capacidades institucionales, incluyendo tutores de ingeniería, infraestructura de laboratorios y nuevas alianzas, acompañado por reconocimientos externos como los otorgados por FUNDEMAS en 2016 y la Red Telescopi en 2021. Tercero, el escalamiento del modelo mediante su adaptación a nuevos programas y alianzas, su incorporación progresiva a la estructura institucional y la ampliación de las poblaciones atendidas. Esta secuencia —innovación, desarrollo de capacidades y escalamiento— permite caracterizar las condiciones institucionales asociadas con la continuidad y diversificación del modelo a lo largo del tiempo.

Las diferencias reportadas en [8] son consistentes con componentes del modelo de expectativa-valor de Eccles [22] y con su extensión al ámbito STEM [23], aunque esta correspondencia debe entenderse como una reinterpretación teórica y no como una medición directa de dichos constructos. La aplicación de este marco al caso estudiado permite interpretar los hallazgos desde una perspectiva situada, reconociendo la influencia de las condiciones socioculturales en las decisiones vocacionales. La trayectoria del modelo UDB entre 2013 y 2026 documenta, además, un caso longitudinal de sostenibilidad institucional, adaptación y diversificación sectorial en el contexto centroamericano.

B. Recomendaciones para investigación futura

1. Evaluación empírica de la hipótesis de diversificación sectorial, comparando el valor subjetivo percibido por participantes de los cuatro programas.
2. Estudio de sostenibilidad institucional propiamente dicho, incorporando datos de gobernanza y financiamiento.
3. Diseño con línea base previa a la intervención en futuras evaluaciones del programa.
4. Estudios comparativos regionales sobre modelos de alianza universidad-empresa STEM de duración prolongada en Centroamérica y el Caribe.
5. Ampliar el análisis de los factores contextuales que inciden en la participación de las adolescentes en STEM, incorporando variables socioeconómicas, territoriales y educativas, así como el acceso a becas y otros mecanismos de apoyo. Esto permitiría comprender con mayor profundidad cómo las características individuales y del entorno interactúan con las oportunidades generadas por los programas de formación STEM. Asimismo, futuros estudios podrían incorporar marcos de análisis ecosistémicos, como el de la quíntuple hélice, para examinar la articulación entre universidad, empresa, gobierno, sociedad y entorno en la promoción de una mayor participación de mujeres en STEM.
6. Incorporar indicadores de innovación y emprendimiento, incluyendo creatividad, pensamiento emprendedor, desarrollo de soluciones tecnológicas, transformación digital, vinculación con problemas reales del sector productivo e intención de emprender en áreas STEM.

C. Recomendaciones para la práctica institucional

Anclar este tipo de iniciativas en líneas estratégicas institucionales explícitas en lugar de convenios puntuales, y explorar la diversificación sectorial de alianzas como vía de escalamiento una vez consolidado un programa fundacional.

VII. Agradecimiento/Reconocimiento

Se expresa un reconocimiento al equipo de investigación cuyo estudio sobre el programa Science Girl Camp [8] constituye la base empírica reinterpretada en este artículo. Asimismo, se agradece a la institución de educación superior que facilitó el acceso a la información institucional utilizada para caracterizar la evolución del modelo de alianza universidad-empresa analizado, así como a las empresas aliadas y a todas las participantes y egresadas de los programas documentados.

Referencias

[1] J. Wood, "3 things to know about women in STEM," World Economic Forum, Feb. 2020.

[2] X. Villavicencio, C. Myers, and C. Coflan, "Iniciativas para el desarrollo de habilidades CTIM de las adolescentes en la región de ALC," EdTech Hub, UNICEF, 2022. doi: 10.53832/edtechhub.0091

[3] Revista Ekos, "Las mujeres representan el 41% de graduados en carreras STEM en América Latina," Ekos Negocios, Feb. 2026.

[4] CONACYT, "Resumen indicadores: Aportes a las STEM-Mujeres en la investigación," Plataforma Nacional de Ciencia y Tecnología, 2023.

[5] S. Morales Inga and O. Morales Tristán, "¿Por qué hay pocas
mujeres científicas?," aDResearch ESIC, vol. 22, no. 22, pp. 118-133, 2020.
[6] T. Chavatzia, Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en STEM, UNESCO, 2019.
[7] [Authors withheld for blind review], "Development of STEM Competences and Soft Skills for future engineers: Science Girl Camp," 2024 IEEE CONCAPAN XLII, 2024. doi: 10.1109/CONCAPAN63470.2024.10933598
[8][Authors withheld for blind review], "Science Girl Camp UDB: Promoting STEM Education for Young Women in El Salvador," Proc. 23rd LACCEI, 2025. doi: 10.18687/LACCEI2025.1.1.1084
[9] Universidad Don Bosco (UDB), "Science Girl Camp," UDB. [Online].
Available: https://www.udb.edu.sv/udb/pagina/science-girl-camp
[10] "Sherwin Williams y más de 65 señoritas del Science Girl Camp
comparten su experiencia en áreas STEM," UDB, Oct. 3, 2020.
[11] "UDB y DELSUR clausuran la segunda edición de DELSUR STEM
Academy," UDB, Nov. 20, 2023.
[12] "Inauguran cuarta edición de DELSUR STEM Academy," UDB,
Apr. 30, 2025.
[13] "Universidad Don Bosco y DELSUR impulsan el talento STEM juvenil
a través del programa DELSUR STEM Academy," UDB, Sep. 30, 2025.
[14] "UDB clausura con éxito la primera promoción del campamento The
Bold Girl Camp," UDB, Dec. 8, 2025.
[15] "UDB y TELUS Digital inauguran primera edición de campamento
STEM para señoritas," UDB, May 5, 2026.
[16] "Universidad Don Bosco y DELSUR lanzan programa para reducir la
brecha de género," UDB, May 23, 2022.
[17] "UDB y USAID inauguran Science Girl Camp 2017," UDB, Jun. 5, 2017.
[18] "UDB y USAID entregan becas Science Girl Camp," UDB, Feb. 17, 2017.
[19] "Science Girl Camp UDB obtiene primer lugar como buena práctica
2021 de la red Telescopi," UDB, Sep. 17, 2021.
[20] Universidad Don Bosco, Secretaría General, "Implementación del
Programa Science Girl Camp," Red Telescopi, El Salvador, 2021.
[Fuente institucional, no arbitrada; uso contextual únicamente].
[21] "Science Girl Camp: empoderando el futuro de las mujeres en las
áreas STEM," UDB, Aug. 7, 2024.
[22] J. S. Eccles et al., "Expectancies, values, and academic behaviors," in Achievement and Achievement Motives, 1983.
[23] H. M. G. Watt et al., "Gendered motivational processes...,"
Developmental Psychology, vol. 48, no. 6, 2012.
doi:10.1037/a0027838
[24] J. S. Eccles and A. Wigfield, "From expectancy-value theory to
situated expectancy-value theory," Contemporary Educational
Psychology, vol. 61, Art. no. 101859, 2020.
doi: 10.1016/j.cedpsych.2020.101859
[25] A. L. Rossoni, E. P. G. de Vasconcellos, and R. L. de Castilho Rossoni, "Barriers and facilitators of university-industry collaboration for research, development and innovation: a systematic review," *Management Review Quarterly*, vol. 74, pp. 1841–1877, Sep. 2024. doi: 10.1007/s11301-023-00349-1
[26] Shediac-Rizkallah MC, Bone LR. Planning for the sustainability of community-based health programs: conceptual frameworks and future directions for research, practice and policy. Health Educ Res. 1998 Mar;13(1):87-108. doi: 10.1093/her/13.1.87. PMID: 10178339.
[27] Luke DA, Calhoun A, Robichaux CB, Elliott MB, Moreland-Russell S. The Program Sustainability Assessment Tool: a new instrument for public health programs. Prev Chronic Dis. 2014 Jan 23;11:130184. doi: 10.5888/pcd11.130184. PMID: 24456645; PMCID: PMC3900326.