STEAM Experiences to Engage Girls and Young Women in Engineering Practices

Abstract – The underrepresentation of women in engineering in Latin America and the Caribbean highlights the need to strengthen educational experiences that expand opportunities for girls and young women to engage with scientific, technological, and engineering practices. This article presents a systematization of experiences implemented in secondary and higher education in Bogotá, Colombia, that provide opportunities for female participation through STEAM activities, robotics, maker culture, programming, project-based learning, formative research, and real-world problem solving, with artificial intelligence used as a cross-cutting support resource in some of these experiences. A descriptive and retrospective study was conducted based on academic records and documentary evidence generated during the implementation of these experiences. The results show female participation rates of 58.8% in secondary education and 41.7% in higher education. In supplementary programming training, women accounted for 63.6% of participants; eight of the twelve students serving as peer monitors in secondary education were female, and women led six of the ten university projects developed with microenterprises. The systematization identified four educational components present in contexts that provide opportunities for engagement with engineering: early technological exploration, product development, real-world problem solving, and the assumption of responsibility and leadership roles. The findings indicate that these experiences do not allow causal effects on career choice to be established; however, they provide elements to guide the design of progressive, participatory, contextualized, and inclusive educational environments that expand opportunities for girls and young women to engage with engineering-related practices.

Keywords-- women in engineering, STEM vocations, STEAM education, project-based learning, engineering education.

Experiencias STEAM para aproximar niñas y jóvenes a prácticas de ingeniería

Evelyn Sarmiento Puentes[1]; Miguel Arturo Cano Sua[2]; Nobel Eliecer Castellanos Bejarano[3]
[1,2]Secretaría de Educación del Distrito, Colombia, esarmientop@educacionbogota.edu.co, macanos@educacionbogota.edu.co
[1,3]Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO, Colombia, esarmiento@uniminuto.edu, ncastellanos@uniminuto.edu

Resumen– ***La subrepresentación de mujeres en ingeniería en América Latina y el Caribe plantea la necesidad de fortalecer experiencias educativas que amplíen las oportunidades de aproximación de niñas y jóvenes a prácticas científicas, tecnológicas e ingenieriles. Este artículo presenta una sistematización de experiencias desarrolladas en educación media y superior en Bogotá, Colombia, que ofrecen oportunidades de participación femenina mediante actividades STEAM, robótica, cultura maker, programación, aprendizaje basado en proyectos, investigación formativa y resolución de problemas reales, con uso de inteligencia artificial como recurso transversal de apoyo en algunas experiencias. Se realizó un estudio descriptivo y retrospectivo a partir de registros académicos y evidencias documentales generadas durante su desarrollo. Los resultados muestran una participación femenina del 58,8 % en educación media y del 41,7 % en educación superior. En la formación complementaria en programación, las mujeres representaron el 63,6 % de los participantes; ocho de los doce estudiantes que desempeñaban funciones de monitoría en educación media eran mujeres y, en los proyectos universitarios desarrollados con microempresas, las mujeres lideraron seis de diez iniciativas. La sistematización permitió identificar cuatro componentes formativos presentes en escenarios de aproximación a la ingeniería: exploración tecnológica temprana, construcción de productos, resolución de problemas reales y asunción de roles de responsabilidad y liderazgo. Se concluye que estas experiencias no permiten establecer efectos causales sobre la elección profesional, pero aportan elementos para orientar el diseño de escenarios educativos progresivos, participativos, contextualizados e inclusivos que amplíen las oportunidades de aproximación de niñas y jóvenes a prácticas relacionadas con la ingeniería.***

Palabras clave-- ***mujeres en ingeniería, vocaciones STEM, educación STEAM, aprendizaje basado en proyectos, educación en ingeniería.***

I. Introducción

La baja participación de las mujeres en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas continúa siendo un desafío para los sistemas educativos y productivos. Aunque se han registrado avances en el acceso femenino a la educación superior, las mujeres representan aproximadamente el 35 % de las personas graduadas en áreas STEM a nivel mundial [1]. Esta brecha adquiere especial relevancia en ingeniería y tecnología, campos en los que persisten patrones de subrepresentación asociados con factores sociales, culturales y educativos que inciden en la elección de estas trayectorias, así como en la permanencia y proyección profesional de las mujeres [2].

En América Latina y el Caribe, la brecha presenta rasgos particulares. Las mujeres representan el 53,1 % de la matrícula de licenciatura en educación superior; sin embargo, su participación disminuye al 26,9 % en ingeniería y al 26,7 % en tecnología [3]. En Colombia también se han documentado diferencias en el acceso femenino a programas de ingeniería, especialmente en áreas como ingeniería eléctrica, electrónica, de sistemas, mecánica y mecatrónica [4]. Estos datos muestran que una mayor presencia de mujeres en la educación superior no se traduce necesariamente en una participación equivalente en campos STEM. Entre los factores asociados a esta situación, la literatura identifica los estereotipos de género, las expectativas sociales, la autoeficacia, la motivación y las oportunidades de participación disponibles durante las distintas etapas educativas [2], [5].

Desde esta perspectiva, el fomento de vocaciones por la ingeniería no puede reducirse a la elección final de una carrera universitaria. También comprende la creación de condiciones educativas que permitan a niñas y jóvenes explorar tecnologías, construir soluciones, experimentar con problemas reales y participar activamente en prácticas cercanas al quehacer ingenieril. En este sentido, las experiencias desarrolladas antes del ingreso a la educación superior pueden ampliar el contacto de las estudiantes con la ciencia, la tecnología y la ingeniería, especialmente cuando trascienden la enseñanza exclusivamente conceptual e incorporan actividades prácticas, colaborativas y contextualizadas.

La educación STEAM ofrece un marco pertinente para este propósito, al integrar distintos campos de conocimiento mediante experiencias en las que convergen el aprendizaje basado en proyectos, la robótica, la cultura maker, el diseño de prototipos y la resolución de problemas. En particular, la robótica educativa ha sido estudiada como una estrategia para favorecer el interés de las niñas por STEM, destacándose la importancia de la contextualización de las actividades, los enfoques de enseñanza, la tecnología utilizada y la composición de los grupos [6]. Estas experiencias amplían las oportunidades de participación cuando permiten que las estudiantes intervengan activamente en procesos de creación, experimentación y toma de decisiones.

La continuidad conceptual de este tipo de experiencias en la educación superior puede fortalecerse mediante el aprendizaje basado en proyectos y la vinculación con problemas auténticos. En la formación en ingeniería, el PBL permite articular conocimientos disciplinares con situaciones próximas al ejercicio profesional y contribuir al desarrollo de competencias mediante experiencias contextualizadas [7]. Una revisión de 54 trabajos sobre PBL en educación en ingeniería destaca, entre sus ámbitos de aplicación, los entornos profesionales en los que intervienen empresas reales, así como la integración de tecnología, multidisciplinariedad y sostenibilidad [7]. En estos escenarios, la participación estudiantil comprende no solo la aplicación de conocimientos técnicos, sino también procesos de formulación, diseño, toma de decisiones, trabajo colaborativo y liderazgo.

Como recurso complementario, la inteligencia artificial generativa ha comenzado a incorporarse en los procesos educativos. Su incorporación puede apoyar actividades como la generación y organización de ideas, la retroalimentación, la resolución de problemas y el aprendizaje autónomo; al mismo tiempo, plantea desafíos relacionados con la precisión de la información, la dependencia tecnológica, la autoría y la integridad académica [8], [9]. Por ello, su utilización requiere mediación pedagógica y criterios de uso responsable. En este estudio, la inteligencia artificial se aborda como un recurso transversal de apoyo en algunas experiencias formativas y no como una variable destinada a explicar la participación femenina ni la elección de carreras de ingeniería.

Resulta pertinente sistematizar experiencias que permitan documentar cómo se configuran oportunidades de participación femenina en distintos momentos educativos y qué componentes formativos están presentes en escenarios de aproximación de niñas y jóvenes a prácticas relacionadas con la ingeniería. La articulación conceptual entre experiencias STEAM en educación media y proyectos vinculados con problemas reales en educación superior ofrece un escenario para examinar formas diversas de participación, desde la exploración tecnológica, la robótica, la programación y la construcción de prototipos hasta la formulación de proyectos, la investigación formativa, la solución de problemas en contextos organizacionales y el ejercicio de liderazgo.

Este estudio no asume una trayectoria longitudinal entre educación media y superior, ni pretende demostrar efectos causales sobre la elección profesional. Su interés se centra en reconocer qué elementos formativos comparten las experiencias sistematizadas y de qué manera ofrecen oportunidades de participación, responsabilidad, liderazgo y aproximación de las mujeres a prácticas relacionadas con la ingeniería. A partir de este planteamiento, la investigación busca responder la siguiente pregunta: ¿Qué prácticas y componentes formativos se identifican en experiencias educativas de educación media y superior que ofrecen oportunidades de participación, responsabilidad, liderazgo y aproximación de niñas y jóvenes a prácticas relacionadas con la ingeniería?

El objetivo del estudio es sistematizar experiencias educativas desarrolladas en educación media y superior que articulan STEAM, aprendizaje basado en proyectos, resolución de problemas reales y uso pedagógico de inteligencia artificial, con el propósito de identificar prácticas y componentes formativos presentes en escenarios que ofrecen oportunidades de participación, responsabilidad, liderazgo y aproximación de niñas y jóvenes a prácticas relacionadas con la ingeniería. El estudio busca aportar elementos para la reflexión y el diseño de experiencias educativas orientadas al fomento de vocaciones por la ingeniería desde escenarios participativos, contextualizados e inclusivos.

II. METODOLOGÍA

A. Enfoque y diseño de la investigación

El estudio se desarrolló mediante una sistematización de experiencias educativas con alcance descriptivo, entendida como un proceso de reconstrucción, organización, análisis e interpretación de prácticas formativas previamente implementadas a partir de las evidencias generadas durante su desarrollo. La sistematización buscó identificar prácticas y componentes formativos presentes en experiencias de educación media y superior que generan oportunidades de participación y aproximación de niñas y jóvenes a prácticas relacionadas con la ciencia, la tecnología y la ingeniería.

Se adoptó un diseño no experimental y retrospectivo, dado que las experiencias analizadas habían sido implementadas previamente como parte de procesos formativos regulares y no fueron diseñadas específicamente para esta investigación. No se realizó manipulación de variables, asignación de grupos experimentales ni seguimiento longitudinal de las mismas estudiantes entre educación media y superior.

En consecuencia, el estudio no pretende establecer relaciones causales entre las experiencias educativas y el desarrollo de vocaciones o la elección posterior de carreras de ingeniería. Su alcance se limita a caracterizar las experiencias implementadas, documentar la participación femenina e identificar componentes formativos presentes en escenarios de aproximación a prácticas relacionadas con la ingeniería.

B. Contexto y participantes

La sistematización comprendió experiencias desarrolladas en dos contextos educativos de Bogotá, Colombia: una institución pública de educación media y una institución de educación superior. Para preservar el anonimato requerido durante el proceso de evaluación, no se identifican las instituciones participantes.

En educación media se consideraron experiencias desarrolladas con estudiantes de los grados décimo y

undécimo en el marco de un proyecto STEAM institucional. La población correspondiente a estos grados estuvo conformada por 148 estudiantes, de los cuales 87 eran mujeres, equivalentes al 58,8 %. En grado décimo participaron 75 estudiantes, 43 de ellas mujeres; en grado undécimo participaron 73 estudiantes, 44 de ellas mujeres. Los cuatro cursos contaban además con un grupo de 12 estudiantes monitores, de los cuales ocho eran mujeres y cuatro hombres. Estos estudiantes se postulaban voluntariamente y eran elegidos por sus compañeros, con supervisión docente y previa verificación de competencias para asumir funciones de apoyo, orientación y liderazgo entre pares durante las actividades académicas. Las experiencias documentadas incluyeron proyectos STEAM, actividades de robótica, participación en Olimpiadas STEM, formación asociada con cultura maker y uso de herramientas de inteligencia artificial como apoyo transversal en algunas actividades académicas. La formación complementaria en programación correspondió a un subgrupo específico de 33 estudiantes pertenecientes a la población de educación media ya contabilizada, de los cuales 21 eran mujeres.

En educación superior se analizaron experiencias correspondientes a tres espacios académicos vinculados con la formación en proyectos e investigación, con una población total de 72 estudiantes, de los cuales 30 eran mujeres, equivalentes al 41,7 %. En dos de estos espacios se desarrollaron proyectos orientados a atender necesidades reales de microempresas, mientras que en el tercero se adelantaron procesos de investigación formativa orientados a la construcción de productos académicos. En los dos espacios de gestión de proyectos se analizaron, además, los registros disponibles sobre conformación de equipos y liderazgo, entendido posteriormente en el análisis como un rol diferenciado de coordinación o responsabilidad dentro del proyecto.

C. Fuentes de información

La información utilizada provino de evidencias generadas previamente durante el desarrollo ordinario de las experiencias educativas. En educación media, el corpus documental incluyó planeaciones y documentos del proyecto STEAM, registros fotográficos de actividades STEM, evidencias de prototipos y productos de robótica, certificaciones de formación complementaria, registros académicos y evaluaciones de los períodos analizados.

En educación superior se consideraron productos finales de proyectos desarrollados con microempresas, registros de evaluación académica, información sobre conformación y liderazgo de equipos, retroalimentaciones generadas durante los procesos formativos y evidencias de uso de asistentes basados en inteligencia artificial como recursos de acompañamiento en la formulación y desarrollo de proyectos.

No se aplicaron encuestas, entrevistas ni instrumentos adicionales diseñados específicamente para este estudio. En consecuencia, el análisis se limitó a la información disponible en los registros académicos y documentales existentes. Esta decisión metodológica restringe el alcance del estudio a la caracterización de experiencias y no permite medir variables subjetivas como interés vocacional, autoeficacia STEM, sentido de pertenencia o percepción de estereotipos de género.

D. Procedimiento de sistematización y análisis

El proceso de sistematización se desarrolló en cuatro etapas. En la primera, se identificaron las experiencias educativas pertinentes para el estudio y se organizaron según nivel educativo, propósito formativo, tipo de actividad, población participante y relación con prácticas cercanas a la ingeniería. Se incluyeron aquellas experiencias que contaban con evidencias documentales verificables y que incorporaban al menos uno de los siguientes componentes: actividades STEAM, robótica, programación, cultura maker, aprendizaje basado en proyectos, resolución de problemas reales, investigación formativa, liderazgo estudiantil. El uso pedagógico de inteligencia artificial se registró como un recurso transversal de apoyo cuando existían evidencias de su incorporación en las experiencias analizadas.

En la segunda etapa, se revisaron y seleccionaron las evidencias documentales disponibles. Se priorizaron registros que permitieran verificar características de las actividades, participación femenina, productos desarrollados, conformación de equipos y roles diferenciados de responsabilidad estudiantil, incluyendo la monitoría en educación media y el liderazgo de proyectos en educación superior. Se excluyeron evidencias incompletas o sin relación directa con los componentes formativos definidos para la sistematización.

En la tercera etapa, se construyeron categorías de análisis derivadas de la pregunta de investigación, la revisión conceptual y las evidencias disponibles. Las categorías fueron: i) participación femenina; ii) experiencias STEAM y tecnológicas; iii) aprendizaje basado en proyectos y resolución de problemas reales; iv) roles de responsabilidad y liderazgo estudiantil; y v) incorporación de inteligencia artificial como recurso transversal de apoyo educativo. Para cada categoría se identificaron evidencias asociadas e indicadores descriptivos.

En la cuarta etapa, se realizó el análisis descriptivo e interpretativo. Los datos cuantitativos se analizaron mediante frecuencias absolutas y porcentajes, con el fin de determinar la proporción de mujeres participantes en cada nivel educativo y, cuando existían registros verificables, su participación en roles diferenciados de responsabilidad: monitoría en educación media y liderazgo de proyectos en educación superior. El análisis cualitativo consistió en la identificación de patrones y características recurrentes en las experiencias y productos documentados, con el propósito de reconocer componentes

formativos comunes entre los dos niveles educativos. Debido a la naturaleza descriptiva y retrospectiva del estudio, no se realizaron inferencias causales ni se atribuyeron cambios en las vocaciones hacia la ingeniería a las estrategias analizadas.

Para efectos del estudio, los roles de responsabilidad y liderazgo se analizaron mediante indicadores diferenciados según el nivel educativo. En educación media, se consideró la monitoría con funciones de liderazgo entre pares, correspondiente a estudiantes formalmente identificados en los registros docentes que asumían funciones de apoyo, orientación y organización durante las actividades académicas. En educación superior, se entendió por liderazgo de proyectos el rol asumido por una estudiante como coordinadora, responsable principal o referente del equipo en los proyectos documentados, según los registros académicos y productos finales disponibles. Ambos indicadores se analizaron de manera independiente y no se asumieron como categorías equivalentes.

E. Consideraciones éticas

El estudio utilizó información académica y evidencias generadas previamente en el contexto de actividades educativas. Para el análisis se emplearon datos agregados y se excluyó información que permitiera identificar individualmente a las participantes. No se utilizaron nombres, documentos de identidad ni información personal sensible.

En el caso de los registros fotográficos y productos elaborados por estudiantes menores de edad, estos se consideraron únicamente como evidencia documental de las experiencias y no se incorporaron imágenes identificables de las participantes en el manuscrito. Los resultados se presentan de manera agregada y con fines académicos. Cuando las evidencias provenían de actividades institucionales previamente desarrolladas, su uso secundario se restringió a la sistematización académica de las experiencias, preservando el anonimato de estudiantes, docentes e instituciones.

III. RESULTADOS

La sistematización permitió identificar experiencias formativas relacionadas con ciencia, tecnología e ingeniería en los dos niveles educativos analizados. En educación media, las experiencias se desarrollaron alrededor del proyecto STEAM institucional e incluyeron robótica, Olimpiadas STEM, cultura maker, formación complementaria en programación y actividades apoyadas por herramientas de inteligencia artificial. En educación superior, las experiencias se orientaron principalmente al aprendizaje basado en proyectos, la resolución de problemas reales de microempresas y la investigación formativa. Los hallazgos se presentan en cinco apartados: participación femenina, articulación formativa de las experiencias, roles de responsabilidad y liderazgo estudiantil, uso de inteligencia artificial como recurso de apoyo y componentes derivados de la sistematización.

A. Participación femenina en los escenarios formativos

En educación media se identificó una participación de 87 mujeres entre 148 estudiantes (58,8 %) de los grados décimo y undécimo. Al analizar los grados de manera independiente, las mujeres representaron el 57,3 % (43/75) en décimo y el 60,3 % (44/73) en undécimo.

Dentro de las oportunidades de formación tecnológica complementaria se identificó un grupo de 33 estudiantes vinculado a formación en programación de software, de los cuales 21 eran mujeres (63,6 %). Este resultado muestra una presencia femenina mayoritaria tanto en la población escolar analizada como en este escenario específico de formación tecnológica.

En educación superior, los tres espacios académicos considerados reunieron 72 estudiantes, de los cuales 30 eran mujeres (41,7 %). La distribución fue de 11 mujeres entre 30 estudiantes en Gestión de Proyectos Industriales y Servicios Especializados (36,7 %), 5 entre 9 en Gestión de Proyectos Logísticos (55,6 %) y 14 entre 33 en Seminario de Investigación (42,4 %).

TABLA I
PARTICIPACIÓN FEMENINA EN LOS ESCENARIOS EDUCATIVOS ANALIZADOS

Nivel/experiencia	Total estudiantes	Mujeres	Participación femenina
Educación media – grado 10.º	75	43	57,3 %
Educación media – grado 11.º	73	44	60,3 %
Educación media – total	**148**	**87**	**58,8 %**
Formación complementaria en programación*	33	21	63,6 %
Gestión de Proyectos Industriales y Servicios Especializados	30	11	36,7 %
Gestión de Proyectos Logísticos	9	5	55,6 %
Seminario de Investigación	33	14	42,4 %
Educación superior – total	**72**	**30**	**41,7 %**

*La formación complementaria en programación corresponde a un grupo perteneciente al contexto de educación media y, por tanto, no se adiciona nuevamente al total de 148 estudiantes.

Este resultado evidencia una presencia femenina mayoritaria en la población escolar analizada y en el subgrupo de formación tecnológica complementaria. No obstante, dado

que el estudio no indagó motivaciones individuales ni decisiones vocacionales, estos porcentajes se interpretan como indicadores de participación en escenarios de aproximación a STEM, no como evidencia de elección o intención profesional hacia ingeniería.

B. Articulación y complejidad formativa de las experiencias

El análisis documental permitió organizar las experiencias según su aproximación a la ciencia, la tecnología y la ingeniería. En educación media se identificaron actividades STEAM, robótica y cultura maker orientadas a la exploración, experimentación, diseño y construcción de prototipos. La formación complementaria en programación amplió estas oportunidades hacia el desarrollo de competencias relacionadas con tecnología y software. La Fig. 1 sintetiza la articulación conceptual de las experiencias analizadas en ambos niveles educativos.



Fig. 1. Secuencia conceptual de experiencias educativas analizadas.

En educación superior, las experiencias se orientaron a la aplicación de conocimientos en contextos reales. Los espacios de gestión de proyectos abordaron necesidades de microempresas mediante procesos de identificación de problemas, formulación y construcción de soluciones, mientras que el seminario incorporó investigación formativa y elaboración de productos académicos.

A partir de estas características se identificó una secuencia conceptual de complejidad formativa: desde la exploración tecnológica y la construcción de productos en educación media hasta la formulación de proyectos, resolución de problemas reales e investigación formativa en educación superior. Esta secuencia es analítica y no representa una trayectoria longitudinal de las mismas estudiantes.

C. Roles de responsabilidad y liderazgo femenino

Además de la participación cuantitativa, las evidencias disponibles permitieron identificar la presencia de mujeres en roles diferenciados de responsabilidad en ambos niveles educativos. En educación media, ocho de los doce estudiantes que desempeñaban funciones de monitoría eran mujeres (66,7 %). Este rol incluía funciones de apoyo, orientación y organización entre pares durante las actividades académicas. Como se estableció en la metodología, la monitoría se analizó como una forma de responsabilidad y liderazgo entre pares y no como equivalente al liderazgo de proyectos identificado en educación superior.

En educación superior, las evidencias disponibles permitieron identificar el liderazgo femenino en los proyectos desarrollados con microempresas. En GPISE se realizaron siete proyectos, de los cuales cuatro (57,1 %) fueron liderados por mujeres. En Gestión de Proyectos Logísticos se desarrollaron tres proyectos, de los cuales dos (66,7 %) presentaron liderazgo femenino.

En conjunto, seis de los diez proyectos analizados (60,0 %) fueron liderados por mujeres.

TABLA II
LIDERAZGO FEMENINO EN PROYECTOS CON CONTEXTOS REALES

Espacio académico	Proyectos	Liderados por mujeres	Porcentaje
GPISE	7	4	57,1 %
Gestión de Proyectos Logísticos	3	2	66,7 %
Total	**10**	**6**	**60,0 %**

Este hallazgo resulta particularmente relevante para la sistematización porque permite trascender el indicador de presencia femenina y documentar, en el contexto universitario, su participación en roles de liderazgo dentro de experiencias de aprendizaje vinculadas con problemáticas reales.

El liderazgo femenino identificado se relacionó con funciones de coordinación, orientación del trabajo del equipo y responsabilidad principal en el desarrollo de los proyectos documentados. En estos espacios, las estudiantes participaron en procesos vinculados con la identificación de necesidades, la formulación de alternativas, la planificación de actividades y la presentación de soluciones a problemáticas reales de microempresas. En conjunto con la presencia femenina observada en las monitorías escolares, estos resultados permiten identificar formas diferenciadas de responsabilidad estudiantil en ambos niveles educativos, sin asumir

equivalencia entre los roles ni entre sus condiciones de implementación.

D. Integración de inteligencia artificial

La inteligencia artificial estuvo presente como recurso transversal de apoyo en experiencias de ambos niveles educativos, aunque con diferentes niveles de trazabilidad documental. En educación media se identificaron productos digitales desarrollados con apoyo de estas herramientas, principalmente en actividades de organización de ideas, exploración de información y elaboración de productos académicos asociados a experiencias STEAM. En educación superior se utilizaron asistentes GPT especializados para acompañar procesos de formulación y desarrollo de proyectos, especialmente en la estructuración de problemas, generación de alternativas, organización de información y revisión de avances.

No obstante, las evidencias disponibles no permiten cuantificar la frecuencia de uso, comparar resultados entre participantes ni establecer asociaciones entre la utilización de IA y la participación femenina. Por esta razón, la inteligencia artificial se caracteriza en este estudio como recurso transversal de apoyo educativo y no como estrategia evaluada ni como variable explicativa de los resultados observados.

E. Componentes formativos identificados

La sistematización permitió identificar cuatro componentes formativos asociados con escenarios de aproximación de niñas y jóvenes a la ingeniería: i) exploración tecnológica temprana; ii) construcción de productos; iii) resolución de problemas reales; y iv) asunción de roles de responsabilidad y liderazgo. Estos componentes no se interpretan como factores causales de elección profesional, sino como condiciones educativas que amplían las oportunidades de participación femenina en prácticas cercanas al campo ingenieril.

TABLA III
COMPONENTES FORMATIVOS ASOCIADOS A LA APROXIMACIÓN DE NIÑAS Y JÓVENES A LA INGENIERÍA

Componente formativo	Evidencia en educación media	Evidencia en educación superior	Relación con la aproximación a la ingeniería
Exploración tecnológica temprana	Robótica, Olimpiadas STEM, cultura *maker*, programación	Uso de herramientas tecnológicas en proyectos e investigación formativa	Favorece el contacto con prácticas y lenguajes propios de áreas STEM
Construcción de productos	Prototipos, productos de robótica, productos digitales	Productos finales de proyectos y productos académicos	Permite pasar de la participación pasiva a la creación de soluciones
Resolución de problemas reales	Actividades STEAM contextualizadas	Proyectos con necesidades de microempresas	Vincula el aprendizaje con situaciones próximas al ejercicio ingenieril
Roles de responsabilidad y liderazgo	Monitoría con funciones de liderazgo entre pares: 8 de 12 monitores eran mujeres	Seis de diez proyectos universitarios liderados por mujeres	Visibiliza oportunidades de orientación, coordinación, decisión y responsabilidad en contextos formativos diferenciados

Los resultados permiten caracterizar escenarios educativos en los que las mujeres no solamente están presentes, sino que encuentran oportunidades para explorar tecnologías, construir productos, resolver problemas y asumir roles diferenciados de responsabilidad y liderazgo. En educación media, estas responsabilidades se expresaron mediante la monitoría y el liderazgo entre pares, mientras que en educación superior se documentaron mediante el liderazgo de proyectos desarrollados con microempresas. Estos indicadores corresponden a experiencias y unidades de análisis diferentes y por tanto, no se interpretan de manera comparativa. Los datos disponibles no permiten establecer que estas experiencias hayan causado un incremento en la elección de carreras de ingeniería, aspecto que requeriría seguimiento longitudinal e instrumentos específicos.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados sugieren que el fomento de vocaciones por la ingeniería puede comprenderse como un proceso de aproximación progresiva a prácticas científicas, tecnológicas e ingenieriles, y no únicamente como la elección final de una carrera universitaria. Desde esta perspectiva, la participación femenina observada en los escenarios analizados adquiere relevancia porque permite identificar condiciones educativas que amplían las oportunidades de exploración, creación, resolución de problemas y asunción de responsabilidades y roles de liderazgo de niñas y jóvenes en contextos próximos a la ingeniería.

En educación media, las mujeres representaron el 58,8 % de la población de los grados décimos y undécimos, mientras que en la formación complementaria en programación alcanzaron el 63,6 %. Estos resultados adquieren interés frente al contexto regional, donde la presencia femenina disminuye de manera considerable en los campos específicos de ingeniería y tecnología [3]. No obstante, una participación mayoritaria en las experiencias escolares analizadas no puede

interpretarse como evidencia de una futura elección profesional en ingeniería. Su relevancia radica en mostrar un contexto educativo en el que las estudiantes acceden a experiencias relacionadas con STEAM, robótica, programación y cultura maker, las cuales amplían sus oportunidades de interacción temprana con lenguajes, herramientas y formas de trabajo propias de ámbitos tecnológicos [2], [5], [6].

La participación de 21 mujeres entre los 33 estudiantes vinculados con la formación complementaria en programación constituye un resultado especialmente relevante dentro de la sistematización. A diferencia de las actividades STEAM de carácter más amplio, esta formación representa una aproximación específica al campo del desarrollo de software. En América Latina y el Caribe se han documentado iniciativas orientadas a adolescentes que destacan la importancia de generar oportunidades tempranas para desarrollar habilidades STEM y ampliar la participación de las jóvenes en estos campos [8]. En el caso analizado, el resultado permite constatar una presencia femenina mayoritaria en una experiencia tecnológica especializada, aunque será necesario un seguimiento posterior para determinar si esta participación tiene continuidad en decisiones de formación técnica, tecnológica o profesional.

La participación femenina también se observó en roles diferenciados de responsabilidad dentro del contexto escolar. Ocho de los doce estudiantes que desempeñaban funciones de monitoría eran mujeres (66,7 %). Estas funciones comprendían apoyo, orientación y organización entre pares durante las actividades académicas. Este resultado aporta una dimensión adicional a la presencia cuantitativa de las estudiantes, al mostrar su participación en espacios de responsabilidad dentro de las dinámicas formativas. No obstante, la monitoría se interpreta como una modalidad de liderazgo entre pares propia del contexto escolar y no como equivalente al liderazgo de proyectos analizado en educación superior.

En educación superior se presenta un escenario distinto. Las mujeres constituyeron el 41,7 % de la población de los tres espacios académicos analizados; sin embargo, su participación adquiere otra dimensión al considerar los roles asumidos en los proyectos desarrollados con microempresas. Seis de los diez proyectos fueron liderados por mujeres: cuatro de siete en GPISE y dos de tres en Gestión de Proyectos Logísticos. Este hallazgo permite desplazar el análisis desde la presencia cuantitativa hacia las oportunidades efectivas de participación, conducción de equipos y toma de decisiones. La literatura ha señalado que el desarrollo del liderazgo de las mujeres en campos STEM requiere atender no solamente su acceso, sino también las condiciones y experiencias asociadas al desarrollo de capacidades y autoeficacia para ejercer dichos roles [9].

El liderazgo identificado adquiere mayor relevancia por el tipo de experiencias en las que se produjo. Los equipos trabajaron sobre necesidades de microempresas, lo que implicó identificar problemas, formular alternativas, planificar actividades y desarrollar soluciones dentro de contextos organizacionales reales. Este tipo de experiencias es consistente con el aprendizaje basado en proyectos en educación en ingeniería, donde la vinculación con situaciones auténticas permite integrar conocimientos disciplinares y competencias profesionales [7]. Estudios sobre cursos universitarios de diseño de ingeniería basados en proyectos han reportado avances en autoeficacia relacionada con el diseño y en competencias como comunicación, trabajo en equipo y liderazgo, con resultados que muestran particularidades según género [10]. En este estudio, estas dimensiones no fueron medidas mediante instrumentos específicos; por tanto, el resultado permite documentar el ejercicio del liderazgo femenino, pero no atribuirle cambios en autoeficacia u otras variables personales.

La vinculación de proyectos universitarios con necesidades de microempresas permite, además, articular la formación en ingeniería con capacidades de innovación, resolución de problemas y transferencia contextualizada. Esta conexión resulta coherente con los desafíos de emprendimiento e innovación regional, en la medida en que sitúa el aprendizaje en problemas reales del entorno y favorece la participación estudiantil en procesos de diagnóstico, diseño y propuesta de soluciones. Su implementación en otros contextos educativos requeriría considerar, entre otros aspectos, la disponibilidad de organizaciones vinculadas, el acompañamiento docente, el tiempo destinado al desarrollo de los proyectos, los recursos disponibles y los mecanismos de seguimiento y evaluación.

Al considerar conjuntamente los dos niveles educativos, se identifica una secuencia conceptual en la naturaleza y complejidad de las experiencias formativas. En educación media predominan la exploración, la experimentación, la robótica, la construcción de productos y la programación; en educación superior, las actividades avanzan hacia la formulación de proyectos, la solución de problemas reales y la investigación formativa. Esta secuencia no corresponde a una trayectoria longitudinal de las mismas estudiantes, sino a la identificación de escenarios educativos que, en distintos momentos de formación, ofrecen oportunidades de aproximación a prácticas relacionadas con la ingeniería. Desde esta perspectiva, el interés no está únicamente en promover el ingreso a una carrera determinada, sino en ampliar las posibilidades para que niñas y jóvenes exploren tecnología, construyan soluciones, programen, investiguen y asuman responsabilidades y roles de liderazgo acordes con las características de cada contexto formativo.

La inteligencia artificial se identificó como un recurso transversal de apoyo en parte de las experiencias sistematizadas. En educación media se identificaron productos académicos desarrollados con apoyo de estas herramientas y, en educación superior, se emplearon asistentes GPT especializados para acompañar procesos de formulación y desarrollo de proyectos. La literatura reciente reconoce posibilidades de la IA generativa para apoyar procesos como la generación de ideas, la retroalimentación, la resolución de problemas y el aprendizaje autónomo, al tiempo que advierte desafíos pedagógicos y éticos asociados con su incorporación [11]. En educación en ingeniería también se han señalado oportunidades y desafíos derivados del uso de ChatGPT y otras herramientas generativas [12]. En este estudio, sin embargo, no se dispone de evidencia que permita asociar su utilización con una mayor participación femenina o con la elección de trayectorias STEM. Por ello, la IA se interpreta como una mediación tecnológica de apoyo, no como un factor explicativo de los resultados encontrados.

Los hallazgos permiten plantear que la participación femenina en escenarios vinculados con la ingeniería puede abordarse desde una perspectiva que vaya más allá del acceso o la matrícula. En las experiencias sistematizadas, la exploración tecnológica temprana, la construcción de productos, la resolución de problemas reales y la asunción de roles de responsabilidad y liderazgo se identifican como componentes formativos presentes en escenarios que amplían las oportunidades de aproximación de niñas y jóvenes a la ingeniería. En educación media, la presencia de mujeres en funciones de monitoría muestra su participación en responsabilidades de apoyo, orientación y organización entre pares; en educación superior, el liderazgo femenino en proyectos con microempresas evidencia su participación en roles de coordinación, decisión y responsabilidad frente a problemas auténticos. Estos roles corresponden a contextos, funciones y unidades de análisis diferentes y, por tanto, no deben interpretarse como indicadores directamente comparables. Más que atribuir a una estrategia particular el acercamiento de las mujeres a la ingeniería, los resultados muestran la pertinencia de configurar escenarios diversos, progresivos y contextualizados en los que puedan participar activamente en prácticas propias o próximas al ejercicio ingenieril.

V. CONCLUSIONES

La sistematización de las experiencias desarrolladas en educación media y superior permitió reconocer escenarios concretos de participación femenina vinculados con la ciencia, la tecnología y la ingeniería. En educación media, las actividades STEAM, la robótica, la cultura maker y la programación propiciaron espacios de exploración, diseño y construcción tecnológica con una participación femenina del 58,8 %. Esta presencia fue particularmente relevante en la formación complementaria en programación, donde 21 de los 33 participantes fueron mujeres, equivalentes al 63,6 %. Ocho de los doce estudiantes que desempeñaban funciones de monitoría eran mujeres, lo que permitió identificar su participación en roles de responsabilidad, apoyo, orientación y liderazgo entre pares dentro del contexto escolar.

En educación superior, el análisis permitió trascender el indicador de participación y observar el papel asumido por las mujeres en proyectos vinculados con necesidades reales de microempresas. De los diez proyectos desarrollados en los espacios académicos de gestión de proyectos, seis fueron liderados por mujeres. Más allá del porcentaje, este resultado documenta su participación en actividades propias de la formación en ingeniería, como la identificación de problemas, la formulación de alternativas, la planificación, la toma de decisiones y la construcción de soluciones en contextos organizacionales reales.

El análisis conjunto de los escenarios sistematizados permite reconocer una articulación formativa entre experiencias de distinta naturaleza y complejidad. Mientras en educación media predominan la exploración tecnológica, el diseño, la construcción, la robótica y la programación, en educación superior las experiencias se orientan hacia la formulación de proyectos, la solución de problemas reales y la investigación formativa. La inteligencia artificial se identificó como un recurso transversal de apoyo en algunas de estas experiencias, sin que los datos disponibles permitan atribuirle efectos sobre la participación femenina o la aproximación a la ingeniería.

El principal aporte de la sistematización radica en identificar componentes formativos presentes en escenarios de aproximación de niñas y jóvenes a la ingeniería: exploración tecnológica temprana, construcción de productos, resolución de problemas reales y asunción de roles de responsabilidad y liderazgo. Estos componentes muestran la pertinencia de configurar escenarios educativos diversos, contextualizados e inclusivos que amplíen las oportunidades de participación femenina en prácticas relacionadas con la ingeniería, sin limitar esta aproximación al momento de elección de una carrera universitaria.

Generar oportunidades para explorar tecnología, construir soluciones, programar, investigar y asumir responsabilidades y roles de liderazgo acordes con cada contexto formativo amplía los espacios en los que niñas y jóvenes pueden aproximarse a prácticas propias o próximas a la ingeniería y participar activamente en ellas. No obstante, por el carácter descriptivo y retrospectivo del estudio, estos hallazgos deben interpretarse como componentes y condiciones presentes en los escenarios analizados, no como evidencia de efectos causales sobre la elección profesional o la consolidación de vocaciones STEM.

VI. LIMITACIONES Y TRABAJO FUTURO

El estudio presenta limitaciones derivadas de su carácter descriptivo y retrospectivo. La sistematización se realizó a partir de registros académicos y evidencias producidas durante el desarrollo habitual de las experiencias educativas, por lo que no se contó con instrumentos diseñados previamente para evaluar variables como interés por la ingeniería, autoeficacia STEM, sentido de pertenencia, percepción de estereotipos de género o intención de elección profesional. Asimismo, aunque fue posible establecer la participación femenina en los diferentes escenarios, identificar la presencia de mujeres en funciones de monitoría en educación media y documentar su liderazgo en proyectos universitarios, los registros disponibles no permiten caracterizar sistemáticamente todos los roles asumidos por las estudiantes en las distintas experiencias analizadas.

Otra limitación corresponde a la naturaleza de los grupos analizados. Las estudiantes de educación media y superior pertenecen a poblaciones diferentes, por lo que los resultados no representan una trayectoria longitudinal ni permiten establecer una relación directa entre la participación en experiencias STEAM durante la educación media y la posterior elección de estudios relacionados con ingeniería. Además, el estudio no incluyó grupos de comparación ni un diseño evaluativo de impacto, por lo que los hallazgos deben interpretarse como una caracterización de experiencias formativas específicas y no como evidencia de efectividad frente a otros modelos educativos.

Debe considerarse que las experiencias sistematizadas corresponden a dos contextos educativos de Bogotá, Colombia, con condiciones institucionales particulares. Por ello, los resultados pueden ofrecer elementos orientadores para el diseño de experiencias similares, pero no son generalizables de manera automática a otros escenarios escolares o universitarios de América Latina y el Caribe. De igual manera, aunque la inteligencia artificial estuvo presente como recurso transversal de apoyo en ambos contextos, no se contó con registros homogéneos sobre frecuencia, formas de utilización o resultados asociados a su uso, lo que impide valorar su contribución específica.

A partir de estas limitaciones, se plantea como trabajo futuro el desarrollo de un estudio longitudinal que permita acompañar a estudiantes desde la educación media y observar la evolución de su interés por áreas STEM, su autoeficacia, su sentido de pertenencia y sus decisiones de formación posteriores. Este seguimiento podría incorporar instrumentos para evaluar percepción de estereotipos, expectativas académicas y profesionales, intención de elección de carrera y permanencia en trayectorias STEM, así como documentar de manera sistemática los roles de responsabilidad y liderazgo asumidos por las estudiantes en diferentes experiencias formativas.

También resultaría pertinente analizar de manera específica cómo utilizan la inteligencia artificial dentro de estas experiencias y qué relación puede existir entre su uso, la autonomía, la resolución de problemas, la construcción de productos y la participación en actividades relacionadas con la ingeniería. Futuros estudios podrían, además, comparar experiencias en distintos contextos institucionales y territoriales para identificar condiciones pedagógicas susceptibles de adaptación en iniciativas orientadas al fomento de vocaciones por la ingeniería en niñas y jóvenes.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento a las instituciones educativas que hicieron posible el desarrollo de las experiencias sistematizadas y, especialmente, a las estudiantes de educación media y superior por su participación en los diferentes procesos formativos. Asimismo, se reconoce el aporte de los espacios de formación STEAM, robótica, cultura maker, programación, gestión de proyectos e investigación, que permitieron consolidar los escenarios analizados en este estudio.

REFERENCES

[1] UNESCO, “Impulsar la igualdad de género en la educación STEM: inspirar a las niñas a seguir carreras científicas,” Feb. 2026. [Online]. Available: UNESCO – Igualdad de género en educación STEM. [Accessed: Aug. 18, 2026].

[2] F. Beroíza-Valenzuela and N. Salas-Guzmán, “STEM and gender gap: A systematic review in WoS, Scopus, and ERIC databases (2012–2022),” Frontiers in Education, vol. 9, Art. no. 1378640, May 2024, doi: 10.3389/feduc.2024.1378640.

[3] UNESCO International Institute for Higher Education in Latin America and the Caribbean (UNESCO IESALC), “International Day of Women and Girls in Science: UNESCO IESALC warns of persistent gender gap in STEM fields in Latin America,” Feb. 2026. [Online]. Available: UNESCO IESALC – Gender gap in STEM in Latin America. [Accessed: Aug. 18, 2026].

[4] V. V. Ojeda-Caicedo, C. Osorio-Del-Valle, J. L. Villa-Ramirez, and S. H. Contreras-Ortiz, “Towards gender equality in engineering programs: A case study,” in 2022 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE), Santos, Brazil, 2022, pp. 1–5, doi: 10.1109/EDUNINE53672.2022.9782343.

[5] R. C. H. Chan, “A social cognitive perspective on gender disparities in self-efficacy, interest, and aspirations in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): The influence of cultural and gender norms,” International Journal of STEM Education, vol. 9, Art. no. 37, 2022, doi: 10.1186/s40594-022-00352-0.

[6] B. Pedersen, B. Weigelin, J. Larsen, and J. Nielsen, “Using educational robotics to foster girls’ interest in STEM: A systematic review,” in 2021 30th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN), 2021, pp. 865–872, doi: 10.1109/RO-MAN50785.2021.9515538.

[7] S. Lavado-Anguera, P.-J. Velasco-Quintana, and M.-J. Terrón-López, “Project-Based Learning (PBL) as an experiential pedagogical methodology in engineering education: A review of the literature,” Education Sciences, vol. 14, no. 6, Art. no. 617, Jun. 2024, doi: 10.3390/educsci14060617.

[8] X. Villavicencio, C. Myers, and C. Coflan, STEM Skills Initiatives for Adolescent Girls in the Latin America and the Caribbean Region. EdTech Hub and UNICEF, Apr. 2022, doi: 10.53832/edtechhub.0085.

[9] J. P. Dugan, K. Q. Fath, S. D. Howes, K. R. Lavelle, and J. R. Polanin, “Developing the leadership capacity and leader efficacy of college women in science, technology, engineering, and math fields,” Journal of Leadership Studies, vol. 7, no. 3, pp. 6–23, 2013, doi: 10.1002/jls.21292.

[10] J. Sperling, M. Mburi, M. Gray, L. Schmid, and A. Saterbak, “Effects of a first-year undergraduate engineering design course: Survey study of

implications for student self-efficacy and professional skills, with focus on gender/sex and race/ethnicity," International Journal of STEM Education, vol. 11, Art. no. 8, Feb. 2024, doi: 10.1186/s40594-024-00467-6.
[11] X. Wang, Z. Zainuddin, and C. H. Leng, "Generative artificial intelligence in pedagogical practices: A systematic review of empirical studies (2022–2024)," Cogent Education, vol. 12, no. 1, Art. no. 2485499, 2025, doi: 10.1080/2331186X.2025.2485499.
[12] M. T. Munir, B. Li, S. Carter, and S. Hussain, "Engineering education's Odyssey with ChatGPT: Opportunities, challenges, and theoretical foundations," International Journal of Mechanical Engineering Education, pp. 1–22, 2025, doi: 10.1177/03064190251337477.