

YO SERÉ LA PRÓXIMA CIENTÍFICA COLOMBIANA

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INDUSTRIAS
VERDES CON ROSTRO DE MUJERES



SELLO
EDITORIAL
UAO

Gómez Etayo, Elizabeth. Vásquez Chau, Paola Andrea, compiladoras.
Yo seré la próxima científica colombiana. Ciencia, tecnología e industrias verdes con rostro de mujeres / Elizabeth Gómez Etayo [y otros]. — Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2025.
112 p.: il., tab.; 25 cm.

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN 978-958-619-202-6 (PDF)
ISBN 978-958-619-203-3 (impreso)

Investigación. 2. Ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. 3. Género.
I. Universidad Autónoma de Occidente.

Yo seré la próxima científica colombiana Ciencia, tecnología e industrias verdes con rostro de mujeres

© Autores

Elizabeth Gomez Etayo(compiladora)

Paola Andrea Vásquez Chau (compiladora)

Isabel Herrera Montaña

Viviana Marcela Gallego Molina

Jesús David Soto Sáenz

Andrea Potes Riaga

Danghelly Giovanna Zúñiga Reyes - Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia.

Isabella Amador Agudelo - Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia.

Carlos Julio Enciso Barrera - Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia.

Ilustraciones de carteles: Aura María Gómez Espinosa

ISBN PDF: 978-958-619-202-6

ISBN impreso: 978-958-619-203-3

Primera edición: 2025

© **Universidad Autónoma de Occidente**

Km. 2 vía Cali-Jamundí, A.A. 2790

Cali, Valle del Cauca, Colombia.

El contenido de esta publicación no compromete el pensamiento de la Institución, es responsabilidad absoluta de sus autores. Tampoco puede ser reproducido por ningún medio impreso o digital sin permiso expreso de los dueños del *Copyright*.

Personería jurídica, Res. No. 0618, de la Gobernación del Valle del Cauca, del 20 de febrero de 1970. Universidad Autónoma de Occidente, Res. No. 2766, del Ministerio de Educación Nacional, del 13 de noviembre de 2003. Acreditación Institucional de Alta Calidad, Res. 23002 del 30 de noviembre de 2021, con vigencia hasta el 2025. Acreditación Internacional de Alta Calidad, acuerdo No. 85 del 26 de enero de 2022 del Cinda. Vigilada MinEducación.

Gestión Editorial

**Vicerrectoría de Investigaciones,
Innovación y Emprendimiento**

**Vicerrector de Investigaciones,
Innovación y Emprendimiento**

Jesús David Cardona Quiroz

**Jefe Unidad de Visibilización
y Divulgación de la Ciencia,
la Tecnología y la Innovación
Editor**

José Julián Serrano Quimbaya

jjserrano@uao.edu.co

Coordinadora editorial

Angélica María Bohórquez Borda

ambohorquez@uao.edu.co

Diseño editorial

Kevin Nieto Vallejo

kevinnieto.93@gmail.com

YO SERÉ LA PRÓXIMA CIENTÍFICA COLOMBIANA

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INDUSTRIAS
VERDES CON ROSTRO DE MUJERES

uao

Universidad
Autónoma de
Occidente

2025

Contenido

9	La formación STEM
15	Agradecimientos
17	1. Avances y retrocesos en la participación de las mujeres en las áreas STEM, apuntes colombianos
19	1.1. Mujeres en las áreas STEM en Colombia
20	1.2. Mujeres en áreas STEM caso de Latinoamérica
25	1.3. Mujeres en áreas STEM caso colombiano
26	1.4. Brechas y vacíos en la investigación
27	1.5. Buenas prácticas
28	1.6. Balance en Colombia
33	1.7. A modo de conclusiones
34	1.8. Referencias
37	2. La producción más limpia, simple y de bajo costo
40	2.1. Producción Más Limpia (PML)
43	2.2. Producción y Consumo Sostenible (P&CS)
44	2.3. Economía circular
49	2.4. Referencias
51	3. Mi científica favorita
51	Estrategia para divulgar referentes de mujeres científicas
52	3.1. Taller de modalidad urbana

54	3.2. Taller de modalidad rural: “el sancocho conversado”
58	3.3. Referencias
59	4. Mujeres que inspiran
59	Conversando con mujeres de áreas STEM en ámbitos locales e internacionales
64	4.1. Gladis Miriam Aparicio y los usos tecnológicos de la tela de araña
70	4.2. María Alejandra Pinto y los sesgos de género en la biología
76	4.3. María Juliana Bedoya y sus estrategias para conservar la biodiversidad en Reservas de la Sociedad Civil
80	4.4. Andrea del Pilar Cáceres Franco y Jhusely Navarro en la Red de mujeres en conservación
83	4.5. Alba Marina Cobo y un estudio del fondo marino con metodologías no invasivas
86	4.6. Diana Alexandra Bernal y las hidropoéticas del lugar en el habitar contemporáneo
89	5. Mujeres visibles
89	Exposición itinerante de historias de mujeres en áreas STEM e industrias verdes
89	5.1. Estrategia de reconocimiento de mujeres científicas
101	6. Conclusiones
101	6.1. Barreras que enfrentan las mujeres para acceder al mundo STEM
102	6.2. Barreras culturales
103	6.3. Barreras sociales
104	6.4. Barreras académicas
105	6.5. Barreras políticas
105	6.6. Barreras organizacionales
107	6.7. Removiendo barreras
108	6.8. Referencias



Introducción

Este es un libro de divulgación del proyecto: “Removiendo barreras para la incorporación, retención y avance de las mujeres en el campo STEM¹ para la industria verde”, realizado por la Universidad Autónoma de Occidente y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), con el Centro de Biotecnología, CBI, sede Palmira y con recursos del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC, por sus siglas en inglés) de Canadá. Este proyecto fue orientado por una premisa fundamental: que las mujeres deben enfrentar diversas barreras para posicionarse y ser reconocidas en el campo de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, conocido como STEM, por sus siglas en inglés, brecha que se extiende también al campo de las industrias verdes y al nivel de educación técnica y tecnológica.

El proyecto se propuso identificar las barreras que limitan la participación de las mujeres en el campo científico y, una vez identificadas, diseñar estrategias para superarlas. El libro describe varias de estas estrategias. Una de ellas es el taller “*Mi científica favorita*”, el cual se desarrollará en el capítulo 3. En este taller, una de las aprendices del SENA, después de conocer a numerosas mujeres científicas, expresó: “Yo seré la próxima científica colombiana”. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), en su informe “*Descifrando el código*” (2019), no es una casualidad que solo el 28 % de los investigadores en el mundo sean mujeres, ni que apenas 17 mujeres hayan ganado el Premio Nobel de Física, Química o Medicina desde que Marie Curie lo obtuvo en 1903, en

¹ Science, Technology, Engineering and Mathematics.

comparación con 573 hombres. Esta disparidad refleja una gran brecha de género que aún persiste en el ámbito STEM.

Al respecto, en el año 1965 la socióloga norteamericana Alice Rossi, lanzó una pregunta que actualmente resuena en el ámbito científico: ¿Por qué hay tan pocas mujeres en la ciencia? En aquel entonces, las diferencias de clase y raza estaban siendo discutidas en Estados Unidos y las brechas pretendían ser cerradas; de manera tardía se han querido cerrar también las brechas de género. Justo ahí radica el interés de este libro: en identificar los factores que generan barreras para que las mujeres accedan al campo STEM en la industria verde, y en compartir algunas de las estrategias que se han diseñado para remover tales barreras.

Para identificar las barreras, se revisó literatura sobre la relación entre el enfoque STEM y el de género, como también sobre la participación de las mujeres en procesos de producción más limpia; encontrando que esta es una preocupación global y que se debe abordar desde distintas perspectivas y campos disciplinares. Al respecto, se encuentran diversas experiencias sobre cómo cerrar esta brecha desde la formación preescolar, básica primaria y secundaria. Posteriormente hay un gran salto hacia la educación superior, pero en la educación vocacional, también conocida como educación para el trabajo o educación técnica y tecnológica, se encuentra un gran vacío de información y es en ese segmento de la educación donde se enfocó la investigación. Por eso este proyecto fue desarrollado con aprendices del Centro de Biotecnología Industrial, CBI, del SENA, sede Palmira.

A pesar de los esfuerzos por reducir la brecha de género en la ciencia y la tecnología, aún son pocas las Instituciones de Educación Superior y Vocacional que muestran un in-

terés genuino por abordar dicha desigualdad. Esto puede deberse a una visión tradicional y reduccionista sobre la inequidad de género, que considera que solo se presenta en sectores más empobrecidos o en áreas ajenas a la ciencia. Por otro lado, es posible que el campo científico siga estando tan dominado por el género masculino que ni siquiera se percibe la desigualdad de género, a pesar de las investigaciones al respecto y de los esfuerzos de organismos multilaterales para cerrarla. Esta desigualdad está tan naturalizada que los hombres siguen ocupando la mayoría de los puestos en las llamadas ciencias duras, mientras que a las mujeres se les reserva, en gran medida, su participación en carreras relacionadas con el cuidado, perpetuando así un rol histórico.

En Colombia, la distribución de género en las carreras vocacionales muestra que:

de las 10 carreras técnico-profesionales que registran una mayor demanda en el mercado laboral y mejor nivel de salarios, 8 tienen una marcada orientación de género masculino (mantenimiento electrónico, tecnología automotriz, minera, electromecánica o telecomunicaciones); a diferencia de esto, la mayoría de las carreras que poseen una mayor tasa de graduados en los programas que imparte el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), corresponde a aquellas con una alta tasa de participación de matrícula femenina (contabilidad y finanzas, secretariado, auxiliar de servicios farmacéutico, ventas) (Sepúlveda, 2017, p.43).

Más allá de las configuraciones organizacionales y su expansión, esta situación responde a factores profundamente arraigados en la cultura, los cuales se reproducen en diversos ámbitos de la vida social. Las desigualdades presentes

en el mundo académico se perpetúan y refuerzan en la etapa laboral. En el contexto de Colombia, aún no se ha implementado un enfoque diferencial que promueva una inclusión efectiva de las mujeres en los campos científicos. No obstante, el Gobierno de Colombia ha lanzado iniciativas como los concursos “A Ciencia Cierta” y “ExpresArte ConCiencia”, así como los “Talleres Inspiracionales” y “Jóvenes Creando para Colombia”, con el objetivo de fomentar la participación femenina en estas áreas.

Asimismo, durante ese mismo período, el Ministerio de Minas y Energía lanzó los “Lineamientos de Género para el Sector Minero Energético” (2020), mientras que el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación aprobó el fondo “+Mujer +Ciencia +Equidad” (2020). Estas dos iniciativas representan las primeras acciones concretas dirigidas a enfrentar la baja participación de las mujeres en los campos de Ciencia y Tecnología en Colombia. Por ello, es fundamental reconocer y fortalecer estas medidas, asegurando su continuidad y efectividad para promover una mayor inclusión y equidad en estos sectores.

De manera más reciente, se destaca el “Programa Orquídeas. Mujeres en la ciencia: agentes para la paz” del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias), implementado desde el año 2023 y con el cual se quiere financiar proyectos de investigación liderados por mujeres, orientados a combatir todas las formas de violencia. Este tipo de convocatorias se caracterizan por tener una acción afirmativa para destacar a las mujeres en la ciencia. La convocatoria está dirigida a las mujeres colombianas con título de doctorado, quienes deben vincular a una joven investigadora, para desarrollar un proyecto de investigación, de desarrollo tecnológico o de innovación, que se realiza

bajo la figura de una estancia postdoctoral con el respaldo de una universidad acreditada.

En este libro da a conocer cómo ha sido la participación de las mujeres en la formación STEM porque consideramos que su formación en ciencia y tecnología contribuye a cerrar las brechas de género; al promover que las mujeres se desempeñen en distintas áreas y no solo en las labores del cuidado que les han sido asignadas a lo largo de la historia. Según la Unesco (2019) “solo el 35 % de los estudiantes matriculados en las carreras vinculadas a las STEM en la educación superior son mujeres” (p. 18).

Las disciplinas STEM son la base que sustenta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y la educación en estas asignaturas puede proporcionar a quienes las estudian, los conocimientos, habilidades, actitudes y conductas necesarias para crear sociedades inclusivas y sostenibles. Dejar por fuera a las niñas y las mujeres de la educación STEM y en las carreras de estas áreas constituye una pérdida colectiva (Unesco, 2019).

En suma, el enfoque de género permite analizar cómo están participando las mujeres en la formación STEM y en las carreras para la llamada industria verde, como también comprender cuáles son los factores que obstaculizan su participación en estas áreas y cuáles son las prácticas que incentivarían su participación desde temprana edad escolar.

La formación STEM

La sigla STEM fue acuñada durante la década de 1990 por la National Science Foundation de Estados Unidos para referirse a las disciplinas Science, Technology, Engineering, Mathematics (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemá-

ticas). El significado literal de la palabra en inglés es *tallo* y se usó como metáfora para connotar que estas cuatro disciplinas son el eje transversal para promover innovación, desarrollo y competitividad global [Bybee, (2013)].

En los últimos años, el concepto de educación STEM ha tomado fuerza, transformándose en un movimiento educativo orientado al mejoramiento de los procesos de aprendizaje, tanto en conocimiento como en habilidades; expandiendo su alcance desde el nivel primario hasta la educación superior. El significado de STEM varía entre los autores. En algunos casos, las cuatro disciplinas se presentan separadas, pero con igual importancia. Otras definiciones, identifican la educación STEM como una integración de las cuatro disciplinas (enfoque interdisciplinar). Una definición citada con alta frecuencia es la ofrecida por Tsuros (2009), quien plantea que la educación STEM es una aproximación interdisciplinaria al aprendizaje en la que los conceptos académicos rigurosos se acoplan a lecciones del mundo real en la medida en que los estudiantes aplican ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en contextos que conectan la escuela con la comunidad, trabajo y la industria global en el desarrollo de una alfabetización STEM y la habilidad de competir en la nueva economía (Tsupros, 2009).

No obstante, en general los principales objetivos de la educación STEM son: (a) responder a los desafíos económicos de la región, (b) identificar las habilidades de los trabajadores para ajustarse a los requisitos laborales y sociales actuales, y (c) hacer hincapié en la necesidad de solucionar los problemas tecnológicos y medioambientales a través de la alfabetización científica de los estudiantes.

STEM es un enfoque didáctico interdisciplinario que pone en sinergia la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, y que en los últimos años ha considerado las artes y las humanidades, extendiendo su sigla a STEAM (La A se corresponde con *Arts*). Un término clave en la definición es la alfabetización; para esto, se van a referenciar varios aspectos que permitan entender este término. El primero es planteado por Zollman (2012) donde manifiesta que para ser alfabetizado en algo no solo es necesario tener la capacidad de leer y escribir sino tener otras habilidades como el reconocimiento, la fluidez, la comprensión y la composición, y retoma los planteamientos del Concejo Nacional de Profesores de Inglés de Estados Unidos sobre las habilidades que se deben tener en lectura y escritura en el siglo XXI:

1. Desarrollar la competencia con las herramientas de la tecnología.
2. Construir relaciones con otros para plantear y resolver problemas de forma colaborativa y transcultural.
3. Diseñar y compartir información con comunidades globales para cumplir una variedad de propósitos.
4. Administrar, analizar y sintetizar múltiples flujos de información de manera simultánea.
5. Crear, criticar, analizar y evaluar textos multimedia.
6. Atender las responsabilidades éticas requeridas por estos entornos complejos
7. (NCTE como se citó en Zollman, 2012).

Además de los aspectos mencionados, es fundamental considerar que la educación STEM debe alinearse con los

cuatro pilares de la educación propuestos por UNESCO (Delors, 1996), que son: I) aprender a saber, II) aprender a hacer, III) aprender a ser y IV) aprender a convivir. A esto se suman las habilidades que los estudiantes del siglo XXI deben desarrollar, las cuales van más allá de la escritura y la lectura, y que deben integrarse tanto en las disciplinas STEM como en una visión interdisciplinaria de estas. Es crucial, por lo tanto, comprender las habilidades que se han identificado para cada disciplina según distintas organizaciones, para así entender cómo en el enfoque STEAM estas habilidades deben ser consideradas y trabajadas de manera sinérgica. En este contexto, el presente libro explora la participación de las mujeres en las carreras STEM relacionadas con las industrias verdes, identificando los factores que dificultan y facilitan su inclusión en el campo de la ciencia y la tecnología. Para ello, se ha integrado el enfoque de género, la formación STEM y las industrias verdes.

Figura 1.
Síntesis Educación STEM. Cartilla: Mujer, ciencia y tecnología para la industria verde

EDUCACIÓN STEM

STEM responde al acrónimo en inglés de **Science-Technology-Engineering-Mathematics** (**Ciencias-Tecnología-Ingeniería-Matemáticas, CTIM en español**), las asignaturas para una economía próspera y para una sociedad segura y saludable.

Desde preescolar hasta el grado 12, que ahora llamaremos K-12, la gran mayoría de instituciones se enfocan en enseñar **ciencias "S"** y **matemáticas "M"** prestando muy poca atención a la **tecnología "T"** que refleja los productos y sistemas que necesitan la mayoría de

seres humanos y menos a la **ingeniería "E"** que refleja el proceso de diseño e innovación de cada sistema. Adicionalmente estas asignaturas están siendo dictadas de manera separada o en silos.

Una breve definición o forma de ver la educación STEM puede ser la siguiente:

"La educación STEM es un enfoque interdisciplinario al aprendizaje que remueve las barreras tradicionales de las cuatro disciplinas (**Ciencias-Tecnología-Ingeniería-Matemáticas**) [e integra en sus actividades todas las áreas del currículo], y las conecta con el mundo real con experiencias rigurosas y relevantes para los estudiantes."

(Vásquez, Sneider, Comer, 2013)



Fuente: elaboración propia y modificada a partir del diseño de Aura María Gómez Espinosa proyecto Removiendo barreras para la incorporación, retención y avance de mujeres en la industria verde. Financiado por: IDRC.

En los capítulos que siguen, se presenta una robusta descripción de lo que fue el proceso investigativo, con énfasis en las estrategias usadas durante el programa de investigación para remover las barreras que enfrentan las mujeres en el campo STEM y de industrias verdes. En el **Capítulo 1** se presenta una descripción sobre cómo los estudios de género se han ido ampliando en Colombia y se han articulado con los campos de ciencia y tecnología, y cómo se avanza hacia la participación de las mujeres en todos los campos de ciencia, incluyendo las artes y las humanidades, tal como se refiere con la sigla en inglés STEAM. Este capítulo fue un aporte de los profesores Danghelly Giovanna Zúñiga-Reyes, Isabella Amador Agudelo y Carlos Julio Enciso Barrera de la Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia. Quienes también están trabajando temas similares a los desarrollados en el proyecto Removiendo barreras, y con quienes tuvimos la oportunidad de comentar los resultados de nuestro proyecto.

En el **Capítulo 2** se describe qué es la producción más limpia, PML, simple y de bajo costo, tal como el concepto fue desarrollado en el proyecto “Removiendo barreras para la incorporación, retención y avance de las mujeres en el campo STEM para la industria verde” y se presenta una de las estrategias, en la cual ingenieras posicionadas en el área ambiental, le enseñan a aprendices del SENA en etapa de formación, a través de una experiencia concreta, es decir, en un emprendimiento rural liderado por una mujer. Este capítulo fue escrito por la profesora Paola Andrea Vásquez Chaux de la Universidad Autónoma de Occidente, con la Ingeniera ambiental Andrea Potes Riaga del Centro de Biotecnología del Sena, sede Palmira, la ingeniera ambiental Viviana Marcela Gallego Molina y el ingeniero ambiental Jesús David Soto Sáenz.

En el **Capítulo 3** denominado *Mi científica favorita*, se describe la estrategia desarrollada para acercar mujeres posicionadas en la ciencia, la tecnología y las industrias verdes al universo de las mujeres en formación, a través de los talleres realizados con estudiantes en el área urbana y rural. En el área urbana una de las aprendices, animada por lo que acaba de conocer, expresó la frase que se toma para titular este libro. En el contexto rural al taller se le llamó “El sancocho”, haciendo alusión a la costumbre colombiana de reunirse en torno a la preparación de este plato típico y aprovechar el pretexto de la cocina para conversar. Este capítulo fue escrito por la socióloga Isabel Herrera Montaña de la Institución Educativa Semilla de la Esperanza, Palmira, y la ingeniera ambiental Andrea Potes Riaga del Centro de Biotecnología del Sena, Palmira.

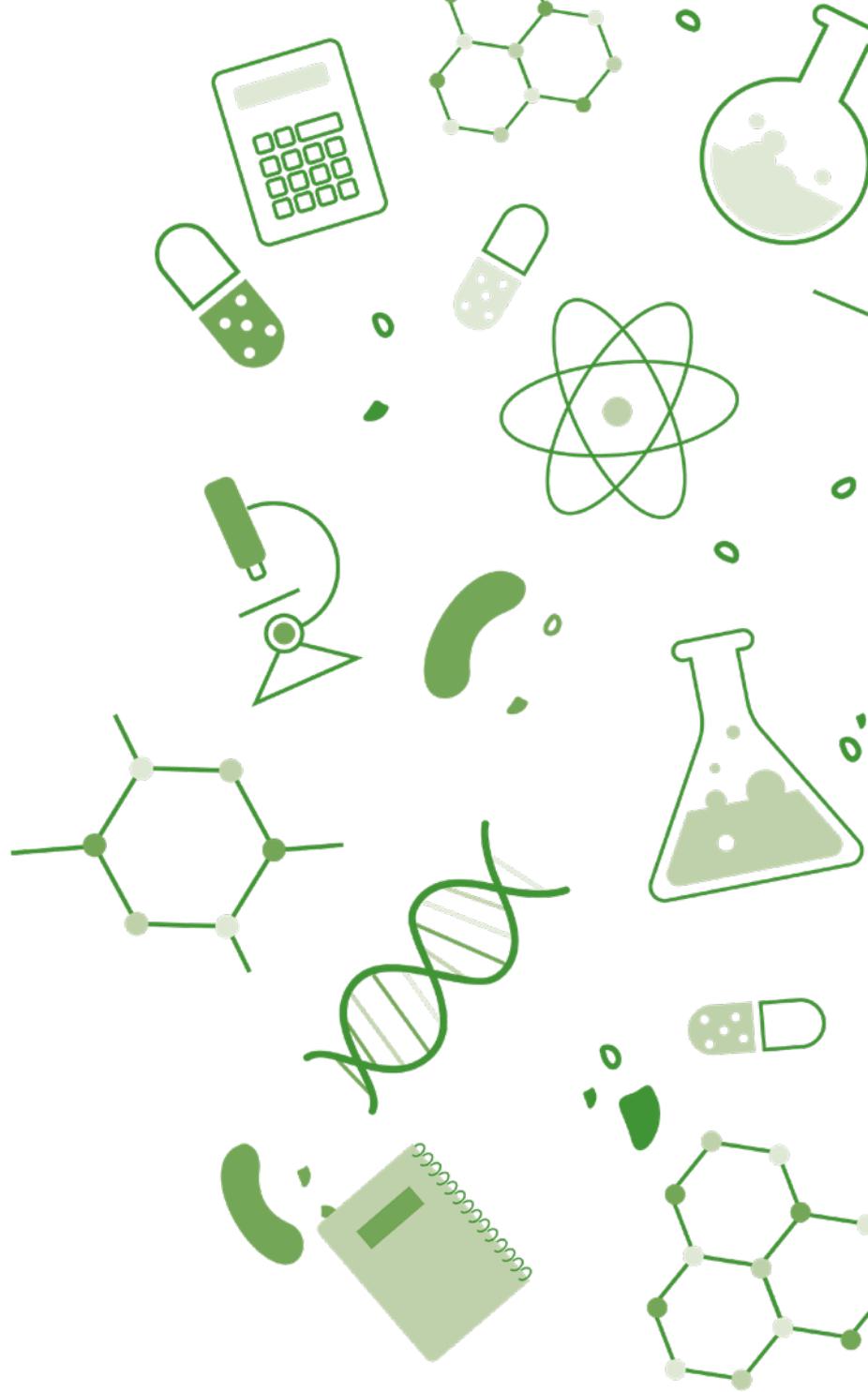
En el **Capítulo 4** llamado *Mujeres que inspiran*, se comparten los principales temas de conversación que sostuvimos con científicas locales en ámbitos internacionales sobre los proyectos que ellas estaban desarrollando y que invita a un ciclo de conversatorios en el marco de la Cátedra de Sostenibilidad, desarrollada por el Instituto de Estudios para la Sostenibilidad de la Universidad Autónoma de Occidente. Este capítulo fue escrito por la socióloga Isabel Herrera Montaña de la Institución Educativa Semilla de la Esperanza, Palmira, y las profesoras Elizabeth Gómez Etayo y Paola Andrea Vásquez Chaux de la Universidad Autónoma de Occidente.

En el **Capítulo 5** titulado *Mujeres visibles*, se presenta la estrategia de una exposición itinerante destinada a hacer visibles a las mujeres científicas. En esta se destacan los aspectos biográficos que han sido claves para que estas mujeres se conviertan en referentes en el ámbito científico. Además, se incluyen las opiniones de los visitantes

que han tenido la oportunidad de recorrer la exposición en las diversas instituciones educativas y empresas donde se ha instalado, proporcionando una visión de cómo este espacio ha impactado a las personas que han interactuado con él. Este capítulo fue escrito por la socióloga Isabel Herrera Montaña de la Institución Educativa Semilla de la Esperanza, Palmira, las profesoras Elizabeth Gómez Etayo y Paola Andrea Vásquez Chaux de la Universidad Autónoma de Occidente y la ingeniera ambiental Andrea Potes Riaga del Centro de Biotecnología del Sena, Palmira.

Finalmente, en el **Capítulo 6** se presentan las conclusiones de la investigación, donde se caracterizan las barreras que enfrentan las mujeres en su intento de posicionarse en los campos STEM e industrias verdes. Las barreras, al ser simbólicas y por tanto invisibles, no pueden ser identificadas de manera plena y clara desde un principio, forzando a que las mujeres recorran con dificultad un camino que debería estar despejado para ellas, tal como ha sido para los hombres. Este capítulo fue escrito por las profesoras de la Universidad Autónoma de Occidente: Elizabeth Gómez Etayo y Paola Andrea Vásquez Chaux, quienes también compilaron la obra.

Se propone aquí una lectura amigable, acompañada de herramientas de apoyo que se realizaron para el desarrollo del proyecto, como la cartilla y la exposición itinerante diseñada por Aura María Gómez Espinosa, diseñadora gráfica, y los dibujos etnográficos realizados por Isabel Herrera Montaña, socióloga con magíster en antropología e integrante del equipo de investigación, quien usó el dibujo etnográfico en todo el proceso pedagógico con las mujeres, como una forma de interactuar con ellas a través de imágenes. Esta herramienta fue debidamente validada por metodologías sociales y, de manera especial, antropológicas para establecer un diálogo más fluido con las participantes.



Agradecimientos

Queremos agradecer de manera especial a todas y cada una de las mujeres que han participado en este proceso de aprender – haciendo. A las mujeres posicionadas en el mundo de la ciencia, la tecnología, el STEM y las industrias verdes que se dispusieron para compartir su bagaje académico con mujeres en formación; son ellas las ingenieras Claudia Alexandra Mejía, Patricia Osorio, Mónica Robins, Sandra Ximena Vásquez, Marlyn Olave y el ingeniero Fanor Bermúdez.

Al Centro de Biotecnología Industrial del SENA, sede Palmira y de manera especial a las aprendices e instructoras, que accedieron a participar en los talleres Mi científica favorita y a desplazarse a las zonas rurales de Palmira, Ginebra y Pradera para pasar por la experiencia de aprender directamente en el campo de acción. Son ellas Nayibe Gutiérrez, Mayra Alejandra Prado, Aura Elvira Narváez, Linda Herrera, Libia Lizeth Fontalvo, Yuria Martínez, Adriana Bobadilla, Jairo Mora, Jorge Olivares.

A las mujeres que lideran emprendimientos rurales y que aceptaron el reto de mejorar su producción a través de Prácticas de Producción más Limpia, PML. Son ellas, la

Corporación Ambiental y Ecológica Comunitaria de Barranco Bajo, Corpobarranco de Ginebra, Angelita Riascos, Ingrid Vanesa Giraldo, Francisco Chamorro, Mónica Robins, Casa Protectora de la Mujer de Palmira, Cristina Pantoja y Daniela Vélez.

A las profesionales y aprendices que participaron de los conversatorios en la Cátedra de Sostenibilidad y aceptaron hacer parte de la exposición itinerante “Mujeres visibles” para compartir sus historias de vida con otras mujeres que las iban a leer donde quiera que llegara la exposición. Gladis Miriam Aparicio, María Juliana Bedoya, Diana Alexandra Bernal, Sara Cobo, Alba Cobo, Marlyn Olave, Aura Elvira Narváez, Luz Dary Valencia, Nataly Ruiz, Natalia Polanco, Constanza Montalvo. Aprendices: Beldani Niño, Liceth Aguirre, Eliana Plaza, Estefanía Escobar, Daniela Botina, Gisel Corredor y Eva Chocué Chocué.

Al IDRC por la confianza depositada en este proyecto y los recursos financieros que han permitido navegar en esta investigación a lo largo de tres años. A la Universidad Autónoma de Occidente por todos los recursos facilitados para llevar a buen puerto este proyecto.



Capítulo 1



1. Avances y retrocesos en la participación de las mujeres en las áreas STEM, apuntes colombianos

El 16 de mayo de 2023, Sam Altman, CEO² de OpenAI, les pedía a los legisladores una mayor regulación sobre la Inteligencia Artificial (IA) en su comparecencia en la audiencia en el Senado de Estados Unidos. Con una mayor regulación estatal, Altman cree que sería posible limitar los riesgos potenciales de su implementación en la vida cotidiana pues, las herramientas que se desarrollan con IA tienen la capacidad de transformar las interacciones humanas en todas las dimensiones sociales. Sin embargo, la discusión no se debe centrar solo en la reglamentación o prohibición de su uso, sino en su comprensión sobre cómo opera para proponer soluciones a problemas sociales. Esto solo es posible con una ampliación de la reflexión, mayor inversión y promoción, así como en la disminución de las brechas de género en las áreas de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas, áreas STEM.

² CEO siglas en inglés de Chief Executive Order, en español se puede traducir como “Oficial Ejecutivo en Jefe”.

El acrónimo **STEM**, extraído de las palabras *Science, Technology, Engineering* y *Mathematics*, fue acuñado en la década de los años noventa del siglo pasado por la *National Science Foundation* de Estados Unidos (Debeljuh et al., 2022). Desde entonces, estas áreas han venido tomando mayor fuerza año tras año. Como lo afirman los autores en la publicación *An unbalanced equation: increasing participation of women in STEM in LAC*, realizada en el marco del Foro abierto de Ciencias Latinoamérica y Caribe 2022, en la actualidad gracias al cambiante mundo tecnológico la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas son vistas como las áreas que generan los empleos del futuro impulsando la innovación, el bienestar social, el crecimiento inclusivo y el desarrollo sostenible (Bello y Estébanez, 2022).

Tomando en cuenta la relevancia de esta área, es importante identificar en qué términos se da la participación de las mujeres. Si la respuesta a la pregunta ¿Son los hombres los que suelen trabajar mayoritariamente en las áreas STEM? es “sí”, ya se encuentra un indicador del sesgo en la formación en esas áreas del conocimiento, lo que indirectamente afecta las expectativas y posibilidades que se consideran pueden tener los hombres frente a las mujeres que se desempeñan en estas áreas. Así, se reproduce el imaginario social en el que las carreras STEM son oportunidades lejanas para las mujeres y, frecuentemente, no son contempladas como opción de estudio o de desempeño profesional.

El artículo *Barreras y desafío de las emprendedoras STEM*, (Debeljuh et al., 2022), analiza las principales barreras y desafíos que enfrentan las mujeres de Colombia, Perú, Argentina y Ecuador a la hora de emprender en áreas STEM e identifica sus necesidades, motivaciones y expectativas. Este artículo, cita el informe sobre educación de las niñas y las mujeres en las STEM de la Unesco (2019) donde se

destaca que el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 4 de la Agenda 2030 (adoptada por las Naciones Unidas) es garantizar que la educación sea inclusiva, equitativa y de calidad, así como las oportunidades de aprendizaje a lo largo de la vida de las personas

A partir de este análisis, las investigadoras afirman que “garantizar el acceso igualitario de niñas y mujeres a la educación y las carreras STEM es un imperativo para los derechos humanos y las perspectivas científicas y de desarrollo” (Debeljuh et al. 2022, p. 68). La urgencia de garantizar esta igualdad la soportan estudios recientes realizados por ONU Mujeres señalan que:

(...) las niñas son tres veces más propensas que los niños a verse a sí mismas trabajando en profesiones del ámbito de la salud, mientras que los niños son dos veces más propensos que las niñas a verse a sí mismos trabajando en ingeniería (Cardona, 2022, p. 15).

El estudio realizado por ONU Mujeres en el año 2020, citado en la investigación *Barreras de acceso a la educación superior: Una lectura feminista a propósito de las cifras en la Universidad Católica Luis Amigó* (Cardona, 2022), destaca la persistencia de estereotipos que asocian a los hombres con un talento natural para las áreas STEM. Según las cifras del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología de 2020, se concluye que, a pesar de que las mujeres han ido ganando terreno como investigadoras, la brecha de género sigue siendo significativa. En algunas áreas, el número de hombres sigue siendo el doble que el de mujeres, lo que evidencia la persistencia de esta desigualdad en el ámbito científico y tecnológico (Cardona, 2022).

La brecha de género existente en el campo laboral de las áreas STEM la evidencian las siguientes cifras “solo una

mujer consigue un empleo en los campos STEM por cada cuatro hombres, lo que contribuye a una mayor desigualdad económica en la sociedad” (Bello y Estébanez, 2022, p. 9). Así pues, a pesar de los esfuerzos por alcanzar la igualdad de oportunidades sin distinción de género en las áreas STEM, siguen existiendo vacíos en los distintos niveles de la educación y la progresión profesional, desde la escuela primaria hasta los puestos de trabajo y liderazgo (Bello y Estébanez, 2022).

A partir del análisis y la revisión de 22 artículos que abordan la representación de las mujeres en las áreas STEM desde diversas perspectivas y casos particulares, se presenta el siguiente Estado del Arte, estructurado en 5 apartados. El primer apartado explora cómo se ha estudiado la representación de las mujeres en las disciplinas STEM. A continuación, se analiza el caso particular de Latinoamérica y, más específicamente, el de Colombia. Posteriormente, se identifican las brechas y vacíos señalados por los 22 artículos en la investigación sobre este tema desde un enfoque de género. También se destacan las buenas prácticas que los artículos proponen para la creación de un espacio inclusivo e integral para las mujeres en estos campos. Finalmente, se ofrecen las conclusiones derivadas de este Estado del Arte.

1.1. Mujeres en las áreas STEM en Colombia

En el siglo XXI la ausencia de las mujeres en las ciencias naturales, la medicina avanzada, las ingenierías y las matemáticas ha sido, progresivamente, un tema y caso de estudio cada vez más importante (Cardona, 2022). De hecho, para la realización del presente estado del arte se

pudo evidenciar que la cantidad de investigaciones han aumentado en la actualidad.

La falta de representación de las mujeres, las barreras para acceder a las mismas posibilidades que los hombres, la dificultad para poder dar continuidad a los estudios de posgrado y, asimismo, para alcanzar puestos directivos, son las mayores limitaciones que evidencian los artículos analizados en las áreas STEM. La barrera determinante de la cual surgen las limitaciones mencionadas emerge, según Vargas (como se citó en Cardona, 2022) del hecho de que de forma natural se aceptara que el lugar de las mujeres era su hogar y funciones reproductivas.

Es común que, en algún momento de la vida, se haya escuchado que las mujeres están “hechas” o son “naturales” para dedicarse a las labores de cuidado. Aunque los contextos culturales pueden influir en las condiciones de las mujeres según el país o incluso la región, existen limitaciones que son más generales y que se presentan como problemas de carácter mundial para las mujeres (Bello y Estébanez, 2022).

Cardona (2022) define los estereotipos como:

(...) formas de categorizar o realizar conjuntos a partir de características comunes de las personas, otorgando significados y símbolos que tienen un carácter contextual e histórico, que son incorporados a nuestra cotidianidad de forma consciente o inconsciente, el problema surge cuando el estereotipo genera discriminación o una asignación de garantías de derechos o de obligaciones que en la práctica resultan desiguales (p. 16).

Dentro del presente análisis se pudo evidenciar que los estereotipos que son mayormente expuestos como barre-

ras para la representación equitativa de las mujeres en las áreas STEM son:

1. La discriminación de género en el ámbito académico (Caballero et al., 2021).
2. Las limitaciones económicas (Bello y Estébanez, 2022). Los acuerdos socio-institucionales para la participación de las mujeres con hijos en el mercado laboral que determinan la continuidad y el avance de las mujeres en la carrera científica (Bello y Estébanez, 2022).
3. Ligar a las mujeres con tareas del cuidado en casa (Caballero et al., 2021). Relacionar a las mujeres con carreras ligadas al cuidado (Caballero et al., 2021). Prácticas sexistas. En carreras como las ingenierías, donde la participación o ejercicio profesional de mujeres es menor, las jóvenes se enfrentan a muchos obstáculos internos donde el contexto no responde a sus necesidades y donde se pueden presentar diferentes tipos de acoso y exclusión (Jurado, 2021; Vergara, 2008).

Como se menciona en el artículo de investigación *Contando mujeres. Una reflexión sobre los indicadores de género y ciencia en Colombia*, los patrones de discriminación se presentan (de forma implícita y explícita) como una barrera para la profesionalización de la mujer, su promoción académica e investigadora, llevando a que exista aún una brecha de representación de la mujer en la ciencia, particularmente en las categorías más altas (Daza y Pérez, 2008): “e stos patrones se repiten independientemente del grado de desarrollo económico de los países, su inversión en ciencia y tecnología, e incluso sus legislaciones en equidad de género” (p. 34).

1.2. Mujeres en áreas STEM caso de Latinoamérica

El investigador Carmelo Prince establece en su estudio *Política pública de educación superior inclusiva como instrumento para incorporación de mujeres a carreras de ciencia y tecnología en Latinoamérica* que el artículo 10 de la Convención sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación Contra la Mujer, promovido por la Oficina del Alto Comisionado para los Derechos Humanos, es claro cuando se refiere a la educación como un derecho. Además, estipula que los Estados Parte adoptarán todas las medidas para eliminar la discriminación contra la mujer y asegurar la igualdad de derechos con el hombre en la esfera de la educación (Prince, 2020).

Por ello, los Estados y sus gobiernos se deben comprometer para asegurar que las mujeres gocen en cualquier condición y grado de igualdad, la posibilidad para insertarse en el sistema Educativo (Prince, 2020). Al tomar en cuenta la información antes descrita, cabe entonces establecer una de las preguntas que plantea Prince en su estudio: “¿cómo se encuentra la situación general de la población femenina latinoamericana en cuanto a su capacidad y acceso a los diferentes programas académicos ofrecidos en sus respectivos países?” (Prince, 2020, p. 3).

En los últimos 10 años, la recopilación de datos segmentados por sexo ha experimentado un notable aumento en América Latina, tanto en el ámbito de la ciencia y la tecnología como en la educación superior (Bello y Estébanez, 2022). Uno de los ejemplos más destacados que presentan los académicos Bello y Estébanez es el trabajo realizado por la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecno-

logía (RICYT) y la Red Iberoamericana de Indicadores de Educación Superior (INDICES). Estas redes han colaborado con los organismos nacionales encargados de la producción estadística en toda la región para desarrollar indicadores comparables.

A continuación, se presenta la Tabla 1 que muestra el porcentaje de países latinoamericanos que han notificado los cinco principales indicadores de género a la RICYT en los últimos diez años, expresados en número de personas (HC) y en tiempo completo equivalente (FTE) (Bello y Estébanez, 2022).

Tabla 1.
Porcentaje de países latinoamericanos que informaron a Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) sobre los cinco principales indicadores de género en los últimos 10 años

Cobertura regional de la ciencia e indicadores de género		
	Número de personas (Headcount HC)	Tiempo completo equivalente (Full-time equivalents FTE)
Personal femenino	100%	71%
Investigadores por sector de empleo	88%	65%
Investigadores por disciplina científica	65%	47%
Investigadores por nivel de formación	65%	53%
Investigadores por grupo de edad	35%	24%

Fuente: elaborado y modificado por Bello y Estébanez, 2022. Traducción propia.

A pesar de estos avances obtenidos por la RICYT en 2021, la región sigue presentando un contexto muy variado en lo que respecta a la incorporación de las mujeres y las niñas a las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. En muchos países siguen existiendo brechas y barreras en las distintas etapas del ciclo vital como consecuencia de múltiples variables (Bello y Estébanez, 2022).

Según las estadísticas del informe de RICYT de 2023, en Argentina, Uruguay, Paraguay y Venezuela en el periodo comprendido entre 2012 y 2021 se evidencia una tendencia a que las mujeres sean la mitad de las personas dedicadas a la investigación. Mientras que el resto de los países de América Latina tienden a ser un porcentaje menor del 50 % como se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla 2.

Investigadores por sexo (personas físicas) Expresados en porcentajes (%)

Indicador 14: Investigadores por sexo (personas físicas) Expresados en porcentajes (%)		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Argentina	Femenino	52.5	52.5	53.1	52.5	53.1	53.8	53.3	53.1	53.3	53.8
	Masculino	47.5	47.5	46.9	47.5	46.9	46.2	46.7	46.9	46.8	46.2
Bolivia	Femenino	36.5	37.8	37.5			43.6		42.0		44.1
	Masculino	63.5	62.2	62.5			56.4		58.0		55.9
Chile	Femenino	31.0	34.3	31.5	33.0	33.1	34.4	34.2	34.8	34.9%	
	Masculino	69.0	65.7	68.5	67.0	66.9	65.6	35.8	65.2	65.1%	
Colombia	Femenino		33.9	35.4	35.5	37.4	37.4	34.2	38.2		
	Masculino		66.1	64.6	64.6	62.6	62.6	61.8	61.8		
Costa Rica	Femenino	44.6	43.8	44.3	42.2	42.8	44.3	45.2		43.0	44.1
	Masculino	55.4	56.2	55.7	57.9	57.2	55.7	54.8		57.0	55.9
Cuba	Femenino	48.4	47.1	48.2	51.5	48.1	49.0				
	Masculino	51.6	52.9	51.8	48.5	52.0	51.0				
Ecuador	Femenino	42.2	41.4	41.1							
	Masculino	57.8	58.6	58.9							
El Salvador	Femenino	38.2	38.8	37.9	40.4	39.2	38.6	39.8	40.0		
	Masculino	61.8	61.2	62.1	59.6	60.8	61.4	60.2	60.0		
España	Femenino	38.8	39.3	39.6	40.0	40.2	40.5	40.8	41.3	41.5	41.6
	Masculino	61.2	60.7	60.4	60.0	59.9	59.5	59.2	58.7	58.5	58.4
Guatemala	Femenino	44.7	44.2	46.8	53.2	44.4	43.9	47.3	41.9	49.4	62.8
	Masculino	55.3	55.8	53.2	46.8	55.6	56.1	52.8	538.1	53.6	37.2
Honduras	Femenino				41.1		36.4				
	Masculino				58.9		63.6				

Indicador 14: Investigadores por sexo (personas físicas) Expresados en porcentajes (%)											
México	Femenino	32.8	33.0	34.6	34.8	33.7	33.5	33.2	32.8	32.3	31.8
	Masculino	67.2	67.0	65.4	65.3	66.3	66.6	66.8	67.2	67.7	68.2
Panamá	Femenino	57.1	48.2	39.3	43.6	43.0	45.8	43.4	43.7	44.4	38.9
	Masculino	43.0	51.8	60.8	56.4	57.0	54.2	56.6	56.3	55.6	61.1
Paraguay	Femenino	51.7		49.4	48.2	48.9	49.3	48.5	48.7	50.3	51.2
	Masculino	48.3		50.6	51.8	51.1	50.7	51.5	51.3	49.7	48.8
Perú	Femenino			31.6	31.9	30.5	30.7	30.7	31.3	31.2	31.6
	Masculino			68.4	68.1	69.5	69.4	69.3	68.7	68.9	68.4
Portugal	Femenino	45.0	45.4	44.3	44.1	43.5	43.7	43.3	42.8	42.5	42.6
	Masculino	55.0	54.6	55.7	55.9	56.5	56.3	56.8	57.2	57.5	57.4
Trinidad y Tobago	Femenino	43.8	49.7	54.6	53.6	49.8	55.9	56.5	56.4	51.2	
	Masculino	56.2	50.3	45.4	46.4	50.3	44.1	43.5	43.6	48.8	
Uruguay	Femenino	49.3	49.0	49.2	49.3	50.4	50.6	50.7	50.7	50.7	50.9
	Masculino	50.7	51.0	50.9	50.7	49.6	49.4	49.3	49.3	49.3	49.1
Venezuela	Femenino	59.0	60.7	61.1	61.6	61.4			55.3	55.3	55.0
	Masculino	41.0	39.3	39.0	38.4	38.6			44.7	44.7	45.0
América Latina y el Caribe	Femenino	45.5	45.6	45.7	45.5	45.4	45.4	45.8	45.6	45.5	45.5
	Masculino	54.5	54.4	54.3	54.5	54.6	54.6	54.2	54.4	54.5	54.5
Iberoamérica	Femenino	43.5	43.9	44.0	44.0	43.9	44.0	44.3	44.3	44.3	44.3
	Masculino	56.5	56.1	56.0	56.0	56.1	56.0	55.7	55.7	55.8	55.8

Nota. La tabla representa el porcentaje de cada categoría es calculado con relación a la suma de los valores consignados para cada ítem de la desagregación. Dicho total no coincide necesariamente al informado para el total de investigadores. La tabla original no incluye a Brasil. Fuente: tomado a partir de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (2023, pp. 110-111).

Los resultados obtenidos del estudio *The Gender Gap broad the path for Women in STEM*, enfocado en el caso de Ecuador, apoya los resultados de los datos obtenidos por la RICYT. El caso de Ecuador refleja que antes de comenzar su carrera las estudiantes encuestadas de las últimas carreras de Ingeniería de la Universidad Técnica del Norte se sentían más preocupadas por poder obtener buenos resultados con sus conocimientos acumulados (Subia y Gómez, 2020). Esto lleva a pensar en que desde un inicio hay una preconcepción de posible incapacidad frente a estas carreras. Por lo tanto, es importante desarrollar programas motivacionales que permitan captar el interés de las alumnas por las carreras STEM haciendo hincapié en sus fortalezas y las posibilidades de éxito en este importante campo (Subia y Gómez, 2020).

En el libro *Líneas orientadoras para la promoción de la mujer en la ciencia, tecnología e innovación tecnológica (CTI) 2021-2030* se presenta un análisis sobre el caso de Perú. Según los datos disponibles, expuestos en este documento, se observa que, si bien se ha presentado en los últimos años un aumento de la matrícula de mujeres en las universidades, esto no corresponde necesariamente a una mayor participación en las áreas vinculadas a la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (Avolio et al., 2021).

Para responder a esta necesidad, el Comité Pro-Mujer en CTI de Perú, que está integrado por diez destacadas investigadoras, científicas y gestoras en CTI ad honorem, busca promover mecanismos para lograr la institucionalización, promoción, incremento y fortalecimiento del rol de la mujer en actividades de CTI. También trabaja por crear prácticas más inclusivas en la conducción de las instituciones académicas, de investigación y otras que forman parte

del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (Sinacyt) (Avolio et al., 2021).

Ahora bien, la baja representación de mujeres en estos campos es una oportunidad perdida para las economías. Conseguir que más mujeres y niñas entren en STEM ampliaría y aprovecharía mejor la reserva de talento disponible. Es importante fomentar la participación de las mujeres y las niñas en STEM a través de un enfoque interseccional. El Banco Mundial ha estado con diferentes países de América Latina y el Caribe trabajando bajo los siguientes imperativos (Bello y Estébanez, 2022):

- Diagnosticar y abordar los prejuicios sexistas en el aula.
- Prevención y respuesta a la violencia de género en las disciplinas STEM
- Asignar recursos para incentivar económicamente la incorporación de más mujeres a las operaciones STEM.

Dadas las características socioeconómicas de la región es muy importante tener una visión interseccional. En general, las niñas y mujeres afrodescendientes o de comunidades indígenas se enfrentan a serias barreras cuando aspiran a carreras STEM (Bello y Estébanez, 2022). Por lo tanto, dar una mirada profunda y responsable, que tenga en cuentas las barreras no solo de género, sino lingüísticas, de clase, abarcando un mayor contexto, puede permitir que se modifiquen las actitudes discriminatorias y los procedimientos internos de trabajo, dando apertura a espacios incluyentes y seguros para todas las mujeres.

1.3. Mujeres en áreas STEM caso colombiano

La tesis de Maestría *Potential Barriers to the Participation of Women in the Software Industry in Colombia* de Silvia López (2022) señala que la atención para abordar la brecha de género en las áreas STEM es relativamente reciente. Fue hasta 2003 que Colombia comenzó a implementar leyes y políticas públicas orientadas a la igualdad de género, con el objetivo de fortalecer los derechos de las mujeres en los ámbitos social, laboral y personal.

El artículo *Women in Academia and Research: An Overview of the Challenges Toward Gender Equality in Colombia and How to Move Forward* evidencia que la brecha de género en las áreas STEM persiste. En este estudio, las autoras analizaron los datos del Observatorio Laboral para la Educación (OLE) del Ministerio de Educación Nacional, tomando como referencia el número total de graduados de Bachillerato, segmentado por sexo y tipo de estudios, en los periodos 2001-2011 y 2011-2014 (Franco-Orozco y Franco, 2018). Los resultados mostraron que, en ambos periodos, las mujeres se graduaron en mayor número que los hombres, constituyendo aproximadamente el 55 % de los graduados (Franco-Orozco y Franco, 2018). Además, las mujeres superaron a los hombres en la mayoría de las áreas de investigación, incluyendo matemáticas y ciencias naturales, donde representaron algo más del 50 % de los graduados en ambos periodos analizados (Franco-Orozco y Franco, 2018). No obstante, Sevilla (2021) encontró que, en áreas como la industria y la producción, la participación femenina sigue siendo minoritaria. En el ámbito de la educación media técnica en Colombia, las mujeres superaron a los hombres en matrícula (54 % frente a 46 % de hombres).

Sin embargo, en el resultado de los datos analizados para posgrado, se evidenció que las mujeres se encuentran infrarrepresentadas en el total de másteres (44,80 % en 2001-2010 y 47,68% en 2011-2014) y de doctorado (33,58 % en 2001-2010 y 38,28 % en 2011-2014; Tablas 1, 2) (Franco-Orozco, 2018). Esta infrarrepresentación se observó en la mayoría de las áreas de titulación, a excepción de ciencias médicas. A partir de estos datos se puede encontrar que después de la universidad, las diferencias de género en las áreas STEM aumenta (Gómez et al., 2020).

Para tener una lectura más clara del panorama de la participación de la mujer en las áreas STEM en Colombia, la tesis de grado *Participación de la mujer en la ciencia en Colombia* propone que la primera acción que debe hacer el gobierno colombiano es disponer de una política de datos que tenga explícitas las metodologías de recolección, las clasificaciones, los tiempos de corte y de reporte y los flujos de información de los responsables (universidades, entidades públicas, centros de investigación, e instituciones de educación superior) (Valencia, 2017). Esto garantizará, la calidad y la oportunidad de recolección de datos con tendencia y comparación, con el fin de poder tomar decisiones y acciones claras, para disminuir y cerrar las brechas de género en las áreas STEM.

Además de la importancia de la recopilación de datos desagregados por sexo, la autora Patricia Tovar, en su artículo *La mujer colombiana en la ciencia y la tecnología* (2008), propone que para cerrar la brecha de género en las áreas STEM, es fundamental que las entidades financiadoras de la ciencia exijan una mayor representación femenina en la dirección de proyectos de investigación y en los espacios de toma de decisiones, con el fin de romper los techos de cristal. Este llamado es crucial, ya que la financiación basada únicamente

en créditos condonables en las áreas STEM no contribuirá a una atención justa y equitativa de este problema (Caballero et al., 2021). Finalmente, se cuenta con la evidencia de que la brecha de género y la discriminación en la ciencia en Colombia son realidades palpables.

En este contexto, la Ley 2314 de 2023, titulada “*Por la cual se promueve la participación de niñas, adolescentes y mujeres en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas*”, emitida por el Congreso de Colombia, busca fortalecer la participación femenina en las áreas STEM. Esta ley establece que el Gobierno Nacional debe implementar una política pública para lograr este objetivo, y crea la Mesa de la Mujer en la Ciencia y la Tecnología, encargada de coordinar los esfuerzos de las entidades públicas, las organizaciones no gubernamentales y la academia. Además, promueve la colaboración con el sector empresarial para fomentar la inclusión laboral de las mujeres en actividades STEM.

1.4. Brechas y vacíos en la investigación

En la última década, como lo evidencia la investigadora María Luisa Merchán en el artículo *La sociedad del conocimiento y las brechas de género en ciencia, tecnología e innovación*, los países han orientado sus economías a una mayor diversificación productiva y se ha intensificado la incorporación de conocimiento e innovación, pero como se ha visto, la forma de insertarse a estos campos, lastimosamente, no es igual para hombres y mujeres (Merchán, 2019). En la actualidad persisten brechas de carácter estructural, que impiden que las mujeres logren ser parte de los cambios productivos en los campos educativos y laborales de las áreas STEM.

Las brechas que fueron constantemente mencionadas en la literatura revisada fueron las siguientes:

- Existen vacíos en los distintos niveles de la educación y la progresión profesional (puestos de trabajo y liderazgo) en casi todos los países del mundo, a pesar de los esfuerzos de género en las áreas STEM (Bello y Estébanez, 2022).
- El Banco Interamericano de Desarrollo en el artículo *Las brechas de género en ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe Resultados de una recolección piloto y propuesta metodológica para la medición* realizado en 2018, confirma que, aunque la brecha entre hombres y mujeres en las áreas STEM se ha ido cerrando a lo largo del siglo XXI, se mantienen vigentes barreras tanto horizontales como verticales. Estas barreras se reflejan en una presencia de mujeres reducida en ciertas disciplinas de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas, y en dificultades para las mujeres para alcanzar los puestos de alto liderazgo en diversas esferas de las áreas STEM (López-Bassols et al.,).
- Las acciones esporádicas y limitadas en el tiempo, la falta de una visión interseccional los presupuestos limitados para hacer estudios e investigaciones sobre este tema y, en general, la escasa atención a las STEM son algunos de los vacíos de las intervenciones llevadas a cabo hasta la fecha (Avolio et al., 2021).
- La necesidad de tener mejores datos y más investigación es algo que resalta el capítulo “*Women’s Enrollments in STEM in Higher Education: Cross-National Trends, 1970–2010*” en el libro *Advancing women in science*, para así tener una comprensión interseccional de las barreras raciales y de género en todas las disciplinas de

la enseñanza superior científica y tecnológica (Ramírez y Kwak, 2015).

Uno de los principales problemas de las iniciativas existentes para hacer frente a la desigualdad entre mujeres y hombres en las áreas STEM, es la falta de datos (evaluación) sobre sus resultados y efectos, así como de información sobre su éxito en la consecución de sus objetivos (Avolio et al., 2021). Muchas iniciativas son ambiciosas en su fase inicial de implementación, pero no necesariamente logran sus objetivos o logran tener el impacto deseado. Es importante obtener estos datos para identificar y aprender las buenas prácticas y las acciones que no han funcionado, para evitar repetir los mismos errores.

1.5. Buenas prácticas

Como resultado de varias políticas y actividades implementadas a diferentes niveles en los últimos 20 años, la región de América Latina y el Caribe (ALC) ha experimentado un apoyo al debate e investigación sobre la brecha existente en las áreas STEM. Esto ha consolidado algunas mejoras en cuanto a la inclusión de las mujeres en la ciencia y que las entidades gubernamentales, educativas y que investigadores e investigadoras funcionen como auditores y críticos del funcionamiento de dichas políticas.

Durante la última década, diferentes actores de la región, desde instituciones gubernamentales, universidades y centros de investigación, la sociedad civil y los organismos internacionales, así como las empresas privadas, han puesto en marcha distintos tipos de iniciativas destinadas a reducir la brecha de género en el mercado laboral STEM (Bello y Estébanez, 2022). Algunos de estos actores también han empezado a actuar conjuntamente para aumentar los

vínculos interinstitucionales y los esfuerzos coordinados necesarios para un enfoque holístico (Bello y Estébanez, 2022).

Además, los programas lanzados a nivel global por organizaciones internacionales a menudo han tenido presencia en muchos países de América Latina y el Caribe. En la región, las acciones se dirigieron inicialmente a la retención de las mujeres en los estudios y empleos STEM. Recientemente, según ONU Mujeres (como se citó en Bello y Estébanez, 2022) los esfuerzos se han dirigido también a aumentar la visibilidad de los logros científicos de las mujeres y conectarlos a través de redes regionales y nacionales.

Ejemplo de lo anterior es que la Unesco, como organismo especializado del sistema de las Naciones Unidas, dedica sus esfuerzos al avance del conocimiento en las ciencias naturales, las ciencias sociales y los derechos humanos, la cultura, y la comunicación y la información (Bello y Estébanez, 2022). Por otro lado, acciones como el Foro Abierto de Ciencias Latinoamericanas y Caribe, el Comité Pro-Mujeres del Perú, los observatorios con enfoque de género nacionales e institucionales (creados por universidades, por ejemplo) se pueden clasificar como buenas prácticas, pues son plataformas para potenciar estrategias, debates y fortalecer las políticas, para las áreas STEM, con enfoque interseccional en los países de América Latina.

Finalmente, se destaca como buena práctica, que en la mayoría de los países de la Unión Europea ya exista un consenso al considerar el posgrado como una etapa laboral de investigación, porque los estudios de posgrado implican un trabajo concreto en proyectos de investigación, donde participan investigadores/as haciendo postgrado (Caballero et al., 2021). Esto permite que al tiempo que estudian y se forman, las investigadoras puedan trabajar y no ver afectados

sus ingresos, ya sean madres, cabezas de hogar o tengan dificultad para el pago de la misma profesionalización.

1.6. Balance en Colombia

El balance estadístico de la participación de las mujeres en las áreas STEM se llevó a cabo a través de los datos consignados en la base de datos del Ministerio de Educación. Esta base tiene la información de los grados por años, sexo, nivel académico, núcleo básico del conocimiento y todo lo referente a la identificación de las instituciones educativas. Se puede identificar los graduados y graduadas de carreras STEM a partir de la variable núcleo básico del conocimiento (NBC). En este trabajo se vincularon los temas relacionados con STEM (Salud y bienestar; Ingeniería, fabricación y construcción; ciencias naturales, matemáticas y estadística; Tecnologías de la información y la comunicación) señalados por la Unesco en el informe *Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)* (2019). Para este balance se consideró STEM a las carreras pertenecientes a los siguientes NBC:

Tabla 3
Distribución de áreas STEM para este estudio

Núcleos Básicos de Conocimiento (NBC) considerados STEM para este balance		
Ciencias	Tecnología e Ingeniería	Matemáticas
Medicina	Ingeniería administrativa y afines	Matemáticas, estadística y afines
Física	Ingeniería agrícola, forestal y afines	Economía
Enfermería	Ingeniería agroindustrial, alimentos y afines	Contaduría pública
Bacteriología	Ingeniería agronómica, pecuaria y afines	
Biología, Microbiología y afines	Ingeniería ambiental, sanitaria y afines	
Odontología	Ingeniería biomédica y afines	
Psicología	Ingeniería civil y afines	
Química y afines	Ingeniería de minas, metalurgia y afines	
	Ingeniería de sistemas, telemática y afines	
	Ingeniería eléctrica y afines	
	Ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines	
	Ingeniería industrial y afines	
	Ingeniería mecánica y afines	
	Ingeniería química y afines	
	Otras ingenierías	

Fuente: elaboración propia del proyecto *Removiendo Barreras*.

Tabla 4

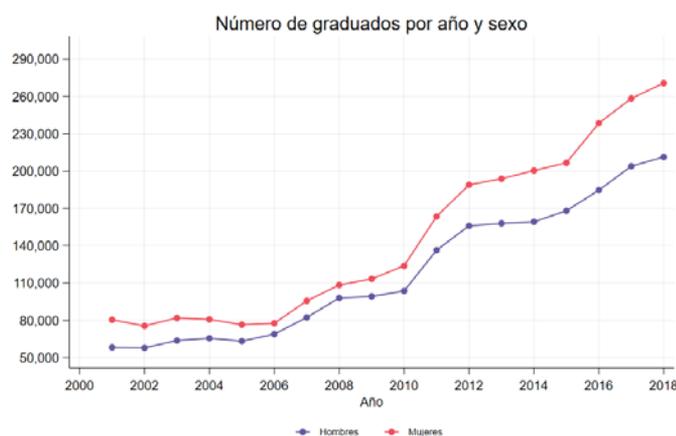
Número de graduados en carreras STEM distribuidos por hombres y mujeres entre 2001 y 2018

Año	Número total de grados incluye todas las carreras de pregrado y posgrado		Total de grados de carreras STEM de pregrado y posgrado			
	hombres	Mujeres	hombres	%	mujeres	%
2001	58236	80422	26267	45,10	27722	34,47
2002	57896	75501	28368	49,00	29476	39,04
2003	63687	81915	30050	47,18	31899	38,94
2004	65615	80734	31365	47,80	32384	40,11
2005	63248	76505	32128	50,80	32828	42,91
2006	68899	77644	31172	45,24	32848	42,31
2007	82338	95609	35842	43,53	37057	38,76
2008	97936	108372	39842	40,68	41810	38,58
2009	99192	113253	40488	40,82	41609	36,74
2010	103567	123811	41834	40,39	43748	35,33
2011	136367	163425	57264	41,99	56971	34,86
2012	155904	189000	65149	41,79	66140	34,99
2013	157882	193908	70368	44,57	71340	36,79
2014	159156	200451	72876	45,79	73680	36,76
2015	168018	206720	77343	46,03	77240	37,36
2016	184692	238490	86857	47,03	86898	36,44
2017	203952	258415	94540	46,35	94772	36,67
2018	211402	270720	98828	46,75	98981	36,56

Fuente: elaboración propia realizada a partir de la base de datos del Ministerio de Educación Nacional.

La primera revisión empieza con el número total de grados desde 2001 hasta 2018 en Colombia, esto incluye todos los programas de educación superior impartidos en el país bien sean a nivel técnico profesional, tecnológico, profesional, especializaciones, maestrías o doctorados. Entre 2000 y 2018 se han graduado en Colombia 2.137.987 hombres y 2.634.895 mujeres para un total de 4.772.882 en todos los programas académicos. Ahora bien, en ese mismo periodo el número de graduados de carreras STEM fue en total de 1.937.984, 960.581 hombres y 977.403 mujeres.

Figura 2
Número de graduados por año y sexo M

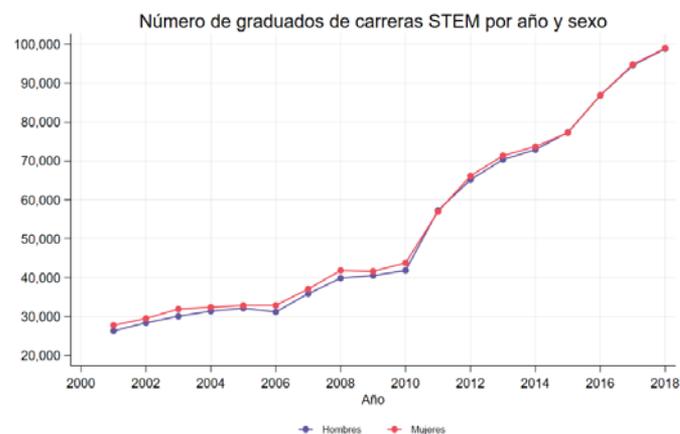


Fuente: elaboración propia realizada a partir de la base de datos del Ministerio de Educación Nacional.

En la Figura 2 se presenta la evolución del número de graduados totales (pregrado y posgrado). Destaca el aumento de la brecha a favor de las mujeres en 2012 y el aumento continuo de graduados y graduadas desde 2006. En la gráfica número 2 se revisa la evolución en el mismo periodo de tiempo para las carreras STEM (pregrado y posgrado). La principal similitud es el aumento constante desde el 2006

en el número de graduados. Sin embargo, la brecha entre graduados y graduadas se reduce casi por completo.

Figura 3
Número de graduados en carreras STEM por año y sexo



Fuente: elaboración propia realizada a partir de los datos consignados en la base de datos del Ministerio de Educación Nacional.

Al filtrar por pregrado el número total de grados asciende a 3.745.636 para el total de las carreras y solo para las carreras STEM a 1.691.202. Los grados de pregrados STEM son ampliamente más frecuentes e incluso han crecido notablemente. Por ejemplo, en 2001 el número de graduadas de pregrado en carreras STEM fue de 25.437 mientras que para el año 2018 ascendió a 85.972.

Tabla 5

Número total de graduados en todas las carreras de pregrado vs grados de carreras STEM según sexo

Año	Número total de grados incluye todas las carreras de pregrado		Total de grados de carreras STEM de pregrado	
	Hombres	Mujeres	Hombres	mujeres
2001	45632	64117	23526	25437
2002	46851	62407	25650	27117
2003	52397	69793	26510	28679
2004	53295	67396	27776	29201
2005	50756	62408	28548	29574
2006	54133	61674	27342	29189
2007	64655	73819	31076	32430
2008	77790	81062	34062	35318
2009	77735	85699	34516	34898
2010	77935	87449	35234	36411
2011	106282	122071	49075	48066
2012	121291	142567	56097	56432
2013	125488	153313	61967	62527
2014	125742	157222	63767	64010
2015	134408	163063	68227	67224
2016	145707	188633	76357	75801
2017	161942	203218	83540	83032
2018	166108	211578	86614	85972

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

En las gráficas 1 y 2 se aprecia la evolución en el número de graduados de todas las carreras y carreras STEM, destaca nuevamente la brecha a favor de las mujeres a partir de 2012. Esto significa que en los programas de pregrado la participación de las mujeres no solo es amplia, sino también creciente. Por otro lado, en los pregrados STEM la brecha es casi inexistente, solo 153 hombres más se graduaron que mujeres graduadas en 2018.

Aunque el componente principal de los grados son los pregrados, su contraparte, los posgrados son de gran relevancia a la hora de analizar el estado actual de la educación superior en Colombia. En total, para el periodo de 2001 a 2018 el número de grados de posgrado fue de 1.027.246 de los cuales solo 246.782 corresponden a carreras STEM. Por sexo, 126.085 mujeres se graduaron de posgrados de carreras STEM frente a 120.697 hombres. Esto significa que la especialización en carreras STEM aún es baja con respecto al total de grados en posgrado.

Tabla 6

Número total de grados, incluye todas las carreras de posgrado

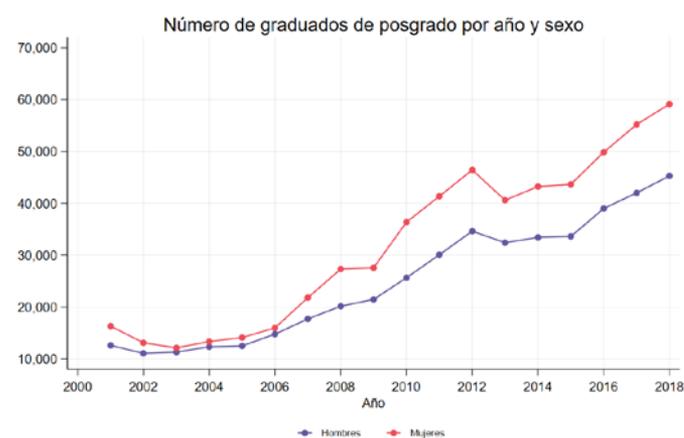
Año	Número total de grados incluye todas las carreras de posgrado		Total de grados de carreras STEM de posgrado	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
2001	12604	16305	2741	2285
2002	11045	13094	2718	2359
2003	11290	12122	3540	3220
2004	12320	13338	3589	3183
2005	12492	14097	3580	3254
2006	14766	15970	3830	3659
2007	17683	21790	4766	4627
2008	20146	27310	5780	6492
2009	21457	27554	5972	6711
2010	25632	36362	6600	7337
2011	30085	41354	8189	8905
2012	34613	46433	9052	9708
2013	32394	40595	8401	8813
2014	33414	43229	9109	9670
2015	33610	43657	9116	10016
2016	38985	49857	10500	11097
2017	42010	55197	11000	11740
2018	45294	59142	12214	13009

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

En las figuras 4 y 5 se confirma lo que se encontró en las gráficas previas, a saber, en el total de las carreras existe una brecha favorable a las mujeres, en los grados de posgrado existe la particularidad de que esta inicia en el 2006, 6 años antes de lo visto para pregrados. En cuanto a los grados de posgrado de carreras STEM se evidencia un cambio en la predominancia por sexo a partir del 2007. Antes de este año existía una brecha favorable a los hombres que se invierte y mantiene favorable a las mujeres de manera ininterrumpida hasta 2018. La dimensión de este cambio se aprecia al comparar el número de graduadas en 2001 y 2018 pasando de 2.285 a 13.009 lo que significa un crecimiento de, aproximadamente, un 470 %.

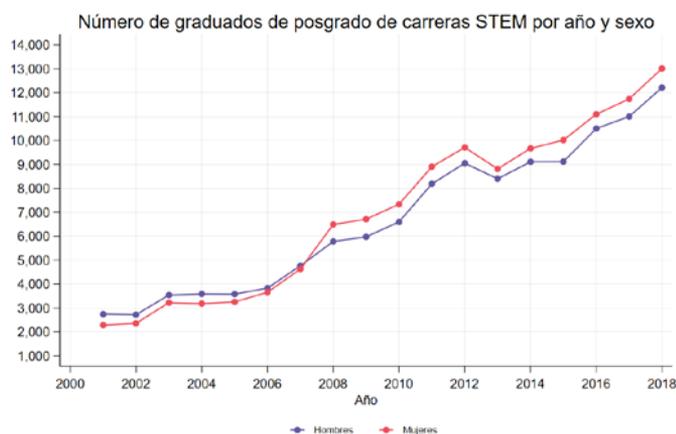
Figura 4

Número de graduados de posgrado por año y sexo



Fuente: elaboración propia realizada a partir de los datos consignados en la base de datos del Ministerio de Educación Nacional.

Figura 5
Número de graduados de posgrados de carreras STEM por año y sexo.



Fuente: elaboración propia realizada a partir de los datos consignados en la base de datos del Ministerio de Educación Nacional.

Este balance permite ser optimistas con el ascenso de la participación de las mujeres en las carreras STEM, aunque, sigue siendo necesario apoyar con más decisión la inclusión igualitaria de las mujeres en los pregrados de carreras STEM.

1.7. A modo de conclusiones

La literatura revisada y los datos analizados indican que Colombia no presenta diferencias significativas en comparación con otras regiones del mundo respecto a las barreras que enfrentan las mujeres para seguir carreras tecnológicas. Los estereotipos sobre los roles tradicionales de género en distintos países son factores determinantes en la formación de las actitudes de las niñas hacia la ciencia y la tecnología (Jurado, 2021). La mayoría de estas barreras están relacionadas con la educación que las niñas reciben

tanto en el hogar como en la escuela, desde una edad temprana hasta el nivel profesional.

La falta de financiación, un marco legal insuficiente, los sesgos preexistentes y una protección inadecuada de los derechos de las mujeres son barreras que dificultan su participación en las disciplinas STEM. Si se mantienen las tendencias actuales, se estima que podría tomar entre 10 años para alcanzar la paridad de género en áreas como las humanidades y hasta 150 años en campos como la ingeniería (López, 2019).

El desafío para las instituciones de educación superior en las áreas STEM es avanzar para que más mujeres ingresen a carreras que aún están dominadas mayoritariamente por hombres. Sin embargo, esto no basta. Es crucial asegurar no solo el acceso a programas de posgrado, sino también la empleabilidad y la igualdad salarial en estos campos. Estos son aspectos que deben recibir atención prioritaria.

Dar visibilidad a ejemplos que inspiren es un primer paso para promover en las niñas, adolescentes y mujeres el interés por el ámbito STEM, el desarrollo de la autoestima y la confianza, la importancia de la asociatividad y, fundamentalmente, para que las mujeres puedan considerarlas como opciones laborales y de profesionalización (Debeljuh et al., empleos y empresas en las áreas STEM permitirá avanzar hacia el objetivo del desarrollo de América Latina en el siglo XXI (Debeljuh et al., 2022).

Una de las acciones necesarias que evidencian los diferentes trabajos es que sin un marco político que aborde la igualdad de género y sin un compromiso significativo de los altos dirigentes con estas políticas, no será posible abordar con una mirada interseccional (lo cual es de suma importancia) la desigualdad de género en las áreas STEM,

desde la enseñanza hasta llegar al mundo laboral, ni en Europa, Irlanda, América Latina ni en cualquier otro lugar (García-Peñalvo et al., 2022).

Es innegable que la brecha se reduce cada vez más gracias a los esfuerzos de diferentes actores nacionales e internacionales, pero depende del esfuerzo mancomunado entre los Estados y las universidades lograr la reducción de la brecha porcentual existente en la comunidad latinoamericana y en el caso particular, colombiana, que cursa estos estudios superiores. Esto, no solo por medio de la revisión de las políticas educativas, sino también del conjunto de servicios en sus estructuras que sirven para garantizar una vida digna a todos y cada uno de los miembros de la sociedad (Prince, 2020).

1.8. Referencias

- Avolio, B., Velezmore, Carmen E., Rojas, G., Moscoso, J, Takahashi., J, Paucar-Menacho, Luz María, García, Patricia J., Carranza Oropeza, Verónica, Torriani del Castillo, Yolanda Felicia, y Carazo de Cabellos, Mercedes Inés. (2021). Líneas orientadoras para la promoción de la mujer en la ciencia, tecnología e innovación tecnológica (CTI) 2021-2030.
- Bello, A. y Estébanez, M. (2022). An unbalanced equation: increasing participation of women in STEM in LAC. (MTD/SC/2022/PI/01). UNESCO. <http://forocilac.org/wp-content/uploads/2022/02/PolicyPapers-CILAC-Gender-ENG-VFEB22.pdf>
- Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. Arlington, EE UU: National Science Teachers Association.
- Caballero-Villalobos, L., Matta-Camacho, E., Pinzón, E., Silva-Arias, G., y Ávila, A. (2021). The differentiated effects of the burden of care during the COVID-19 crisis on women scientists: a reflection on the challenges and actions in Colombia: Inequalities in academia and science during COVID-19 in Colombia. In SciELO Preprints. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.3002>
- Cardona Zuleta, E. (2022). Barreras de acceso a la educación superior: Una lectura feminista a propósito de las cifras en la Universidad Católica Luis Amigó. *CES Derecho*, 13(2), 3–27. <https://doi.org/10.21615/cesder.6408>
- Daza, S., y Pérez Bustos, T. (2008). Contando mujeres. Una reflexión sobre los indicadores de género y ciencia en Colombia. *Revista de Antropología y Sociología: Virajes*, 10, 29–51. Recuperado a partir de <https://revistasojs.ualdas.edu.co/index.php/virajes/article/view/801>
- Debeljuh, P., Foutel, M. y Torres Carbonell, S. (2022). Barreras y desafíos de las emprendedoras STEM. 360.: *Revista de Ciencias de la Gestión*, (7), 66-92. ISSN 2518-0495
- Franco-Orozco CM y Franco-Orozco B. (2018). Women in Academia and Research: An Overview of the Challenges Toward Gender Equality in Colombia and How to Move Forward. *Front. Astron. Space Sci.* 5,:24. doi: 10.3389/fspas.2018.00024
- García-Peñalvo, F. J., García-Holgado, A., Dominguez, A., y Pascual, J. (2022). Women in STEM in Higher Education: Good Practices of Attraction, Access and Retainment in Higher Education. Springer Nature.
- García-Peñalvo, F. J., García-Holgado, A., Dominguez, A., & Pascual, J. (2022). A Model for Bridging the Gender Gap in STEM in Higher Education Institutions. Women in STEM in Higher Education: Good Practices of Attraction, Access and Retainment in Higher Education (p. 14-32). Springer Nature.

- Gomez Soler, S. C., Abadía Alvarado, L. K., y Bernal Nisperuza, G. L. (2020). Women in STEM: does college boost their performance? *Higher Education: The International Journal of Higher Education Research*, 79(5), 849–866. <https://doi.org/10.1007/s10734-019-00441-0>
- Jurado Devia, A. (2021). Barreras y oportunidades de las estudiantes de la facultad de ingeniería en la Universidad del Valle, desde la perspectiva de género. Universidad del Valle.
- Camilo López-Aguirre, C. (2019). Women in Latin American science: gender parity in the twenty-first century and prospects for a post-war Colombia, *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*, 2:(1), 356-377, DOI: 10.1080/25729861.2019.1621538
- López-Bassols, V., Grazi, M., Guillard, C., & Salazar, M. (2018). Las brechas de género en ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe. Resultados de una recolección piloto y propuesta metodológica para la medición.
- Lopez Rozo, Silvia. (2022). Potential Barriers to the Participation of Women in the Software Industry in Colombia. Master's thesis, Harvard University Division of Continuing Education.
- Merchán, M. L. M. (2019). La sociedad del conocimiento y las brechas de género en ciencia, tecnología e innovación. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 15(29).
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, las Ciencias y la Cultura (UNESCO). (2019). Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>
- Prince, Á. C. (2020). Política pública de educación superior inclusiva como instrumento para incorporación de mujeres a carreras de ciencia y tecnología en Latinoamérica. *Revista Educación las Américas*, 10(1), 138-148.
- Ramirez, F.O., Kwak, N. (2015). Women's Enrollments in STEM in Higher Education: Cross-National Trends, 1970–2010. In: Pearson, Jr., W., Frehill, L., McNeely, C. (eds) *Advancing Women in Science*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08629-3_2
- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología. (2023). El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos. 2023. Dossier: Inteligencia Artificial. UNESCO, OEI. <http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2023/12/EL-ESTADO-DE-LA-CIENCIA-2023.pdf>
- Sevilla, M. P. (2021). La educación técnico-profesional y su potencial para mejorar la trayectoria educativa y laboral de las mujeres en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas: una revisión regional. Serie Asuntos de Género. N° 160 (LC/TS.2021/155), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.
- Subía, L. T., & Gámez, B. (2020). The Gender Gap broad the path for Women in STEM.
- Tovar Rojas, P. (2008). La mujer colombiana en la ciencia y la tecnología ¿Se está cerrando la brecha? *Arbor*, 184(733), 835–844. <https://doi.org/10.3989/arbor.2008.i733.228>
- Valencia, Y. U. (2017). Participación de la mujer en la ciencia en Colombia (Doctoral dissertation, Universidad de Salamanca).
- Vergara Pérez, B. (2008). Universidad y género: vinculación y permanencia de las mujeres en los programas de ingeniería. Reflexiones teórico-metodológicas, caso universidad de Cartagena, año 2003-2006. Universidad de Cartagena.

Capítulo 2



2. La producción más limpia, simple y de bajo costo

El proyecto se alineó con los principios de la producción sostenible, asegurando que las implementaciones tecnológicas adoptaran un enfoque de “prevención de la contaminación” en lugar de uno de “fin de tubo”. De este modo, se apoyaron las metas internacionales, como el Objetivo de Desarrollo Sostenible 12: Producción y consumo responsable, y las políticas nacionales, como la Política Colombiana de Producción y Consumo Sostenible y la Estrategia Nacional de Economía Circular. Estas políticas se enmarcan en el CONPES 3934 de 2018, que orienta el crecimiento verde. Siguiendo estos lineamientos, las innovaciones tecnológicas promovieron las 3 R: Reducir el consumo de recursos, y Reutilizar y Reciclar efluentes o materiales (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [UNEP], 2011).

El proyecto ha logrado que los negocios rurales obtengan beneficios significativos en los ámbitos social, ambiental y económico, al maximizar la producción con recursos más eficientes. Esto ha impactado positivamente en la productividad de las empresas, al mismo tiempo que fomenta la sostenibilidad de los prototipos tecnológicos a largo plazo (Seth et al., 2018; Aboelmaged, 2018). En este contexto, el proyecto se fundamenta en modelos conceptuales diseñados para la transferencia de la Producción más Limpia (PML–Modelo 5i CP – Vásquez, 2017) hacia pequeñas y medianas empresas rurales (Mipymes) y organizaciones del sector servicios. Estos modelos han demostrado ser

clave en la transformación ambiental de las empresas, al integrar tecnologías de baja complejidad que son fáciles de operar y mantener, lo que facilita su sostenibilidad a largo plazo. Esta continuidad es crucial para que dichos negocios sigan siendo espacios de aprendizaje en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) orientados al medio ambiente, benéficos.

Cuando se habla de Industrias Verdes, se hace alusión a aquellas empresas que han incorporado en sus procesos productivos acciones para prevenir la contaminación, las cuales pueden ser complementadas con acciones correctivas, también conocidas como acciones de “Fin de Tubo”. De esta manera, se espera que una Industria Verde opere bajo principios de “Producción Más Limpia”, “Producción y Consumo Sostenible” y “Economía Circular”. (Vera, 2022; Varela, 2013). Estos últimos tres conceptos han surgido cronológicamente en Colombia, orientado la transformación de las empresas hacia negocios más responsables en el ámbito ambiental y una ciudadanía con mayor sensibilidad con el consumo responsable y productos verdes. Esta información hizo para una cartilla entregada a las comunidades, sigue un ejemplo sus contenidos:

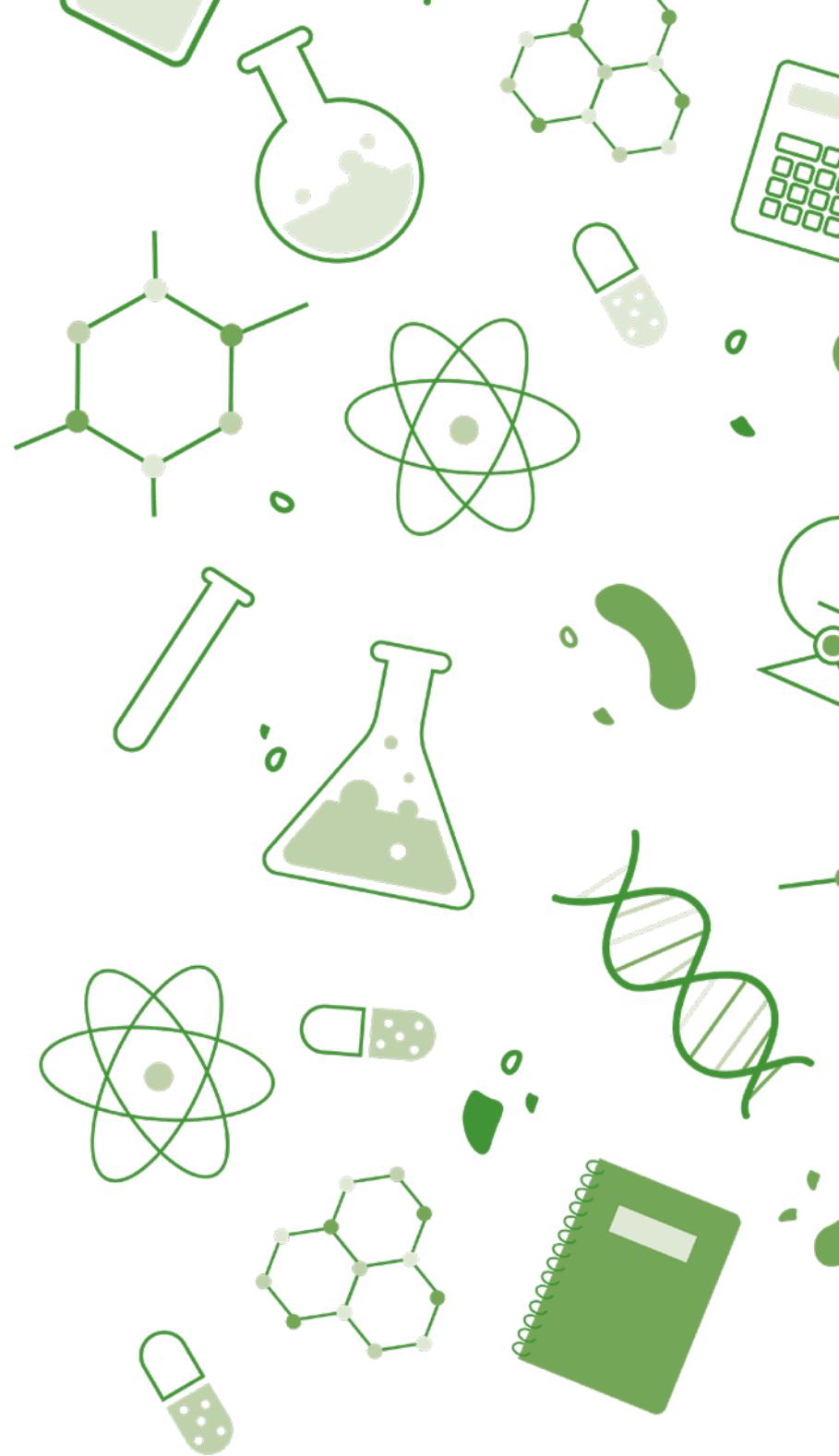


Figura 6

Síntesis industrias verdes. Cartilla: Mujer, ciencia y tecnología para la industria verde

El término “**industrias verdes**” se refiere a la transformación que se da a las actividades o procesos industriales con el propósito de incrementar la eficiencia de recursos y reducir los impactos ambientales generados a los ecosistemas, a la sociedad, etc.

Un ejemplo de ello, es cuando hacen un uso eficiente de recursos (materiales, energía y agua), reducción de residuos sólidos, manejo responsable y seguro de químicos, entre otros.

¿Sabías que:

tu actividad productiva puede considerarse verde, si minimizas el impacto ambiental en tus procesos?



INDUSTRIAS VERDES



Esto lo logras implementando buenas prácticas ambientales (BPA), como por ejemplo: manejo y consumo racional de recursos (agua y energía), gestión integral de residuos sólidos (GIR), manejo adecuado de los residuos líquidos o efluentes.

Fuente: elaboración propia y modificada a partir del diseño de Aura María Gómez Espinosa para el proyecto Removiendo barreras para la incorporación, retención y avance de mujeres en la industria verde. Financiado por: IDRC.

2.1. Producción Más Limpia (PML)

La PML fue el primer concepto lanzado en Colombia, sin embargo, esta no era una solución nueva. Este enfoque o alternativa había sido implementado a través del tiempo bajo términos equivalentes, tales como: prevención de contaminación (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [USEPA], 1992), ecodiseño (Glavic y Lukman, 2007) y eco-innovaciones (Carrillo-Hermosilla et al., 2010). PML fue formalmente lanzada por UNEP en 1990 (UNIDO et al., 2010) bajo la siguiente definición: “la producción más limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente” (p. 10). De acuerdo con la agencia ambiental canadiense (Environment Canadá), PML se define como: “el uso de procesos, prácticas, materiales, productos o energía que evite o minimice la generación de residuos y contaminantes, y que reduzca el riesgo general a la salud humana y al ambiente” (EC, 2010, p.12). PML se trata de prevenir la generación de residuos en la fuente, en lugar de buscar alternativas para tratar residuos ya generados. En resumen, la PML es una estrategia que reduce la contaminación e impactos negativos al ambiente desde la fuente. Evitar o minimizar la generación de residuos tiene mucho más sentido, es más sencillo, más efectivo y menos costoso para las industrias que tratar o disponer residuos que ya han sido producidos (UNIDO y UNEP, 2015).

La Política Nacional de Producción Más Limpia (PML) de Colombia, lanzada en 1997, tiene como objetivo principal prevenir y minimizar de manera eficiente los impactos y riesgos para la salud humana y el medio ambiente, garan-

tizando la protección ambiental, el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad empresarial. Esto se busca mediante la integración de la dimensión ambiental en los sectores productivos, planteando un desafío a largo plazo (MMA, 1997). En las industrias de manufactura, la PML se logra incrementando la eficiencia en el uso de materias primas, agua y energía. Algunas de las estrategias de PML que pueden implementarse para prevenir la contaminación en las empresas incluyen: (USEPA, 1992; UNEP, 2002b; UNIDO et al., 2010; AZTI, 2014).

- ✓ Buenas prácticas operativas: estas son prácticas sencillas como el mantenimiento de tuberías y equipos y capacitación a trabajadores en mantenimiento preventivo de maquinaria y redes, entre otras.
- ✓ Sustitución de materiales tóxicos por otros menos peligrosos o con una mayor vida de servicio.
- ✓ Mejor control de procesos para incrementar su eficiencia a través de la estandarización y el monitoreo constante.
- ✓ Modificaciones tecnológicas por equipos y/o procesos de producción más eficientes, que requieran menor demanda de recursos y materias primas y disminuyan la generación de residuos.
- ✓ Modificación del producto (reformulación o rediseño de productos) hacia productos más limpios, fácilmente reciclables y fabricados con materiales no peligrosos.
- ✓ Reúso y/o reciclaje de materiales en sitio.

Aunque la PML sonaba muy prometedora, su aplicación en proyectos demostrativos y demás iniciativas dejó ver diversas limitaciones o vacíos, que motivaron a los gobiernos a replantear esta estrategia. Algunas de las limitaciones o vacíos identificados fueron:

- 1) La aplicación de PML se enfocó principalmente a “procesos”. A pesar de ser una estrategia preventiva orientada a procesos, productos y servicios, la mayoría de las empresas y consultores se limitaron a modificar “procesos”, más no productos. Es decir que se priorizó la adopción de medidas como la reducción de consumo de agua a partir de la instalación de grifos ahorradores, la minimización en el consumo de químicos al mejorar los procesos de dosificación, y menores consumos de energía gracias a la instalación de sistemas automatizados o paneles solares, entre otros. Si bien estas medidas mostraban significativos cambios ambientales, surgía la pregunta: ¿De qué sirve tener un proceso que consume menos recursos si el producto como tal sigue siendo altamente contaminante al no integrarse un enfoque de ciclo de vida?
- 2) La PML se centraba en el interior de las empresas sin llegar a los consumidores finales de productos. Así, la transformación de los hábitos de los consumidores hacia patrones de consumo más responsables con el ambiente no era una prioridad. Surgió entonces la pregunta: ¿Cómo ayudar, incentivar y/o concientizar a los consumidores para que demanden y exijan “productos más verdes”? A continuación, se presenta la imagen con la cual se sintetizó esta información y se le presentó a las comunidades.

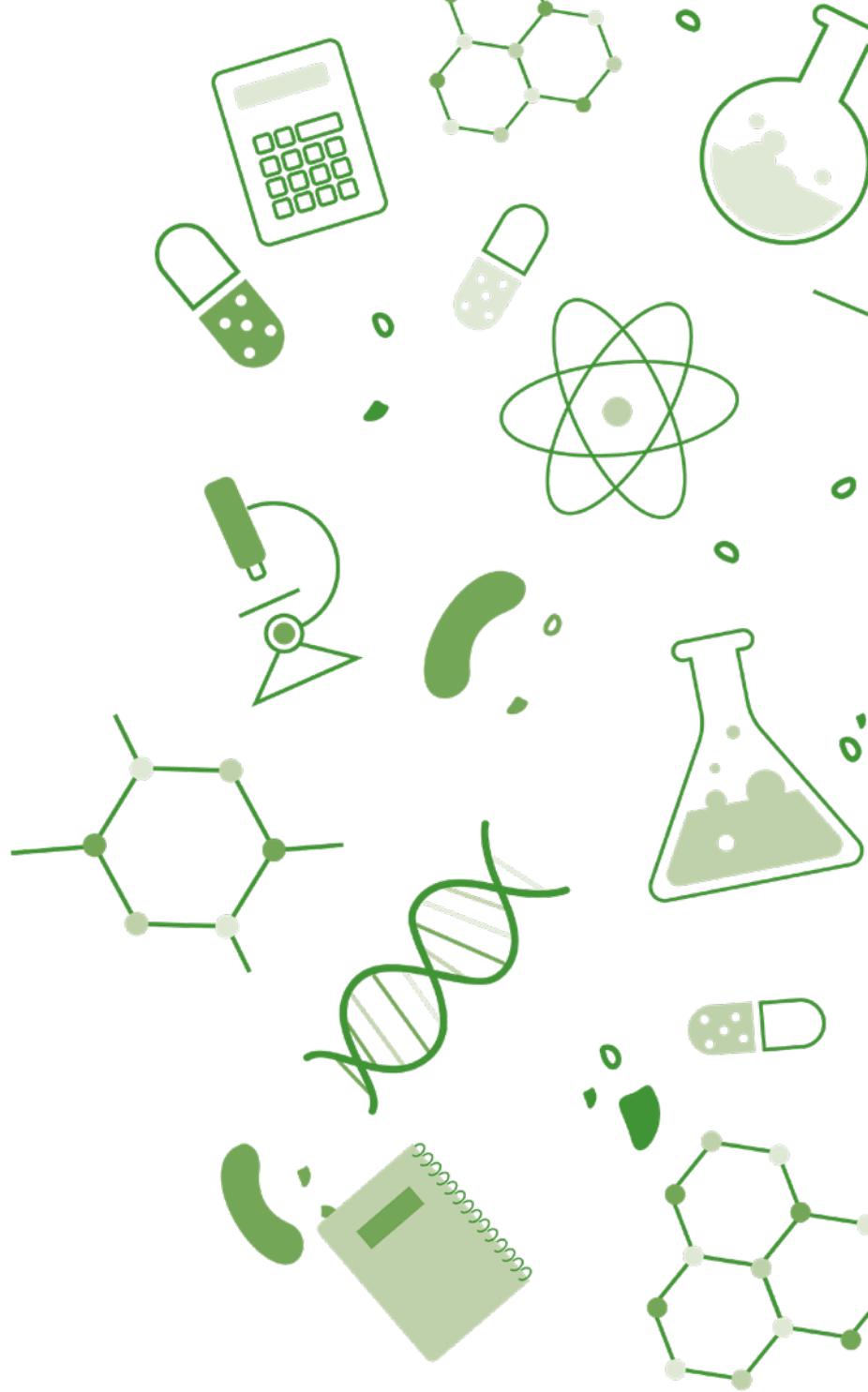


Figura 7

Síntesis producción más limpia. Cartilla: Mujer, ciencia y tecnología para la industria verde.

PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

La **Producción Más Limpia (PML)** es la aplicación continua a los procesos, productos, y servicios, de una estrategia integrada y preventiva, con el fin de incrementar la eficiencia en todos los campos, y reducir los riesgos sobre los seres humanos y el medio ambiente.

Por tratarse de una estrategia de prevención de la contaminación, la **PML** tiene como **objetivo principal** el desarrollo sostenible, la reducción de riesgos para las personas y el medio ambiente y el aumento de la eficiencia en los procesos.

¿Sabías que:
Los beneficios de la PML se ven reflejados en tu actividad productiva a nivel ambiental, social y económico?



minimizando los impactos ambientales generados en la actividad productiva.

AMBIENTAL

Garantizando una menor afectación al ambiente y a las áreas de influencia directa de la actividad, lo que repercute en la disminución de conflictos.

Mejorando la calidad de vida de la población directa e indirectamente expuesta en el proceso productivo.

SOCIAL



Disminuyendo los costos de operación, mejorando la eficiencia del proceso productivo, aumentando el valor de los productos o subproductos y evitando multas y sanciones.

ECONÓMICO



Fuente: elaboración propia y modificada a partir del diseño de Aura María Gómez Espinosa para el proyecto Removiendo barreras para la incorporación, retención y avance de mujeres en la industria verde. Financiado por: IDRC

2.2. Producción y Consumo Sostenible (P&CS)

Debido a las limitaciones de la PML, se comprendió que los cambios hacia patrones de producción y consumo sostenible requerían tanto de las EMPRESAS como de los CONSUMIDORES, y por lo tanto ambos eran actores fundamentales que había que contemplar y vincular en estos procesos. A raíz de ello, se propuso dejar de hablar de PML y comenzar a hablar de Producción y Consumo Sostenible (P&CS), surgiendo este como un nuevo término que no pretende reemplazar la PML sino complementarla. Este fue diferenciado como el ODS 12, parte de la Agenda 2030 (UNIDO y UNEP, 2015).

Siguiendo las directrices de las Naciones Unidas para avanzar hacia la Producción y Consumo Sostenibles (P&CS), en 2011 el Ministerio de Ambiente de Colombia reemplazó la primera Política de Producción Más Limpia (PML) de 1997 por una nueva Política de P&CS, enfocada en los “productos verdes”, la cual permaneció vigente hasta 2021. El objetivo principal de esta política es “orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la economía colombiana hacia la sostenibilidad ambiental y consecuente con ello, contribuir al mejoramiento de la competitividad empresarial” (p. 16). Para lograr este propósito, se busca generar un cambio en el comportamiento de diversos actores, como empresarios, líderes gremiales, autoridades ambientales, funcionarios gubernamentales, universidades, ONGs y ciudadanos, con el fin de impulsar un avance conjunto hacia prácticas más sostenibles en la producción y el consumo.

A su vez, esta política define la Producción y Consumo Sostenible, como:

sistema integrado de producción y consumo, donde las tendencias están interrelacionadas y se afectan mutuamente. Cualquier cambio en la producción, impacta en el consumo y viceversa. En la medida en que la empresa logra disminuir el impacto ambiental de su proceso de producción, automáticamente el producto o servicio que ofrece en el mercado es más sostenible. Por otro lado, las fuerzas de demanda pueden incentivar la producción más limpia.

Por otro lado, en este documento se entiende como “producto”: “es algo (objeto, organización, lugar, idea) que puede ser ofrecido a un mercado, en atención a una necesidad, un uso o consumo, y que debería satisfacer una necesidad o preferencia. Y, como “productos menos contaminantes”: “categoría que involucra productos a partir de materiales no renovables, que se identifican con algunas o varias de las características definidas en la serie ISO 14021” (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT], 2011).

De nuevo, aunque la nueva política de P&CS se concibió desde una mirada mucho más holística, se comenzaron a identificar algunos vacíos en su aplicación y principalmente en lograr impactos más allá de lo individual hacia lo regional. Es decir, impactos positivos no solo en las empresas que adoptaban modelos de P&CS, sino en las regiones donde estas industrias y consumidores interactúan. Esto ayudó al surgimiento del nuevo concepto de economía circular, el cual promueve el enfoque de ciclo de vida del producto con alcances locales y regionales.

2.3. Economía circular

Desde la revolución industrial el modelo lineal de extraer – consumir – tirar ha sido el dominante en la economía. Este modelo, al basarse en la falsa ideología de que los recursos del planeta son insostenibles, ha llevado a un deterioro grave del medio ambiente, disminuyendo posibilidades de las generaciones futuras, es decir es insostenible.

La Fundación Ellen MacArthur, organización reconocida como líder en el tema de economía circular a nivel mundial, propone un nuevo modelo económico conocido como economía circular (o espiral), definido originalmente como (FEM, 2015):

un sistema económico e industrial que toma como punto de partida la reutilización de productos y materias primas y la resiliencia de los recursos naturales, minimiza la destrucción de valor a través de todo el sistema y se esfuerza por la creación de valor en cada parte del sistema (p. 17).

En la economía circular, los productos tienen múltiples usos, y los residuos se conciben como subproductos que pueden reutilizarse, valorizarse o transformarse múltiples veces, para finalmente ser dispuestos como residuos como una última opción. Así, tanto los productos y/o residuos (subproductos) de origen biológico y técnico pueden ser reutilizados y mantenerlos vivos en el sistema económico. Lo que corresponde a un residuo para una empresa o individuo ya que no lo usará más, puede servir a otra empresa o individuo que convierta dicho residuo en algo útil para sí. De esta forma, el supuesto residuo se convierte en un nutriente que alimenta otras empresas y personas, y por lo tanto alimenta el sistema económico al mantenerse dentro

de él por mayor tiempo, antes de ser finalmente desechado. La “basura” se convierte en alimento que nutre el sistema.

En Colombia, se lanza en 2019 la Estrategia Nacional de Economía Circular, la cual tiene como objetivo “promover la transformación productiva para maximizar el valor agregado de los sistemas industriales y agropecuarios y las ciudades sostenibles en términos económicos, ambientales y sociales, a partir de la circularidad, innovación tecnológica, colaboración en nuevos modelos de negocio”(p. 8). Para ello, se plantea como uno de sus objetivos específicos: “impulsar la investigación y fortalecer las capacidades de actores de organizaciones privados y públicos, en innovación para la transformación productiva basada en modelos de economía circular” (Circular del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS, 2019, p. 6). Es aquí donde el proyecto con el IDRC cobra mayor importancia, ya que permitirá fortalecer capacidades académicas y habilidades vocacionales en actores claves, principalmente la mujer, permitiéndole promover industrias verdes basadas en estrategias más circulares.

La formulación de políticas públicas enfocadas en la participación de las mujeres en áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) tiene sus raíces en las iniciativas de “Popularización de la Ciencia” (Pérez, 2010), las cuales, a partir de 1995, comenzaron a ser conceptualizadas como “Apropiación Social de Ciencia y Tecnología” (AScyT). Según Pérez, la popularización de la ciencia surgió del proyecto de desarrollo estadounidense en la década de los noventa, respaldado por agencias multilaterales como el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial y la ONU. Actualmente, la popularización de la ciencia es un fenómeno global, orientado a promover modelos de democratización del conocimiento y a hacer la ciencia accesible a diversos sectores de la sociedad.

Figura 8

Dibujo etnográfico sobre situaciones que motivan el ingreso a carreras ambientales



Fuente: elaborado por Isabel Herrera Montaña durante el desarrollo de un grupo focal con aprendices del programa Técnico en Monitoreo Ambiental del Centro de Biotecnología Industrial -SENA de Palmira-.

El detrimento de la biodiversidad y el mal uso de los servicios ecosistémicos que hacen posible la vida humana, son algunos de los impactos ambientales negativos como resultado de patrones de producción y consumo insostenibles que conllevan a que en Colombia se proponga en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2018–2022 acelerar el tránsito hacia un modelo económico que respete la naturaleza con inclusión social (Ley 1955 de 2019) de manera similar el PND 2022–2026 propone fortalecer un modelo productivo que propicie el desarrollo sostenible, con base en el respeto a la naturaleza, dejando atrás el modelo extractivista y democratizando el uso de energías limpias (Ley 2294 de 2023).

En medio de este escenario, la transición hacia industrias verdes e inclusivas es una prioridad y un gran desafío, teniendo en cuenta que la mayoría de las empresas nacionales no implementan acciones ambientales y que las mujeres tienden a ser excluidas de los nuevos *empleos verdes* (Elsinger, 2021). Dichos empleos se han orientado a sectores como la energía renovable, construcción sostenible, transporte eléctrico, eficiencia energética, automatización de procesos productivos, entre otras actividades de los campos STEM, tradicionalmente dominados por los hombres. Las mujeres mantienen una subrepresentación en la nueva *economía verde* (Vargas et al., 2018).

Es un hecho documentado que la presencia de las mujeres en carreras de ciencia y tecnología ha sido menor en comparación con la de los hombres. Esta situación viene siendo estudiada por diferentes disciplinas tanto de las ciencias sociales, ciencias de la educación (Unesco, 2019) como de la ingeniería y las ciencias naturales. Al respecto, una de las estrategias para promover el aprendizaje colaborativo entre mujeres, que se implementa en nuestro proyecto, fue la transformación de emprendimientos rurales liderados

por mujeres, a través de la Producción más limpia, PML con asesoría técnica especializada de mujeres expertas en el tema y estudiantes en formación que hicieron práctica en el emprendimiento rural. De esta manera, se da respuesta a tres propósitos: uno, poner en práctica la producción más limpia, dos, promover la metodología del “aprender haciendo”, tres, promover el diálogo formativo entre mujeres.

Esos emprendimientos rurales fueron transformados de acuerdo con sus propias necesidades hacia una producción más sostenible, con la participación de Ingenieras ambientales con amplia experiencia en el campo y con la práctica de aprendices del Centro de Biotecnología del SENA de Palmira. En este proceso, las ingenieras compartieron sus conocimientos a las aprendices, en la finca Alto Bello; emprendimiento rural liderado por Angelita Riascos. Esta finca está ubicada en la vereda La Quisquina, zona rural de Palmira y en ella, Angelita y su familia, tiene cultivos de café, plátano, algunos frutales, crianza de especies medianas como cerdos y menores como gallinas. A través de la PML y de la economía circular se logró que los residuos del café se convirtieran en compostaje y dejaran de contaminar la tierra y el agua de la finca, además de pasar de un nivel 1 a un nivel 4, en las categorías que maneja la Federación Nacional de Cafeteros, convirtiéndolo como un café ecológico mucho mejor posicionado en el mercado.

Además del beneficio ambiental con las transformaciones incorporadas en el café, también se logró mejorar la salud de Angelita, puesto que la práctica rudimentaria del oficio le había afectado el manguito rotador y con las nuevas prácticas, mejoró su salud de manera significativa, gracias al uso del “integrado”, como se mostrará en las siguientes imágenes. Por otra parte, los residuos orgánicos de los cerdos que cría Angelita se convirtieron en la materia prima

del biodigestor que fue instalado en su finca y que generó gas para uso doméstico en su vivienda y biol para abonar las otras plantas que tiene en su finca.

Esta experiencia transformó la vida de Angelita, de su familia y de su comunidad, ya que permitió socializar cómo la implementación de prácticas de producción más limpia y de bajo costo puede generar beneficios tanto para la salud de la principal responsable del emprendimiento rural como para el medio ambiente. La producción convencional de café, que genera residuos que contaminan las fuentes hídricas y los suelos, fue sustituida en la finca de Angelita por un manejo circular de estos residuos, evitando su contaminación y aprovechándolos de manera sostenible. A continuación, se presenta una síntesis en formato de cartilla informativa sobre las transformaciones realizadas en la finca Alto Bello, un material educativo elaborado durante el transcurso del proyecto.

Figura 9
Portada de la cartilla informativa sobre transformaciones en una finca cafetera, donde se aprecia a Angelita y diversos aspectos de su finca Alto Bello



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 10
Angelita con el antiguo sistema para procesar el grano de café; sistema que afectó su manguito rotador



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 10
La ingeniera Claudia Mejía explica las desventajas de manejar el café de una forma convencional, tanto a Angelita como a aprendices del Centro de Biotecnología del SENA



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 11

“Integrado” sistema de producción más limpia para preprocesar café, amigable con el medio ambiente y con la salud humana



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 12

Distintos aspectos del nuevo montaje para una PML del café



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 13

Distintos aspectos del nuevo montaje para una PML del café ecológico en la finca Alto Bello



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

2.4. Referencias

- Aboelimged, M. (2018). The drivers of sustainable manufacturing practices in Egyptian SMEs and their impact on competitive capabilities: A PLS-SEM model. *Journal of Cleaner Production*, 175, 207. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.040>
- Apgar, J., Ekong, J., Sarapura, S., y Douthwaite, B. (2015). Strengthening capacities for research in development in aquatic agricultural systems. *Working Paper, CGIAR Research Program on Aquatic Agricultural Systems*. https://www.researchgate.net/publication/283463243_Strengthening_capacities_for_research_in_development_in_aquatic_agricultural_systems
- Barker, G., Ricardo, G. y Nascimento, M. (2007). Engaging men and boys in changing gender-based inequity in health: Evidence from programme interventions. *World Health Organization*. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43679/9789241595490_eng.pdf
- Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR). (2020). Gender transformative approaches to overcome constraining gender norms. <https://gender.cgiar.org/tools-methods-manuals/gender-transformative-approaches-overcome-constraining-gender-norms>
- Chuisano, S. A., Rafferty, J., Allen, A., Chang, T., Diemer, M., Harris, K., Vaughn, L. M., Watkins, D. C., y DeJonckheere, M. (2023). Increasing representation and diversity in health research: A protocol of the MYHealth research training program for high school students. *PLOS ONE*, 18(9), e0281790. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281790>
- Elsinger, M. E., Pereyra, M. J., y Rodríguez, A. (2021). Empleo Verde y Desarrollo Sostenible. *Centro de Estudios Estratégicos de Relaciones Internacionales*, 1-9.
- Interagency Gender Working Group (IGWG). (2017). The gender integration continuum. https://www.igwg.org/wp-content/uploads/2017/05/GenderContinuum-PowerPoint_final.pdf
- Guelman, A., Cabaluz, F., Palumbo, M. y Salazar M. (2020). *Educación popular: Para una pedagogía emancipadora latinoamericana*. CLACSO.
- Kantor, P., y Apgar, M. (2013). Transformative change in the CGIAR Research Program on Aquatic Agricultural Systems. Penang, Malaysia: CGIAR Research Program on Aquatic Agricultural Systems. *Program Brief: AAS-2013-25*.
- Ley 1955 de 2019. Plan Nacional de desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”. Congreso de la República. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=93970>
- Ley 2294 de 2023. Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia potencia mundial de la vida”. Congreso de la República. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2016). La experiencia en Malasia de la participación de las niñas en la educación de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM). *UNESCO Oficina Internacional de Educación*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2019). Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología y matemáticas (STEM). <https://bit.ly/36e39Zl>
- Posada, N., y Parra, M. (2020). Semillero Medio Ambiente y Sociedad: Investigación acción participativa en clave socioambiental. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 12(22), 173-195. <https://doi.org/10.22430/21457778.1417>

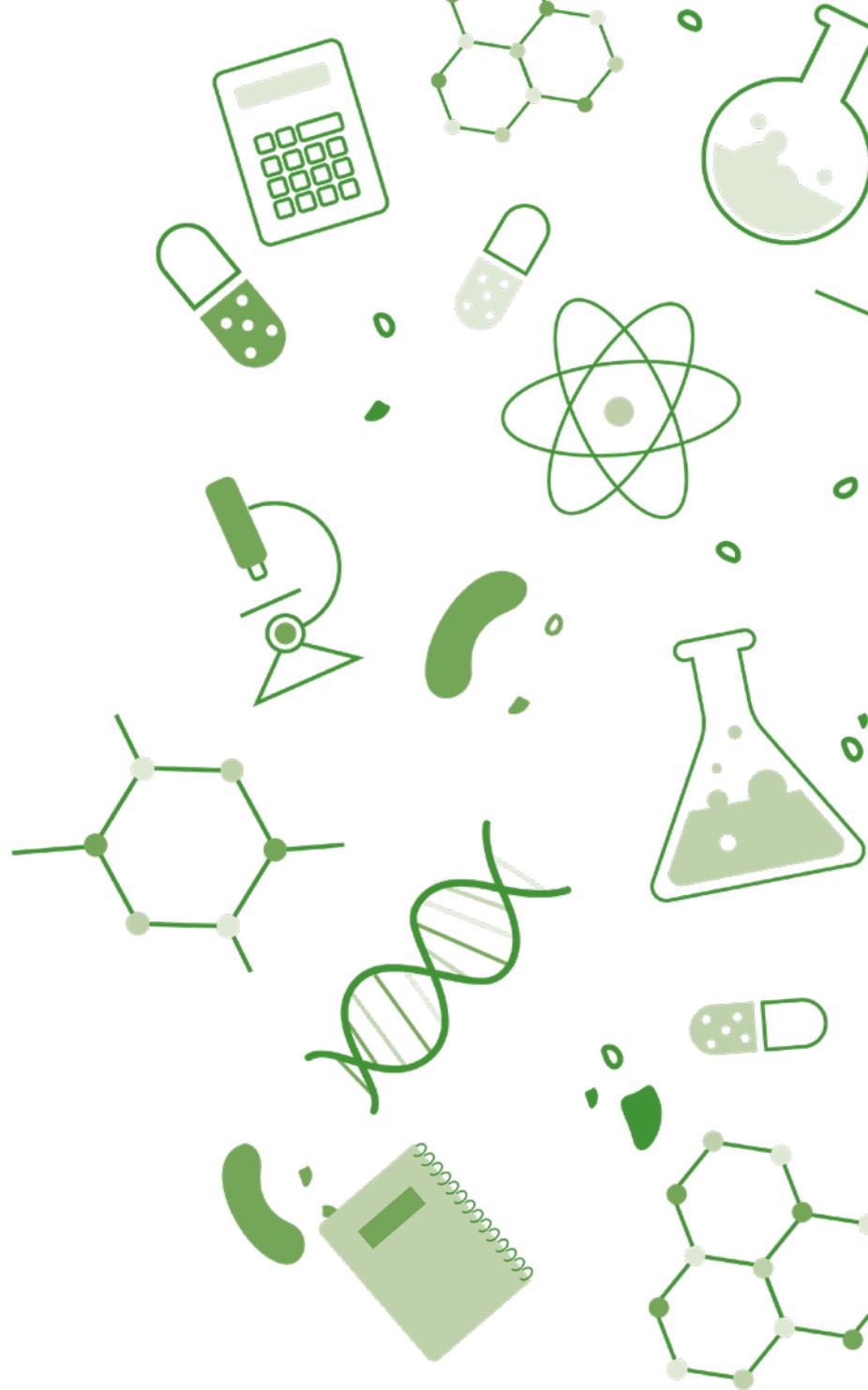
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP). (2011). *Towards a green economy – pathways for sustainable development and poverty eradication: A synthesis for policy makers*.

Sarapura, S., y Puskur, R. (2014). Gender capacity development and organizational culture change in the CGIAR Research Program on Aquatic Agricultural Systems: A conceptual framework. Penang, Malaysia: CGIAR Research Program on Aquatic Agricultural Systems. *Working Paper: AAS-2014-45*.

Seth, D., Ahemad, M., y Shrivastava, R. (2018). Green manufacturing drivers and their relationships for small and medium (SME) and large industries. *Journal of Cleaner Production*, 198, 74-85. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.148>

Thomas, D. R., y Larwin, K. H. (2023). A meta-analytic investigation of the impact of middle school STEM education: Where are all the students of color? *International Journal of STEM Education*, 10(1), 43. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00425-8>

Vásquez, P. (2017). Strategies for the integration and institutionalization of cleaner production knowledge in micro, small and medium enterprises (MSMEs). *University of Guelph, School of Environmental Design and Rural Development*. <http://hd.h.net/10214/10243>



Capítulo 3

3. Mi científica favorita

Estrategia para divulgar referentes de mujeres científicas

Una de las recomendaciones de la Unesco (2019) para promover la educación STEM en las niñas y las jóvenes, es mostrarles ejemplos significativos de mujeres que se han posicionado en las ciencias y la tecnología, de forma que encuentren en ellas modelos a seguir y refuercen la idea de que sí existen mujeres en el mundo de la ciencia, sino que no las han conocido; es en ese contexto donde surgen los talleres “Mi científica favorita”.

Yo seré la próxima científica colombiana, fue la expresión utilizada por una estudiante luego de participar en uno de los talleres “Mí científica favorita”, donde se presenta un abanico de mujeres científicas locales, regionales, nacionales y latinoamericanas que no son de amplio conocimiento, que circulan por las redes sociales ni por los medios masivos de comunicación, y es pertinente que las nuevas generaciones de mujeres en formación STEM las conozcan y vean en ellas un referente a seguir. Estos talleres se hicieron con mujeres del área urbana y rural de Palmira, Florida, Pradera y Cerreto, en el Valle del Cauca, Colombia.

3.1. Taller de modalidad urbana

Los talleres consisten en dar a conocer la vida y obra de científicas latinoamericanas, e inclusive de algunas que son egresadas del SENA. Para ello, una facilitadora explica qué son las brechas de género en el campo STEM, y brinda información sobre la historia y trayectoria de mujeres científicas, las cuales se abordan en el taller. Este espacio articuló herramientas del arte y la ciencia en creaciones colectivas para dar a conocer temas asociados a las industrias verdes y las brechas de género en el campo STEM. Estas secciones se desarrollaron con grupos mixtos de aprendices de los programas de formación priorizados e instructoras del semillero de investigación.

Los talleres se desarrollan con una metodología socio afectiva (González, 2014) orientada por el modelo constructivista, que consiste en que las y los aprendices reflexionan sobre su lugar en el mundo, como también, reconozcan la forma en que se dan las relaciones de convivencia entre hombres y mujeres. Los contenidos son abordados a partir de la experiencia de cada aprendiz y la reflexión que ello conlleva. Los talleres estaban dirigidos a población de aprendices de la zona urbana de Palmira y se llevaron a cabo sesiones presenciales y/o virtuales (según disponibilidad de aforos en el Centro de Biotecnología) en las que se conversó con los asistentes sobre la problemática de la brecha de género carreras de ciencia y tecnología, se resaltaron los liderazgos femeninos del SENA en la región, en ciencia e industrias verdes y mediante la creación artística. Los grupos de aprendices conocieron y se apropiaron de la trayectoria y aportes de científicas colombianas y latinoamericanas.

Durante el desarrollo de los talleres, las aprendices del SENA realizaron una búsqueda en revistas e internet sobre

científicas de diversas disciplinas, utilizando descriptores como “mujeres en la ciencia”, “mujeres científicas” y “ciencia y mujer”. Al explorar las historias y trayectorias de estas científicas, se sorprendieron al descubrir tantas biografías que no habrían conocido si no fuera por este espacio. Al finalizar el taller, cada participante debía seleccionar a su científica favorita, basando su elección en las afinidades que encontraba con su propia historia o en algún aspecto de la biografía que le hubiera impactado. Al final, cada una presentó al grupo las razones por las cuales eligió a esa científica.



Figura 14

Dibujo etnográfico del taller Mi científica favorita realizado en Palmira. En el dibujo se aprecia aprendices SENA elaborando collages en carteleras con la temática de una científica colombiana



"Aquí conocí diferentes científicas y sope cómo le aportan a la sociedad."

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Dentro de los testimonios que muestran el impacto positivo de la actividad, algunas aprendices participantes del Sena de Palmira mencionaron lo siguiente:

“Aprendí que las mujeres son muy discriminadas en nuestro entorno y aprendí que ellas deben tener las mismas oportunidades” (comunicación personal).

“Aprendí sobre la industria verde, como podemos incluirla en nuestra carrera y aprendí que las mujeres también podemos ser empoderadas”(comunicación personal).

“El taller apunta a mi sed de sobresalir en el campo laboral donde me desenvuelva, pues la desigualdad de género debe erradicarse” (comunicación personal).

“...las mujeres somos capaces de muchas cosas, no solo de ser madres” (comunicación personal).

“(El taller) Me aporta que el día que trabaje con una mujer no puedo discriminarla” (comunicación personal).

Una de las sesiones fue impartida por instructoras del SENA, responsables de los Semilleros de Investigación, con el objetivo de dejar una capacidad instalada que permitiera replicar la experiencia una vez concluido el proyecto “Removiendo Barreras...”. Posteriormente, el SENA decidió adoptar esta actividad como un requisito para todos los aprendices que deseen formar parte de los semilleros de investigación.

3.2. Taller de modalidad rural: “el sancocho conversado”

Los talleres fueron adaptados metodológicamente para ser aplicado con aprendices de la zona rural, desde una perspectiva diferencial. Para cumplir este objetivo se adaptó una práctica tradicional para generar un intercambio de saberes: el sancocho. El “sancocho” es una comida típica que se consume tanto en la zona rural como urbana; este plato tiene fuerte arraigo en la gastronomía local, y consiste en una sopa que tiene diversos ingredientes como carnes de distinto tipo, plátano, raíces, como yuca y papa, maíz y condimentos naturales que le dan un gusto particular. Se considera que el sancocho hecho con cocina de leña (madera) es el mejor.

Es común que las familias colombianas y también grupos de amigos se reúnan para hacer un “sancocho” y que los y las invitadas contribuyan con los ingredientes o elaboración. En torno al sancocho se socializa, se conversa, se construye. Así, es común que cuando un grupo se quiera reunir y no sepa qué hacer de comida, alguien sugiere como propuesta simple que a todas las personas les gusta: “hagamos un sancocho”. Por esta razón, el taller “Mi científica favorita” fue llamado “e l s ancocho” al ser llevado a cabo en la zona rural con aprendices de los programas STEM y ambientales “Técnico en Cultivos Agrícolas” y “Técnico en Aprovechamiento Sostenible de la Biodiversidad Vegetal”.

Figura 15

Desarrollo del Taller Mi científica favorita en contexto rural: "el sancocho conversado"



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

En la imagen se observa aprendices SENA del programa Agrosena preparando colectivamente el sancocho. Las mujeres jugaron un papel muy activo en la preparación de alimentos, mientras que los hombres participaron de la instalación y el mantenimiento del fogón. Detrás de la “cocina”, instalada en unas mesas plásticas se dispuso el “tendedero”, que fue una herramienta para propiciar la conversación entre asistentes.

Esta actividad, al ser una adaptación del taller “Mí científica favorita” en la zona rural, también se basó en la metodología socio afectiva (González, 2014), orientada por la visión constructivista. Como se mencionó anteriormente, este enfoque aplica técnicas en que las y los aprendices comprenden su lugar en la familia y la comunidad, como también las relaciones de convivencia entre hombres y mujeres. Para tal fin, esta metodología promueve las reflexiones construidas desde la experiencia de cada participante, recorriendo las siguientes fases: 1. sentir: se da durante la vivencia experimentada (en este caso, la cocina colectiva). 2. reflexión: se elabora a partir de dichas vivencias, empleando preguntas para activar la conversación. 3. actuar: El proceso culmina cuando los y las participantes aplican en la práctica (participar indistintamente de las labores del sancocho). Se manejó un enfoque interseccional al adaptar el ejercicio a la población rural de aprendices mediante el diálogo de saberes durante la preparación de un plato típico en colectivo. El programa formativo al que iba dirigida esta actividad era el “Técnico en Cultivos Agrícolas”, el cual hace parte de la oferta del SENA para comunidades rurales, conocido como Agrosena.

El encuentro se dio en un espacio campestre, abierto, con fogón de leña, con la participación de aprendices, instructores, invitadas (egresadas) y el equipo base del proyecto.

Se compartieron conocimientos de producción sostenible, experiencias de vida de las mujeres líderes asistentes y se dieron a conocer los negocios verdes de aprendices y de las egresadas visitantes. La conversación fue propiciada mediante la dinámica “el tendedero”, que consistió en una serie de preguntas alrededor de los negocios verdes rurales y las barreras para las mujeres en tales campos. Cada asistente por solicitud de la dinamizadora debía escoger una pregunta, leerla ante el público y responderla o conversar con los demás invitados sobre el tema. En ese espacio cada persona se presentaba y mostraba los productos de su emprendimiento o negocio verde.

La primera experiencia fue registrada en un video que resumió los principales momentos y puede ser conocida en un video publicado por el Instituto de Estudios para la Sostenibilidad de la Universidad Autónoma de Occidente³. El lugar escogido fue la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA) en el municipio de Florida, Valle del Cauca. El sonido de la conversación fue amplificado para realizar un ejercicio de escucha y recopilación de experiencias alrededor del trabajo de las productoras rurales en campos STEM y ambientales. Este ejercicio se desarrolló alrededor de preguntas que fueron abordadas de manera lúdica, en simultáneo con la labor de cocina colectiva. El intercambio de experiencias fue guiado por una profesional social del equipo, con apoyo del resto del equipo base.

³ Instituto de Estudios para la Sostenibilidad de la Universidad Autónoma de Occidente. Video de la primera experiencia. Disponible en: <https://bit.ly/3wbxxrW>.

Figura 16

Captura de pantalla del video sobre "el sancocho"



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Al realizar la evaluación sobre la actividad, algunas de las participantes mencionaron que:

“la actividad de hoy fue muy importante porque pude conocer el trabajo que están desarrollando otras aprendices y egresadas del SENA , entonces es muy útil para establecer redes sobre todo con otras mujeres” (comunicación personal).

“la actividad nos permitió contar nuestras experiencias y nuestras expectativas para el futuro e integración que eso deberíamos hacerlo todo el mundo para que haya paz en las comunidades” (comunicación personal).

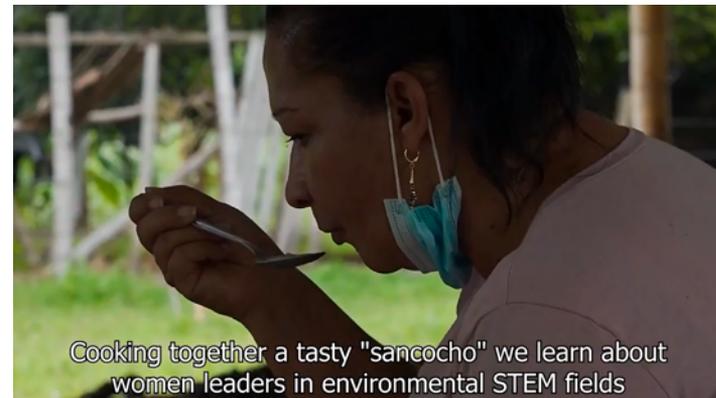
“esta experiencia fue muy chévere porque compartimos un almuerzo y por el aprendizaje ya que aquí hay personas con ideas muy buenas. De eso llevamos muchas cosas buenas que nos ayudan en nuestras labores diarias” (comunicación personal).

“fue muy chévere porque compartimos, hace rato queríamos una actividad así para compartir, hablar, intercambiar experiencias, relajarnos...” (comunicación personal).

La implementación de esta iniciativa busca evidenciar que a pesar de la contribución de las mujeres al desarrollo de los campos STEM ambientales, su trabajo no ha tenido el reconocimiento debido. Se busca una familiarización de los y las participantes con la labor de líderes femeninas de unidades productivas verdes locales, visibilizando sus logros y desafíos. Del mismo modo, se incluyen contenidos técnicos sobre las características de los negocios verdes STEM.

Figura 17

Captura de pantalla del video sobre "el sancocho"



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 18

Captura de pantalla del video sobre "el sancocho"



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

3.3. Referencias

- Aguirre, Ly Odriozola, A. (2000). La alternativa humanista para la educación superior del siglo XXI. *Revista Electrónica Sinéctica* 16 45-52
- Baujin, J. (2013). Sin cultura humanista potente no hay plenitud del hombre en el reino de este mundo. Entrevista a Jose Antonio Baujin, . Universidad de La Habana, 228-238.
- De La Caba, M. (1999). Educación afectiva, País Vasco: Servicio editorial de la Universidad del País Vasco.
- Domínguez, L. (2014). Sobre el trabajo educativo y político ideológico en la Universidad de La Habana», en colectivo de autores: Juventud y grupos en la educación superior: apuntes desde la psicología, 145-158
- Fernández, M., Palomero, J Y Teruel, M. (2009): El desarrollo socioafectivo en la formación inicial de los maestros. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* 12 (1), . 33-50
- González- Medina, B . (2014). Metodología Socioafectiva: Una alternativa para la creación de ambientes de aprendizaje trascendentes. *DOCERE*, (11), 25–30. <https://doi.org/10.33064/2014docere111798>



Capítulo 4



4. Mujeres que inspiran

Conversando con mujeres de áreas STEM en ámbitos locales e internacionales

La estrategia: “Conversatorios con mujeres que inspiran” consistió en divulgar el trabajo investigativo de lideresas en los campos de Ciencia, Tecnología e Industrias verdes en el ámbito local e internacional, a través de conversaciones con expertas donde compartieron sus trayectorias de vida y su experiencia para hacer ciencia. Esta estrategia está encaminada a remover las barreras culturales y sociales que enfrentan las mujeres en el mundo de la ciencia y que les hace creer que no pueden llegar a ser científicas, a través de posicionar nuevos universos simbólicos para las nuevas generaciones de mujeres, donde se reconozcan los liderazgos femeninos en el campo STEM en contraste con un universo simbólico que privilegia la estética y las labores de cuidado orientando a las mujeres hacia carreras afines a estas representaciones. Se procuró que las expertas invitadas tuvieran orígenes étnicos, socioeconómicos o identidades diversas, en correspondencia con la interseccionalidad que también promovimos en el proyecto.

En el segundo semestre del año 2021 se realizaron 8 conversatorios en modalidad virtual con una duración promedio de dos horas y un público diverso con énfasis en aprendices y egresadas del SENA, como también estudiantes universitarias. El ciclo de conversatorios se realizó dentro de la

Cátedra de Sostenibilidad realizada por el Instituto de estudios para la sostenibilidad, de la Universidad Autónoma de Occidente. La consigna que le dimos a las expertas invitadas fue desarrollar su intervención en dos partes: en la primera debían dar cuenta de su trayectoria de vida, articulado con su experiencia académica y en la segunda parte les pedimos que nos contaran en palabras sencillas para un público no experto en qué consistía su investigación o su actuación en el campo STEM. En la siguiente imagen se ilustran los nombres de las invitadas, con fechas y temáticas abordadas. Y más adelante se trae una muestra de algunas de las piezas publicitarias realizadas para invitar a los conversatorios.

Figura 19
Cartel de divulgación para promover conversatorios sobre mujer y sostenibilidad

PROGRAMACIÓN
CÁTEDRAS DE SOSTENIBILIDAD
2021-3

18 de agosto 2:00 p.m.	Cátedra: Ser Mujer Científica Rompiendo Barreras Invitada: Gladis Miriam Aparicio Rojas Institución: Universidad Autónoma de Occidente
27 de agosto 10:00 a.m.	Cátedra: Las Ventajas de Estudiar con un Enfoque en Investigación Invitada: Clara Eugenia Goyes López Institución: Universidad Autónoma de Occidente
10 de septiembre 10:00 a.m.	Cátedra: Estrategias para una Construcción Sostenible Invitada: Sandra Ximena Vásquez Institución: Directora Equilibrio Asociados SAS
24 de septiembre 10:00 a.m.	Cátedra: Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible Invitada: María del Carmen Solís Institución: Universidad de Sevilla
8 de octubre 10:00 a.m.	Cátedra: Las Pequeñas Grandes Oportunidades de Hacer Ciencia Invitada: Diana Marcela Ordóñez Garcés Institución: Corporación Universitaria Uniminuto
22 de octubre 10:00 a.m.	Cátedra: Sin Mujeres no hay Ciencia. Invitada: María Alejandra Pinto Institución: Estudiante de maestría, Universidad de Bonn, Alemania.
12 de noviembre 10:00 a.m.	Cátedra: Presentación de agenda - Red de Mujeres en Conservación Invitada: Andrea del Pilar Cáceres Franco Institución: Corporación para la Gestión Ambiental Biodiversa - Red de Mujeres en Conservación de América Latina y el Caribe
26 de noviembre 10:00 a.m.	Cátedra: Los Bosques Secos Tropicales: Reservorios de Biodiversidad y Ejemplos de Resiliencia Invitada: Natalia Henao y Alba Marina Torres Institución: Universidad del Valle

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

YO SERÉ LA PRÓXIMA CIENTÍFICA COLOMBIANA
CIENCIA, TECNOLOGÍA E INDUSTRIAS VERDES CON ROSTRO DE MUJERES

Figura 20
Cartel Gladis Aparicio

La cátedra de Sostenibilidad del Instituto de Estudios para la Sostenibilidad y el proyecto 'Removiendo barreras para la incorporación de la mujer en ciencia y tecnología' invitan a la conferencia:

'Ser mujer científica rompiendo barreras'

**Miércoles 18 de agosto
2:00 p.m.**

A cargo de:
Gladis Miriam Aparicio Rojas
Doctora en Ciencias-Física y profesora de la facultad de Ciencias Básicas UAO

Conéctate aquí

Ciclo de conversatorios sobre mujeres en carreras STEM, encuentros con mujeres científicas que inspiran a nuevas generaciones de mujeres interesadas en carreras de ciencias y tecnología.

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 21
Cartel María del Carmen Solís

'Educación ambiental para el desarrollo sostenible intercultural desde un enfoque de género'

A cargo de:
María del Carmen Solís
Doctora en Educación
Profesora e investigadora de la Universidad de Sevilla, España

Jueves 30 de septiembre | 9:00 a.m.

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 22.
Cartel Sandra Vásquez

LA CÁTEDRA DE SOSTENIBILIDAD DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS PARA LA SOSTENIBILIDAD EN ARTICULACIÓN CON EL PROYECTO:

'REMOVIENDO BARRERAS PARA LA INCORPORACIÓN DE LA MUJER EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA'

INVITA A LA CONFERENCIA:

'ESTRATEGIAS PARA UNA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE'

A CARGO DE:

Sandra Ximena Vásquez
Directora Equilibrio Asociados SAS

Fecha: viernes 10 de septiembre
Hora: 10:00 a.m.

Conéctate aquí

Ciclo de conversatorios sobre mujeres en carreras STEM, encuentros con mujeres científicas que inspiran a nuevas generaciones de mujeres interesadas en carreras de ciencias y tecnología.

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 23.
Cartel Clara Goyes

La cátedra de Sostenibilidad del Instituto de Estudios para la Sostenibilidad y el proyecto 'Removiendo barreras para la incorporación de la mujer en ciencia y tecnología

invitan a la conferencia:

LAS VENTAJAS DE

ESTUDIAR
CON UN ENFOQUE EN

INVESTIGACIÓN

A cargo de:

Clara Eugenia Goyes López
Doctora en Ingeniería con énfasis en Ingeniería de Materiales y profesora de la facultad de Ingeniería UAO

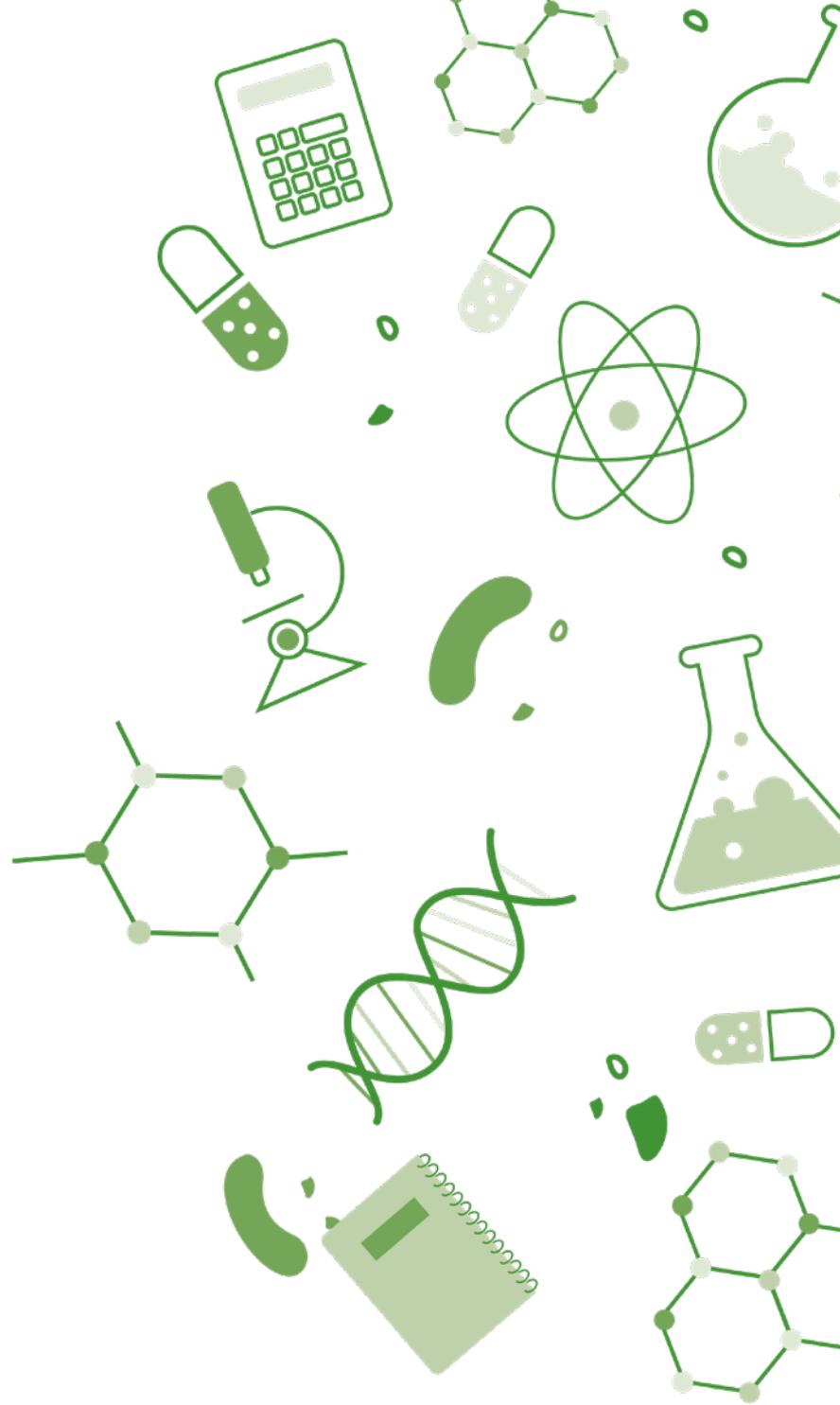
Fecha: viernes 27 de agosto
Hora: 10:00 a.m.

CONÉCTATE AQUÍ >>>

Ciclo de conversatorios sobre mujeres en carreras STEM, encuentros con mujeres científicas que inspiran a nuevas generaciones de mujeres interesadas en carreras de ciencias y tecnología.

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Para este libro, se realizó una selección de algunas de las intervenciones presentadas en la cátedra de sostenibilidad. A continuación, se conocerán las historias de diversas científicas destacadas: Gladis Miriam Aparicio Rojas, Doctora en Física, quien investiga los usos tecnológicos de la tela de araña; María Alejandra Pinto, Bióloga y estudiante de Doctorado en Biología en la ciudad de Bonn, quien reflexiona sobre los sesgos de género en la biología; Andrea del Pilar Cáceres Franco, Bióloga con énfasis en herpetología, quien promueve la Red de Mujeres en Conservación; María Juliana Bedoya, Doctora en Ecología, quien nos habla sobre la conservación de la biodiversidad; Alba Marina Cobo, Doctora en Oceanografía, quien presentó cómo investigar el fondo marino mediante metodologías no invasivas; y Diana Alexandra Bernal, Ingeniera Ambiental y Doctora en Geografía, quien nos deleitó con su enfoque sobre el agua a través de lo que ella denomina las hidropoéticas de los ríos.



4.1. Gladis Miriam Aparicio y los usos tecnológicos de la tela de araña

Figura 24

Dibujo etnográfico donde se ilustra a la científica Gladis Aparicio con la araña *Nephila clavipes* y se recrea su labor investigativa en el vivero de la Universidad Autónoma de Occidente, donde los estudiantes realizan análisis sobre el comportamiento del hilo de los arácnidos



Fuente: tomado a partir del dibujo de Isabel.

Gladis Aparicio nació en Palmira en una numerosa familia donde su padre era obrero de construcción y su madre ama de casa. De niña era muy curiosa y adoraba hacer preguntas, aunque sabía en qué momento parar; justo cuando los adultos perdían la paciencia para seguir respondiendo a sus inquietudes. Durante su infancia nunca conoció mujeres que asistieran a la universidad, pero sus docentes de la secundaria y su buen desempeño académico hicieron que la joven Gladis comenzara a preguntarse si su lugar sería al interior de los claustros académicos continuando con su formación. Gladis tiene piel canela, cabello abundante, ojos risueños y voz profunda.

Con esos ojos le comentó una vez al padre que le interesaba ingresar a la universidad, ante lo que él respondió que “la universidad es para ricos, no para gente como nosotros”. Gladys, no veía ni sentía las limitaciones a las que se refería su padre y fue así como, con el apoyo secreto de la madre, se encaminó un día a la Universidad del Valle con sede en Cali, para presentar el examen de admisión a la carrera de Física. Sin conocer el camino, Gladis abordó un bus intermunicipal y preguntó hasta que estuvo cerca de su destino.

Contó con suerte porque encontró a otra joven que se dirigía casi al mismo lugar, y las dos compartieron un taxi cuando se soltó un torrencial aguacero antes de llegar al sitio de presentación de la prueba. Gladis olvidó el documento de identidad en el vehículo amarillo en el que iba la otra chica y luego de pasar algunas dificultades pudo recuperarlo y presentarse a realizar el proceso de admisión, completamente mojada y con una hora de retraso.

Semanas después, mientras leía el periódico, Gladis se enteró que había sido admitida al programa de física en la Universidad del Valle. Más adelante la joven realizó

también una maestría y un doctorado en física, y continuó superando obstáculos para permanecer en el proceso formativo. Gladis fue monitora académica, asistente de investigación e inclusive vendió tamales en sus primeros años, mientras labraba su trayectoria académica.

En 2014 por su trabajo investigativo con un material tan innovador como la tela de la araña *Nephila clavipes*, obtuvo el premio al “mejor inventor colombiano” y en 2017 fue premiada como “Mente Brillante Mundial”, con lo cual alcanzó visibilidad alrededor del mundo y continúa inspirando a los jóvenes alrededor del mundo para que alcancen sus sueños en el mundo de la ciencia. A continuación, se relata la investigación:

Desde que me formé como física, mi tema de investigación ha sido los conductores iónicos, los cuales tienen aplicación en las baterías de celular, de computador y en todas las baterías del estado sólido. En ciencia se llaman celdas combustibles y ese es mi principal campo de estudio. Gracias al trabajo con estudiantes me he apasionado por una cantidad de temáticas; así he trabajado en el desarrollo de nuevos materiales para hernias inguinales, generando nuevas fuentes de energías renovables, en regeneración celular entre otros temas.

La investigación que me otorgó el “Premio Nacional al Inventor Colombiano” está relacionada con una araña muy especial. En el mundo existen alrededor de 50.000 especies distintas de arácnidos; en Colombia contamos con 914 especies diferentes. En el Valle del Cauca hay 212 de esas especies. Yo me dediqué a estudiar una de ellas con una característica particular: la *Nephila Clavipes* se encuentra fácilmente alrededor nuestro, porque la zona y el clima ofrecen un ambiente propicio para ella. En la Universidad

Autónoma de Occidente se la encuentra de forma libre en el vivero, donde se reproduce fácilmente.

Me interesé por estudiar esta araña porque al ingresar al doctorado debía presentar un tema de investigación novedoso. La idea era proponerlo desde mi experiencia y mis posibilidades y yo sabía que esos conductores poliméricos que estaba trabajando a nivel mundial tienen fallas mecánicas o de almacenamiento. A muchos se nos descarga el celular en el momento menos indicado, las baterías se explotan o se revientan y los materiales que se usan no tienen las mejores propiedades. Cuando empecé a estudiar la *Nephila Clavipes*, me di cuenta que su hilo es oro. De hecho, es conocida como la araña del hilo dorado, por el color de su hilo. Construyen redes nítidas con diámetros alrededor de 5 m y son hermosas. Ella llega a crecer del tamaño de una mano mientras que el tamaño de los machos es como el de una mosquita. Los machos no cazan, ni construyen. Ellos viven en la red que teje la hembra y se alimentan de lo que ella caza. La *Nephila* me brindó la posibilidad de pensar que podía mejorar las posibilidades de las membranas con su ayuda. Así comencé a familiarizarme con ella en el vivero de la Universidad y comenzamos a trabajar juntas.

Inicié con temor al principio porque no era mi especialidad, pero cuando la conocí me di cuenta que es mansa, muy dócil, inofensiva y no es venenosa. Fácilmente se relaciona con el ser humano, es feliz cuando yo recolecto su seda porque ¿A quién no le gusta estrenar casa?, Cuando limpio su seda ella reconstruye su red. Todas las arañas que conocemos tienen siete glándulas diferentes para producir el hilo, porque este lo produce dependiendo de la función para la cual esté destinada, entonces yo tenía que saber con cuál lo iba a trabajar: sí es el hilo de arrastre, para hacer el marco de la red o los radios, si es el viscoso para capturar a sus presas,

el de tipo pegamento para adhesión y captura de presas o si es el capullo para envolver a sus hijitos.

Dependiendo de eso, el hilo está compuesto esencialmente de aminoácidos. Por ejemplo, si ella va a arrastrarse solo tiene que cambiar la concentración de la glicina versus la alanina es muy inteligente para hacer esos cálculos internos y saber de qué grosor tiene que ser su hilo para la aplicación que va a construir. Este proceso se detalla en la siguiente imagen. Yo necesitaba usar los hilos de su red y fue así como comencé a trabajar con ella.

Figura 25
Hilos, tipos de glándulas y sus funciones: explicación que hizo Gladis al respecto, durante el conversatorio

Tabla 3. Hilos, Tipos de glándulas y sus funciones.

Tipo de Hilo	Glándula	Milera Utilizada	Función	Composición de aminoácidos
Hilo de Arrastre	Ampolleta principal	Anterior/Mediana	Marco de red, Radios	Glicina (37%), Alanina (18%), pequeñas cadenas (62%), polar (26%)
Hilo Viscoso	Flageliforme	Posterior	Capturar a sus presas, espirales laterales, centrales.	Glicina (44%), Prolina (21%), pequeñas cadenas laterales (56%), polar (17%)
Tipo pigmentado	Agregado	Posterior	Captura de presas, Adhesión.	Glicina (14%), Prolina (11%), Cola polar (49%), pequeñas cadenas laterales (27%)
Menor	Ampolleta menor	Anterior/Mediana	Marco de la red.	Glicina (43%), Alanina (37%) pequeñas cadenas laterales (85%), polar (26%)
Capullo	Cilíndrica	Mediana/Posterior	Reproducción.	Serina (28%), Alanina (24%), pequeñas cadenas laterales (61%), Polar (50%)
Embalsaje	Aciniforme	Mediana/Posterior	Envolver la presa capturada.	Serina (15%), Glicina (13%), Alanina (11%), pequeñas cadenas laterales (40%), Polar (47%)
Adhesión	Piniforme	Anterior	Adhesión	Serina (15%), cadenas laterales (32%), polar (58%)

Fuente: la presentación de Gladis Aparicio durante el conversatorio con mujeres científicas—Tipos de hilos que producen los arácnidos—

Continúa Gladis...

El siguiente vestido fue hecho en Madagascar y emplearon 5 años en diseñarlo y confeccionarlo; el color que ven aquí es el que produce la seda no está pasado por ningún proceso químico, es el tono natural del hilo que produce la *Nephila clavipes*. Este hilo es muy resistente, es más flexible que el nylon y más resistente

que el acero, así que las aplicaciones en adelante son infinitas. Mil doscientas arañas produjeron la cera de este vestido, 80 personas la recolectaron diariamente por 5 años y ese tiempo duró su confección.

Figura 26
Presentación de Gladis Aparicio durante el conversatorio con mujeres científicas. Vestido construido con el hilo de la *Nephila clavipes*



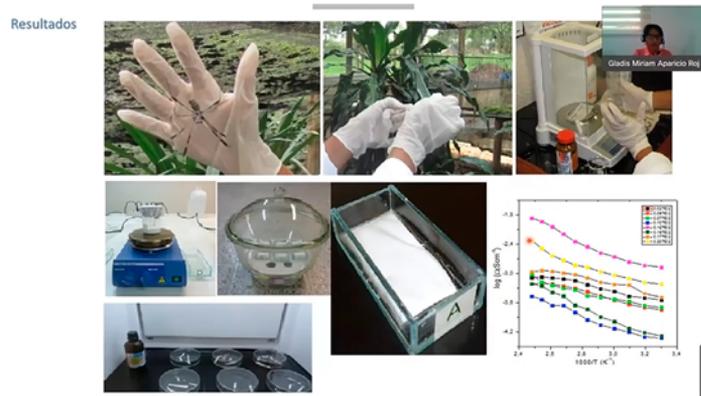
Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

En Japón emplearon el hilo de esta araña para producir cuerdas de violines, las cuales se caracterizaron por su nitidez y más profundos, pero en mi campo nunca se había empleado el hilo de araña. Yo me di cuenta que la aplicación que yo quería para el hilo de araña, era para mejorar el uso final de las baterías, mejorar el medio ambiente y producir electrolitos, nadie había trabajado con este material. Así que empleé mi experiencia previa con los conductores y el hilo de araña para conocerlo y estudiar sus propiedades. Empecé a introducirlo en la membrana después de pasar por varios procesos con diferentes concentraciones. La investigación no sale de la noche a la mañana, requiere dedicación, constancia y sobre todo perseverancia. Entonces logré obtener una membrana conductora muy resistente

después de pasar por un proceso en el laboratorio de prepararla, ionizarla y observar los resultados de conductividad.

Aquí hay una muestra sobre los resultados de conductividad. Esta conductividad varía si son metales, cristales, electrolitos sólidos, etcétera. Dependiendo de la característica del material cambian los valores de conductividad. Yo me di cuenta que los valores de conductividad estaban muy bien ubicados dentro del campo de los mejores conductores iónicos. Fue sorprendente ver como el hilo mejoró sus propiedades conductoras y eléctricas; luego estudié el almacenamiento de carga a través de una prueba de laboratorio que se llama espectroscopía de impedancias y me di cuenta que la logra mantener durante mucho tiempo. Adicionalmente no utilizo químicos que afecten el medio ambiente. A continuación, se presentan algunos momentos de las pruebas de laboratorio realizadas al hilo de la *Nephila clavipes*.

Figura 27
Presentación de Gladis Aparicio durante el conversatorio con mujeres científicas. Detalles de las pruebas de laboratorio

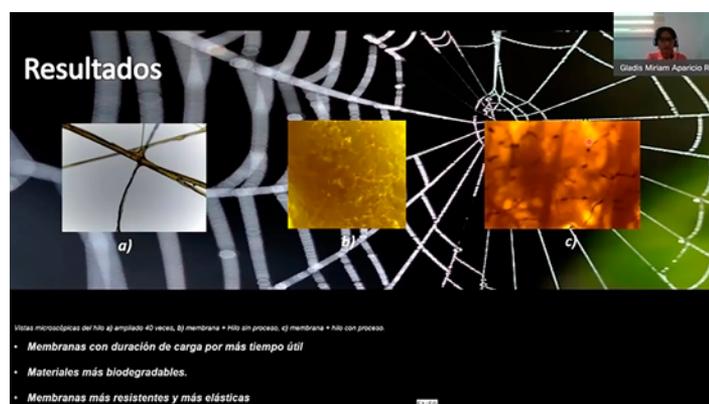


Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Encontré entonces que las membranas que yo había producido podían tener durante mucho más tiempo la carga almacenada en ellas, que eran biodegradables; y cuando estudié sus propiedades mecánicas, para observar los aspectos que están mejorando, me di cuenta que se volvieron mucho más resistentes y elásticas. En la siguiente imagen encontramos algunos registros de lo anterior.

Figura 28

Presentación de Gladis Aparicio durante el conversatorio con mujeres científicas Figura 4. a) toma del hilo en el microscopio. b) membrana con hilo dentro de ella. c) membrana con hilo con un proceso de ionización



Fuente: elaboración propia del proyecto *Removiendo Barreras*.

La membrana se hizo conductora gracias al proceso de ionización, porque el hilo de araña por sí solo es un material aislante. Yo lo utilicé para ponerlo a favor de la conducción dentro de los materiales. Ese fue el trabajo que me dio el premio nacional al inventor colombiano en el año 2014 (El Espectador, 2014).

Figura 29

La mejor inventora del mundo

La mejor inventora del mundo es colombiana

Por usar el hilo de araña para aumentar la vida útil de las baterías y hacerlas menos contaminantes, la investigadora vallecaucana ganó el premio de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.



Gladis Aparicio Rojas nació en Palmira (Valle del Cauca), estudió física en la Universidad del Valle y es magister y doctora en física. / Fotos: Fabio Posada Rivera



Fuente: tomada de una captura de pantalla del periódico *El Espectador*.

Este perfil tan robusto de la doctora en Física Gladis Miriam Aparicio Rojas, sugirió que era bastante meritorio otorgarle un reconocimiento por parte del proyecto *Removiendo Barreras*, tanto para ella como las aprendices de diversos programas del Centro de Biotecnología del SENA, sede Palmira; pues siendo ella de esta misma ciudad, se constituía

en un mensaje muy positivo para las nuevas generaciones de mujeres que están emprendiendo un camino en el mundo STEM, en su caso, empezando por el estudio tecnológico de temas ambientales. Conocer a una mujer de su propio terruño, su trayectoria y sus logros es un aliciente para que reconozcan un universo simbólico femenino que se aleja de los mandatos de género establecidos y que las acerca a nuevas posibilidades de ser mujeres científicas.

Se coincide con la premisa de la Unesco consignada en su libro “Descifrando el código” (2019) en que las niñas necesitan conocer otros referentes de ser mujer. Referentes femeninos del mundo de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, para que empiecen a soñar con ser esa próxima científica y no limitarse a la imposición de los mandatos de género, que las impulsan, simbólicamente, a dedicarse solo a labores del cuidado o a la exposición de su cuerpo para tener éxito en el mundo. También por ello, es importante reconocer a mujeres que se destacan en el mundo STEM. En las siguientes imágenes se registra el momento en que Gladis recibió el reconocimiento en Palmira.

Figura 30
Reconocimiento a la doctora Gladis Miriam Aparicio como mujer inspiradora en el mundo de la ciencia



Fuente:

El Proyecto “Removiendo Barreras para la Incorporación, Retención y Avance de las Mujeres en los Campos de la Ciencia y la Tecnología para Promover Industrias Verdes en Colombia” y el Centro de Biotecnología Industrial del SENA

Otorgan el presente

RECONOCIMIENTO

A la Doctora:

Gladis Miriam Aparicio Rojas

Por ser una Mujer Inspiradora que con su ejemplo y trayectoria científica aporta a Remover Barreras para el liderazgo femenino en la ciencia y la tecnología.

Dado en el CBI del SENA

Palmira, Valle, 27 de 2021.

4.2. María Alejandra Pinto y los sesgos de género en la biología

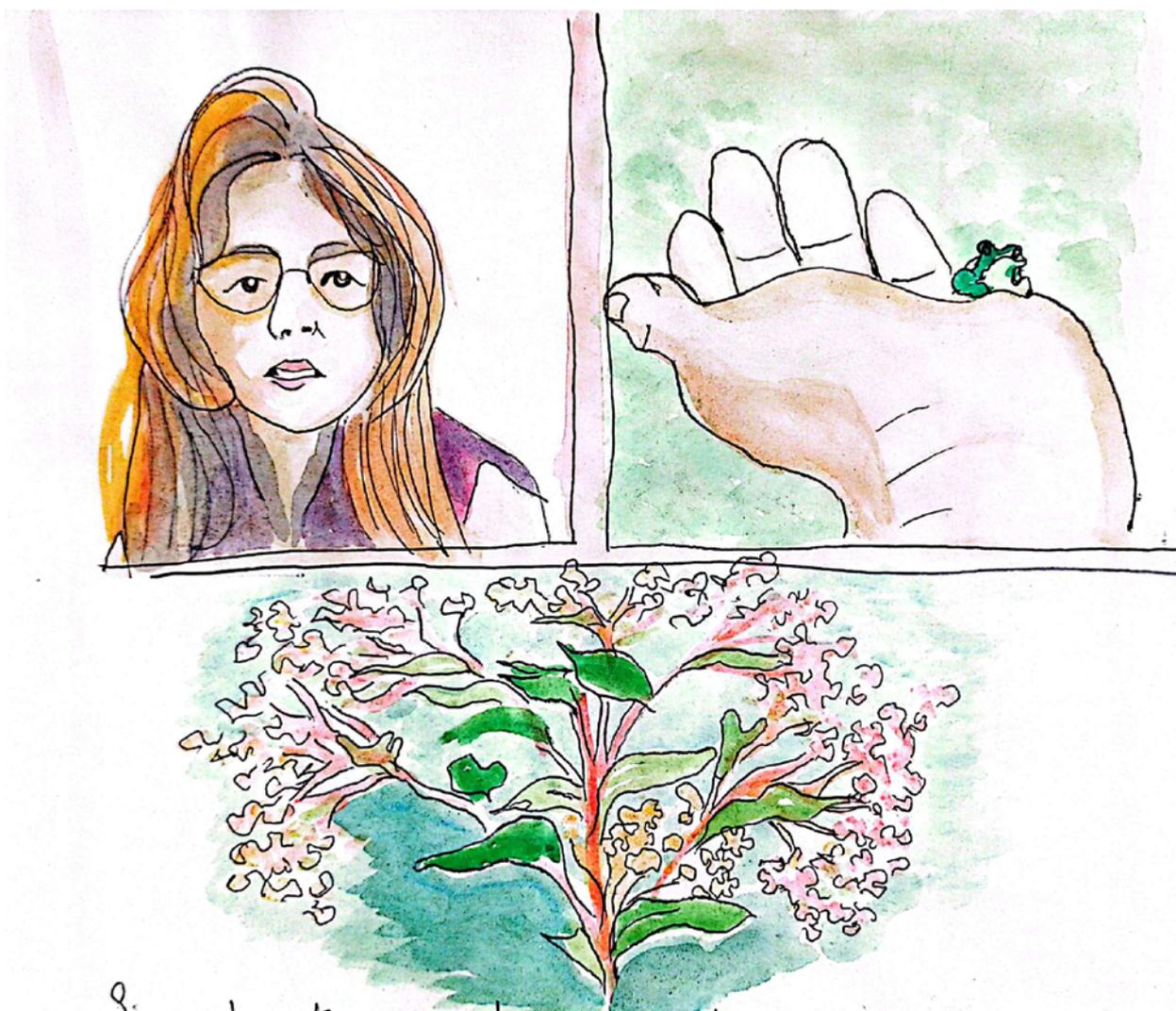
Yo trabajo en el campo de la biología evolutiva, la evolución es la base de todo el proceso biológico; todos los problemas que uno quiere abordar tienen por debajo el aspecto de la evolución hablamos en términos de millones de años o miles de años; en ese sentido es un campo muy abstracto y masculinizado. Por ese motivo es muy difícil en Colombia y en el mundo encontrar referentes femeninos en el campo de la biología evolutiva. Como científica siempre he tenido interés en los estudios de género. En la Universidad Nacional está la escuela de estudios de género y empecé a hacer parte de colectivas y a tener acercamientos con profes de esta escuela. De ahí en adelante comencé a formar un criterio feminista frente a mi cotidianidad como mujer colombiana y científica.

Soy herpetóloga, investigo ranitas hembras. El motivo es que en todos los años de estudio de la biología siempre las preguntas de investigación han sido sobre los machos porque sus características son más llamativas. Por ejemplo, en las aves lo más colorido son los machos entonces siempre las preguntas se han dirigido hacia ellos, por ejemplo, cómo son sus procesos ecológicos, cómo se modelan, etc. Hay muchos estudios asociados al sesgo que tienen los investigadores al formular la pregunta de investigación. Entonces yo junto con mis profesoras decidimos preguntarnos por las hembras y sobre los procesos ecológicos y evolutivos que hay detrás de eso. En este caso las preguntas que estamos formulando tienen que ver con la reproducción de las ranas.



Figura 31

Dibujo etnográfico que retrata a María Alejandra Pinto y su estudio de ranitas



Siempre tuve atracción por las ciencias Naturales.
En general era mala estudiante, pero la única materia
que me gustaba era esa

Fuente: elaborado por Isabel Herrera Montaña.

Dado que los machos han sido más estudiados, nos empezamos a preguntar por las hembras, por ejemplo: ¿La interacción que tienen los machos con su hábitat, es la misma interacción que tienen las hembras? ¿La rana hembra, al ser más grande, escoge un hábitat diferente al del macho? Entonces todas esas preguntas están relacionadas con lo que dijo Brigitte Baptiste, relacionado con que todos los científicos: tenemos unos sesgos que siempre han estado en la ciencia y la biología.

Por eso decidí dedicarme a investigar hembras. Ahora lo que estoy haciendo es buscar variables reproductivas en hembras y lo estoy haciendo con todas las ranas posibles. Se trata de un metaanálisis que implica hacer una investigación con las especies de ranas que hay en el mundo. Son más o menos 7000 especies para evidenciar patrones. Este tema es muy interesante porque hace poco un grupo de científicas ornitólogas, que se dedican al estudio de las aves, analizaron los cantos de hembras y encontraron una teoría que explica los cantos de las hembras que jamás habían conocido.

En ese sentido, al incorporar mujeres a esta investigación ellas comenzaron a dejar de preguntar sobre los cantos de los machos, que era lo que mantenía la tradición científica y ahora están preguntándose qué hay detrás de los cantos de las hembras si realmente es diferente. No podemos afirmar que sea solamente por sexismo, pero hay una razón contextual que hay que analizar y vale la pena mencionar. Yo decidí hacer lo mismo y voy a hacerme estas preguntas sobre las ranas. No puedo hablar de feminismo en la tesis, pero vamos construyendo reflexiones sobre las inequidades de género en este campo. En la siguiente imagen se presenta algunos de los organismos con los que he trabajado durante mi formación.

Figura 32

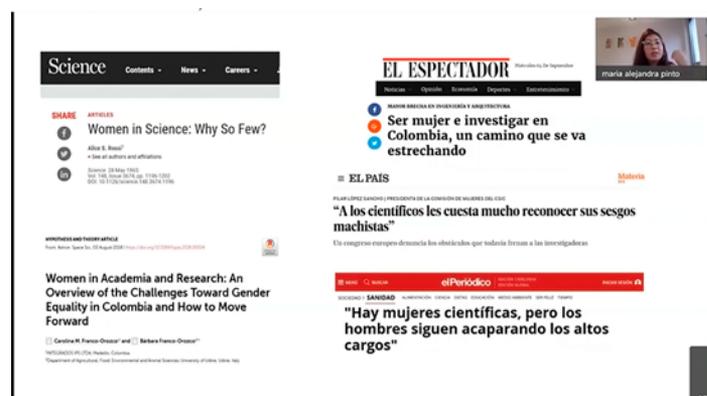
Captura de pantalla durante conferencia virtual. Anfibios y reptiles de las investigaciones que realiza María Alejandra Pinto



Fuente: El tema de la subrepresentación de mujeres en la ciencia ha sido bastante investigado por científicas y divulgado en medios de comunicación con titulares como los siguientes:

Figura 33

Captura de pantalla durante la conferencia de María Alejandra Pinto sobre notas de prensa que analizan la subrepresentación de las mujeres en la ciencia



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

En Colombia, existen estadísticas que muestran que, a medida que se asciende en el escalafón académico, la presencia de mujeres disminuye. Mientras que en el nivel de pregrado la cantidad de mujeres y hombres es prácticamente igual, a

medida que se avanza en los niveles académicos se observa una reducción progresiva de la participación femenina. Este cambio es particularmente dramático en el ámbito de la docencia, como lo evidencian las siguientes cifras, basadas en investigaciones que se han realizado.

Figura 34

Captura de pantalla durante la conferencia de María Alejandra Pinto sobre porcentajes de hombres y mujeres en la ciencia en Colombia



Fuente: elaboración propia del proyecto *Removiendo Barreras*.

Explorar las razones detrás de esto es una de mis pasiones como profesional. Pero no quiero ser tan negativa y quiero contar que en Colombia hay una explosión de eventos, de encuentros y procesos comunitarios muy valiosos para discutir el papel de la mujer en la ciencia, sobre la importancia de incluir niñas en la ciencia. Cada vez hay más procesos para desmontar esta segregación, como los que anuncia los siguientes carteles.

Figura 35

Captura de pantalla donde María Alejandra presenta imágenes de los carteles que promueven eventos organizados recientemente sobre la importancia de las mujeres en las ciencias



Fuente: elaboración propia del proyecto *Removiendo Barreras*.

Frente a esta problemática, junto con otras cuatro biólogas, todas herpetólogas, fanáticas de las ranas, los reptiles, etc., formamos un colectivo que se llama “Colectivo de Mujeres en la Ciencia Colombia”, e hicimos el “Congreso colombiano de Zoología”, hicimos una campaña muy bonita que era un #MeToo científico, donde le pedíamos a la gente testimonios anónimos sobre experiencias sexistas dentro de la academia, para visibilizar la existencia de patrones o problemas de carácter colectivo, porque dentro de la ciencia hay mucho escepticismo, entonces queríamos traer algunos testimonios, que eran muy impactantes cuando eran puestos en palabras y aterrizados a la realidad.

Mujeres a las que les habían dicho “o estudias o te realizas como madre”, convocatorias de “importante empresa solicita ingeniero agrónomo hombre”, aludiendo a estas convocatorias laborales excluyentes, “Hay mucha gente que me dice niña porque tengo cara

joven, aunque soy la anesthesióloga a cargo”, “¿Y no es muy peligroso que una niña como tú vaya a campo? ¿Cómo te vas a ganar el respeto de la comunidad?”, “Yo pensé que usted era lesbiana porque es toda aguerrida en campo”, “Yo sé que a ti te llevan a campo solo porque estás buena”, “Es que los hombres pensamos más claro y nos concentramos más que las mujeres. Por eso somos mejores para la biología molecular”, ¿Por qué no tienes el laboratorio limpio? ¿No pues que eres la mujer del laboratorio?”.

Esta campaña fue muy importante y permitió el reconocimiento en los medios en ese momento⁴.

Figura 36

Captura de pantalla de la presentación de María Alejandra Pinto. Noticia del periódico *El Tiempo* sobre discriminación de las mujeres en la ciencia



Fuente: tomado a partir de la noticia del periódico *El Tiempo* sobre discriminación de las mujeres en la ciencia.

Contamos con invitadas como Brigitte Baptise, quien afirmó que: “usted como científica o científico siempre va a tener un sesgo personal. Siempre parte de una supo-

4 El Tiempo. *Científicas colombianas piden inclusión y equidad en su labor*. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/vida/ciencia/cientificas-colombianas-piden-inclusion-y-equidad-en-su-labor-301790>.

sición particular, de un conocimiento intuitivo o de unos prejuicios”. Eso quiere decir que uno por más que hable de método científico y de objetividad, hay siempre un sesgo personal. Y eso es algo que las personas de ciencia debemos reconocer para poder hacer una ciencia mucho mejor. Brigitte hablaba de la importancia de desmontar todas las naturalizaciones que hacemos del cuerpo humano y los determinismos biológicos como “las mujeres no son buenas para las matemáticas y los hombres sí, etc.”; determinismos que son la raíz de esas estadísticas que estamos viendo hoy sobre la menor participación de las mujeres en la ciencia.

Algunas de las presentaciones que tuvimos abordaron el ¿Por qué ingresan menos mujeres a la Universidad Nacional? Entonces la profesora Cindy Caro presentó su investigación en la que se medían varias variables y una de las conclusiones fue que la universidad tiene una tasa de absorción mucho menor en mujeres que en hombres, a pesar de que se presentan más mujeres que hombres, pero menos mujeres ingresan. Explicar esto implica considerar otras variables como el estrato socioeconómico, el colegio de egreso, nivel educativo de padre y madre, entre otras variables. Otro hallazgo fue que las mujeres tienen un rendimiento menor en matemáticas, ciencias y eso además tiene que ver con el estrato socioeconómico, con la formación de los padres, etcétera. La pregunta que queda es ¿Qué podemos hacer para que el proceso de admisión deje de ser excluyente para las mujeres?

Otra de las presentaciones que tuvimos fue de la profesora Piedad Urdinola, que medía el uso del tiempo en mujeres y hombres asociado a la gente que trabaja en la Facultad de ciencias. Entonces lo que se mide es el impacto del uso del tiempo. En el mercado laboral en los ingresos y en los ahorros y pensiones; ella encontró que, en el uso del tiempo

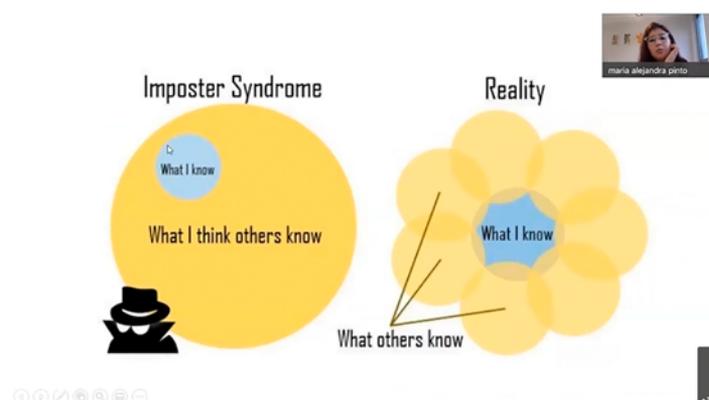
de las mujeres, ellas invierten más tiempo en tareas de cuidado dirigidas a los bebés, niños, ancianos y en labores domésticas. En cambio, los hombres invierten más el tiempo en cuidado propio, en educación, en diversión y en ocio, esto tiene un impacto enorme. Con estos hallazgos ella explica que hay una segregación vertical en la facultad de ciencias en la Universidad Nacional, excepto en la carrera de química donde hay más docentes mujeres, pero hay otros institutos donde no existen mujeres docentes.

Algunas de las propuestas de la investigadora son tener un tiempo compartido de cuidado entre madres y padres, no tener estas paternidades ausentes tan típicas en Colombia, y señala esas formas de discriminación hacia las mujeres que deciden ser madres en la ciencia que por ese motivo tienen un gran vacío de productividad. Lo que la investigadora decía es que la forma de producción de la ciencia corresponde al pasado y no responde a las demandas de este siglo. Ella señala que necesitamos más políticas públicas para garantizar que las mujeres puedan dedicarse a la ciencia tanto como los hombres.

La investigadora Bibiana Rojas presentó una ponencia sobre inclusión y equidad en la ciencia desde una mirada intercultural. Allí analizaba cómo afectan los factores de la raza y la nacionalidad en la producción científica. Por ejemplo, si yo quiero trabajar con un profesor de cualquier país de Europa, la posibilidad de que ese profesor me responda un correo si yo tengo un nombre no anglosajón, es menor y con más frecuencia responden los correos a estudiantes blancos europeos o norteamericanos. Entonces desde tan sólo la respuesta a un correo ya hay un sesgo que ya ha sido cuantificado y me parece muy importante porque entender la situación de las mujeres en la ciencia no puede limitarse a la variable del género y este estudio lo demuestra. Bibiana

también nos hablaba del síndrome del impostor, en el que la investigadora duda de sus propias capacidades, lo cual es muy común en mujeres y se ilustra en el siguiente gráfico.

Figura 37
Captura de pantalla donde María Alejandra Pinto presenta Esquema del Síndrome del impostor



Fuente: elaboración propia del proyecto *Removiendo Barreras*.

Este “síndrome” se manifiesta cuando una persona siente que los demás tienen un conocimiento mucho mayor que el propio, llegando a creer que su éxito se debe únicamente a la suerte, y experimentando vergüenza al levantar la mano en clase por temor a no saber la respuesta. Sin embargo, la realidad es que todos los seres humanos poseen conocimientos y habilidades, aunque en áreas distintas, y superar este síndrome es fundamental. De hecho, constituye una de las causas psicológicas más importantes que contribuyen a las desigualdades de género en el ámbito científico. Combatirlo es esencial para promover la equidad y el empoderamiento de las mujeres en la ciencia.

En conclusión, yo creo que la ciencia debería ser interseccional; no solamente hablar de género sino de raza, de estrato, de etnias. Además, necesitamos espacios de mujeres científicas.

ficas que aborden las dinámicas de género. Por eso las gafas violetas son una metáfora para saber analizar el género y para ver matices. Si yo solo pongo estadísticas que digan la cantidad de mujeres frente a la de hombres, sin aplicar un enfoque de género es muy difícil encontrar soluciones. También me parece fundamental la interdisciplinariedad con las ciencias humanas, porque son las ciencias humanas las que han explorado las relaciones sociales. Por eso hemos sentido que siempre hemos necesitado apoyo de quienes estudian sociología, antropología y demás disciplinas de las ciencias humanas para entender lo que estamos viviendo las mujeres científicas.

Por otro lado, nos preguntamos, qué pasa con la construcción de la masculinidad y feminidades y en ese sentido nos interesa pensar cómo incluir a los hombres científicos en estos temas. Por último, resaltar que la interseccionalidad es muy importante porque así tenemos una ciencia mejor, una ciencia más diversa; Una ciencia con diferentes perspectivas siempre va a tener mejores preguntas, mejores respuestas, mejores hipótesis y mejores métodos de investigación.

4.3. María Juliana Bedoya y sus estrategias para conservar la biodiversidad en Reservas de la Sociedad Civil

María Juliana Bedoya realizó su doctorado en Ecología en la Universidad de la Florida y siempre ha estado vinculada al grupo de investigación en Ecología Animal de la Universidad del Valle. Su investigación doctoral se llevó a cabo en el norte del Valle del Cauca, con el apoyo de las organizaciones Serranía Agua y Corpoversalles. Ella mencionó que el objetivo principal de su investigación fue comprender el rol de las Reservas de la Sociedad Civil en esta región. Su trabajo se desarrolló en el área conocida como nodo Tatamá-Paraguas, una red de reservas que actualmente cuenta con más de 70, aunque cuando comenzó su investigación había solo unas 30. Durante su trabajo, logró involucrar a otros propietarios e iniciar el proceso de formación de nuevas Reservas de la Sociedad Civil para la conservación. María Juliana se propuso estudiar el papel de estas reservas en la conservación de mamíferos medianos y grandes, así como de algunas especies de aves. A continuación, se mencionará su investigación.

Con mamíferos medianos me refiero desde marmosas que son como ratoncitos pequeños, hasta osos de anteojos y jaguares; las especies de mamíferos más grandes que tenemos en el Valle del Cauca y en Colombia, en general, y con las aves terrestres me refiero a aquellas que andan más en el piso como pavas palomas, otras que les llaman gralarias, entre otras. La idea del proyecto surgió a inicios de 2016, yo realicé mi trabajo de campo entre los años 2016 y 2018. Obtuve financiación en dos oportunidades por parte

de la Conservation Food and Health Foundation, primero USD \$20.000 y luego USD\$12.000. Esos recursos fueron destinados a la realización del trabajo de campo para la investigación en los municipios El Cairo y Versalles del Norte del Valle. También obtuve financiación por parte de la Universidad de la Florida por el programa de Ecología Tropical y desarrollo, del zoológico de Miami y del Zoológico de Cleveland.

Trabajamos con trampas cámaras que se instalaron en los bosques de las reservas, en las fincas, en las zonas de uso como cafetales y en los pastizales. A través de estas cámaras yo registraba el uso que daban diferentes especies a las diferentes áreas. Con la medición de cuántas especies eran registradas y el uso que ellas daban a diferentes áreas de la reserva, se podía entender que, al ser visitadas por ciertas especies es porque son áreas más conservadas porque el bosque está en mejor condición o si la visita menos especies, o si están solo esas especies que son básicamente generalistas, que están en todo lado, es porque ese bosque está muy intervenido; a través de la presencia y el tránsito de animales se puede saber cómo estaban las áreas, qué tanta conectividad hay, porque si hay gran conectividad podemos ver que aunque la finca sea pequeña se encuentren especies importantes.

Se trataba de entender el estado de conservación en las reservas privadas a partir de las especies que la visitan. Durante dos años trabajé con los dueños de las fincas explicándoles lo que hacía, para ello, les mostraba fotografías de los animales que visitaban sus fincas. Eso fue muy bonito porque muchos de ellos nunca habían visto las especies, dado que los mamíferos son muy difíciles de ver, puesto que siempre salen de noche. Con los registros fotográficos ellos entendieron que tenían pumas, zorros, tairas, guatines

y cuzumbos en sus fincas, entre otros animales. Todo esto sirvió para realzar el rol que tienen esas áreas y para que ellos comprendieran la importancia de la conservación. La siguiente imagen presenta uno de esos momentos de asombro, cuando descubren los visitantes de la noche en sus predios.

Figura 38

María Juliana realiza taller de “foto trapeo” con la comunidad de las reservas de la sociedad civil. Les está mostrando lo que captan las cámaras en sus fincas por las noches



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Este proceso se dio de la mano con la organización ambiental Serranía Agua y con la Universidad del Valle, donde María Juliana hace parte del Grupo de Investigación en Ecología Animal, desde que se graduó como bióloga. María Juliana contó con la colaboración de algunos estudiantes en etapa de trabajo de grado, como María Alejandra Flores, quien trabajó con ella durante un tiempo y quien a bien tuvo aprovechar los datos recolectados para graduarse como bióloga.

También con algunos asistentes de campo que durante el trabajo vivieron la experiencia de aprender haciendo, gracias a mi investigación. Fue muy reconfortante porque

varios estudiantes de la Universidad del Valle se formaron durante este proyecto. Fueron cinco investigadores de pregrado que robustecieron su hoja de vida con la experiencia en esta investigación. Los dueños de fincas y de reservas en proyectos en esas fincas tienen grupos de semilleros de niños que están interesados en el tema de la biología y de la conservación de las aves, de las ranas, etc. Este proyecto financió una cartilla que incluye 12 afiches y su función fue divulgar y enseñar a la gente la forma adecuada para convivir con las distintas especies animales que visitan los predios. Entonces los niños del semillero en este momento están utilizando esas cartillas y los dueños tienen colgados en sus fincas estos carteles, lo cual es un resultado muy bonito resultado de esta experiencia. En la siguiente imagen se aprecia una muestra de este material.

Figura 39
Cartel con mamíferos de la serranía de Los Paraguas. Material de divulgación de los resultados de la investigación de María Juliana Bedoya



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

En la investigación, María Juliana hizo educación ambiental con niños de la región, a través de talleres de fototrampeo; en la experiencia los participantes entendieron qué son las cámaras y para qué sirven:

Hicimos una jornada práctica de fototrampeo en la que ellos mismos, bajo nuestra orientación, colocaron las cámaras y luego revisaron las fotos para identificar qué especies estaban presentes. La investigación no se ciñó a una tesis doctoral, sino que tuvo un impacto comunitario y ambiental muy positivo. La interacción con las comunidades sirvió para resolver algunos conflictos, como los generados por el puma que se estaba comiendo algunos perros domésticos. Fue muy importante explicarle a la comunidad la importancia de cuidar las mascotas de la forma adecuada, de tener el ganado, especialmente los terneros para que tampoco se los comiera el puma y para convivir con estas especies. Al final resultaron siendo muchas cosas unidas y mi trabajo doctoral en Ecología sirvió para redimensionar la función de las Reservas naturales de la sociedad civil de la mano de la organización Serranía Agua, que tienen un trabajo súper importante y publican unos boletines periódicos en los que fue incluido parte de este trabajo. En esos documentos se muestra de manera divulgativa el trabajo que se hace en esas organizaciones comunitarias en la ecología y en la conservación de las especies.

En relación con los resultados de la investigación se demostró que las fincas son fundamentales como Reserva de la sociedad civil para la conservación. Aunque las fincas sean pequeñas, es decir, 4 o 5 hectáreas, aunque las hay de 10, 15, 20 hectáreas, juegan un papel muy importante en la conservación de mamíferos y aves.

Solo pocas fincas llegan a las 200 hectáreas y solo había una reserva grande de 700 hectáreas, propiedad de la organización Serranía Agua. Y ya que son tan pequeñas, es importante la articulación con el bosque que las conecta. Nosotros los vemos como predios con

propiedad particular, pero los animales no distinguen esa parcelación. “Esta es la finca de este o esta es la finca del otro”, no. Entonces, es necesario tener en cuenta el paisaje y las conectividades para poder decir que una reserva está funcionando para la protección de esas especies. Nos enfocamos en la pregunta de si esas reservas efectivamente están conservando las especies de mamíferos y de aves terrestres y también cuáles son los atributos: si son más locales o a nivel del paisaje en el que están jugando un rol importante para proteger la biodiversidad. Entonces si las reservas de ese paisaje están conservándose, pero debe ser tenida en cuenta la conectividad porque en este momento los bosques aún están conectados y de ellos toman ventaja a los animales.

En suma, lo más importante es la conectividad y la proporción de los bosques que se mantienen. En el tope de las montañas es donde hay más bosque y mayor conectividad, y el hecho de que haya reservas ahí genera que haya más protección o algo de blindaje para que pasen cosas que favorecen que el bosque se mantenga.

En la investigación encontramos una alta diversidad de mamíferos porque en esa zona se estima que existen unas 33 especies potenciales, que es lo que debería haber de acuerdo con la altura y ubicación en los Andes Occidentales. En términos de mamíferos grandes nosotros registramos 29 especies, o sea casi la diversidad total. Se registraron nueve especies grandes, trece especies medianas, siete especies pequeñas y dentro de las grandes puedo decir que se encuentra el oso de anteojos, el venado, la guagua que es un roedor grande. Está el jaguar como una de las especies más grandes, se registraron las tres especies de tigrillos de Colombia,

que a una le dicen oncilla, a la otra le dicen el margay y a la otra le dicen el ocelote, las tres son muy parecidas y lo bueno es que si están en el mismo lugar es porque hay zonas protegidas que le permiten tener el alimento suficiente. Registramos una especie muy rara que es una comadreja que se llama la comadreja colombiana y ella quedó registrada en las cámaras. Es muy difícil de obtener su registro porque son súper pequeñitos y también la presencia de pumas, zorros, tairas; estos dos últimos fueron los más frecuentes y son carnívoros. El hecho de que ellos hagan presencia significa que hay roedores o ranas suficientes que les están proporcionando el alimento a esas especies.

Otra pregunta era a ver si son diferentes las reservas de las fincas porque las segundas no tienen ningún estatus de protección y se protegen las especies, digamos naturalmente, pero en ellas puede existir cacería. Aunque realmente no encontramos diferencias entre las dos porque en ellas es similar la riqueza y la ocupación de los mamíferos terrestres. Encontramos que es la conectividad la que mantiene el bosque y observamos que en los topes de las montañas la conectividad es más alta. De tal manera, las reservas o fincas cercanas a esas zonas tienen registro de especies más grandes como el puma o el oso porque ellos necesitan esos corredores de movilidad grandes para buscar su alimento o su pareja. Por lo tanto, esas reservas con grandes zonas de conectividad son muy importantes.

De esta manera, María Juliana comparte su experiencia de ser una científica dedicada a la conservación de mamíferos y aves en reservas de la sociedad civil, logrando un mejoramiento significativo del hábitat para distintas especies y promoviendo la participación comunitaria efectiva y comprometida con esta iniciativa ambiental.

4.4. Andrea del Pilar Cáceres Franco y Jhusely Navarro en la Red de mujeres en conservación

Andrea Cáceres es Bióloga de la Universidad del Valle y especialista en herpetología; estudio de anfibios y reptiles. Manifiesta que siempre le fascinó “estar en el monte”. Desde que se graduó ha trabajado con comunidades negras en el Pacífico colombiano. *-Siempre me han llamado la culebrera por ser una mujer que coge culebras y se mete al monte-* Ella explica que, en la cosmovisión de las comunidades afro, las personas no acostumbran a salir de noche al monte, de tal forma que resultaba aterrador para las personas de la comunidad, ver que Andrea realizaba observación nocturna para capturar especies animales.

Hago parte de la organización “Red de Mujeres en Conservación” y de la “Corporación Biodiversa para la Gestión Ambiental”. Mi primera experiencia laboral fue un estudio de impacto ambiental y con mis compañeras de equipo conformamos la Corporación Biodiversa. Ahora hago parte del colectivo Mujeres en ciencia, con quienes comencé a abordar temas de género desde el año 2018 y organizamos el primer “Simposio colombiano de mujeres en la ciencia”. Desde entonces continuamos haciendo encuentros para hablar de género en la ciencia.

Figura 40
Collage de eventos sobre mujeres en la ciencia



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Andrea, decidió ingresar a una carrera científica porque su papá trabajaba en un laboratorio que fabricaba insumos químicos y siempre asistía a dicha fábrica. Por otro lado, la madre siempre la incentivó a estudiar lo que quisiera, siendo apodada *Yarumito*, en alusión al programa de televisión “El Profesor Yarumo”, porque siempre cuidaba y defendía las plantas. Manifiesta que “las mujeres de su familia siempre buscaron la forma de estudiar una carrera”, como su madre, quien se graduó de enfermería a los 60 años. Para Andrea siempre fue muy importante los acercamientos a la ciencia en los laboratorios del colegio, así como el hecho de tener profesoras de biología y química en el contexto escolar. Está bióloga fue inspirada por mujeres de su familia relacionadas con la ciencia como su madre que trabajaba en el centro internacional de agricultura tropical, primas agrónomas y médicas; al igual que por mujeres destacadas en el ámbito universitario como la profesora Patricia Chacón en el programa de biología.

Jhusely Navarro al igual que Andrea, hace parte de la “Red de Mujeres en Conservación”. Es peruana, nacida en la zona Altoandina del Perú. Se dedica al estudio de los sistemas socioecológicos, especialmente en la provincia de Junín, localizada en el centro de Perú. Es Ingeniera Ambiental, y manifiesta haber tenido un enfoque mixto, al trabajar con el ambiente y también con las comunidades. Fue becaria de la Alianza del Pacífico, haciendo voluntariados en México, trabajando con comunidades mexicanas a favor del ambiente. Actualmente es coordinadora de proyectos en la ONG “Grupo Rana”, organización que tiene como finalidad conservar la diversidad biológica, con énfasis en la conservación de dos anfibios endémicos: la rana amenazada acuática más grande del mundo que es la rana Gigante de Junín y la Rana Guancha. La preservación de esta especie se da mediante el trabajo con comunidades locales, especialmente con niños y adultos mayores a través del intercambio de saberes. Para Jhusely lo más importante de la labor es que “transmitimos el amor que tenemos por este entorno a los más jóvenes en el entorno de la provincia de Junín.”

Figura 41

Momentos de la conservación de especies animales con comunidad en la Provincia de Junín- Perú



Fuente: elaboración propia del proyecto *Removiendo Barreras*.

Cuenta Jhusely, que ella fue la primera mujer de su generación y su familia en ingresar a la universidad, motivo por el cual llevaba sobre sus hombros una especial responsabilidad, la de sacar adelante su proceso formativo, con el propósito de retribuir a su familia el esfuerzo que hacían para que ella pudiera educarse. Jhusely exalta a las mujeres de su familia y de su comunidad como soporte material y emocional de su proceso formativo, así ellas no hicieran parte del mundo científico. Dentro de la educación superior, Jhusely destaca a las maestras Gaby Inga y Elizabeth Oren, quienes posibilitaron el desarrollo de su carrera desde el soporte, la confianza y los contenidos técnicos. Esas maestras hicieron posible que el proceso formativo de Jhusely fuera comprendido como algo comprensible y alcanzable.

Para Jhusely la elección de un programa de formación se dio por su interés de trabajar por el medio ambiente y con las personas por eso decidió enfocarse en la ingeniería ambiental. Esta carrera le dio una perspectiva de las problemáticas ambientales y sociales relacionadas. Muy pronto entendió que, para proponer soluciones a estas problemáticas de la biodiversidad, el ambiente e incluso los conflictos sociales, es importante generar y actualizar el conocimiento. Así entendió la importancia de profundizar sus conocimientos científicos. Estos procesos se gestionan dentro de la ONG grupo Rana, en la que se desarrollan actividades con jóvenes de las comunidades de influencia de los proyectos.

La Red de Mujeres en Conservación nació en 2015 por iniciativa de un grupo de profesionales que manifestaron tener necesidades especiales como mujeres en el campo de la conservación, especialmente por requerir condiciones de seguridad en situaciones que únicamente atravesaban mujeres. Estos encuentros se mantuvieron hasta 2019, mediante talleres regionales en los que se concluyó la

importancia de crear una red con metas claras hacia el objetivo de defender su desempeño en el campo de la conservación ambiental. Esta red fue conformada por mujeres del ámbito científico y por aquellas que tienen agencia en los territorios, desde las comunidades y ONG, fue así como se realizó la declaratoria de la Red de mujeres en conservación de Latinoamérica y el Caribe. Las integrantes de esta red interactúan con la diversidad en diversos territorios desde el quehacer académico o comunitario en un compromiso por la conservación de la naturaleza; resaltando que al reivindicar la igualdad de género en la conservación hacen referencia a los Derechos Humanos. Buscan promover y visibilizar los liderazgos de mujeres en labores de conservación en Latinoamérica, garantizar espacios de encuentro seguros diversos y transformadores, como también, promover un ejercicio de la conservación del medio ambiente más equitativo y responsable.

La Red está conformada por 553 integrantes de 24 países de América Latina y la agenda de mujeres en conservación es una hoja de ruta que busca dar lineamientos generales para que personas comunidades instituciones y otras redes puedan adoptarlos con sus propias estrategias y políticas relacionadas con la equidad de género y el cuidado del medio ambiente⁵.

⁵ Mujeres en Conservación. *Agenda de mujeres en conservación*. Disponible en: <https://mujeresenconservacion.home.blog/>.

Figura 42
Logo de la Red de Mujeres en Conservación



Fuente: elaboración propia del proyecto *Removiendo Barreras*.



4.5. Alba Marina Cobo y un estudio del fondo marino con metodologías no invasivas

Alba Marina nació en Cali, estudió en el colegio Sagrado Corazón de Jesús y recuerda que decidió estudiar biología porque tenía dos profesores en esa materia que la inspiraban a profundizar sobre la ciencia. Gracias a esa influencia se formó en Biología en la Universidad del Valle, realizó una maestría en Análisis y Gestión de Ecosistemas Mediterráneos en la Universidad de Alicante, España y más adelante realizó un doctorado en Oceanografía en la Universidad de Vigo, junto con un máster en Profesorado de Educación Superior.

En esta ocasión, Alba Marina habla sobre su más reciente investigación, llevada a cabo en el Mediterráneo murciano. Su investigación fue financiada por el Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC), el Ministerio de Ciencia e Innovación de España y la Universidad de Alicante con recursos de la Unión Europea.

La investigación que se presenta es la segunda fase del proyecto “Indemares”⁶, enfocado en caracterizar áreas susceptibles de ser declaradas áreas marinas protegidas. Alba Marina nos cuenta que los ecosistemas terrestres a diferencia de los marinos están muy poco protegidos, o tienen mucha más superficie que los terrestres y en contraste tienen muy poca área de protección. En la primera etapa de Indemares se estudiaron ecosistemas en el norte de España, en las Islas Canarias, en zona de Málaga en el mar de Alborán y alrededor de las islas Baleares. Los resul-

⁶ Fundación Biodiversidad. *Indemares: Proyecto de conservación marina en Europa*. Disponible en: <https://intemares.es/>.

tados obtenidos en esa primera investigación permitieron establecer lugares de importancia comunitaria que es una figura de protección europea, para las zonas especiales de conservación. Tales zonas tienen un plan especial de manejo y pasan a ser zonas especiales de conservación.

Figura 43
Alba Marina Cobo en su laboratorio en Indemares



Fuente: tomado a partir de foto de archivo personal donado para esta publicación

En el Mediterráneo de Murcia faltaba definir dichas zonas especiales de protección y en la segunda fase de la investigación se concedió una prolongación de esta, en dicha zona, comprendiendo zonas de cañones desde los 200 metros hasta 1700 metros para buscar ecosistemas marinos vulnerables formados por esponjas y corales. Estas especies determinan las zonas que requieren ser protegidas de zonas de arrastre de grandes pesqueros, pues estos barcos se llevan todo del fondo en su búsqueda por gambas, peces de profundidad, merluzas, las cuales, por estar asociadas al fondo marino, son pescadas con redes de arrastre, las cua-

les son desplazadas por el mar y al llevarlas a la superficie retiran no solo las especies objetivo de la pesca, sino todo lo demás, como corales y esponjas. Estas especies tardan muchísimo tiempo en desarrollarse, aproximadamente 500 años, lo que sería equivalente a talar uno de los árboles emblemáticos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Figura 44

Alba Marina Cobo analizando una especie marina en el laboratorio de Indemares



Fuente: tomado a partir de foto de archivo personal donado para esta publicación.

Lo que se intenta es proteger polígonos en el fondo del mar de la pesca de arrastre, para conservar esas longevas estructuras marinas. El gran objetivo del proyecto es establecer un área marina protegida en la región de Murcia que sirva de corredor entre las áreas protegidas el mar de Alborán y de las islas Baleares, pues no sirve tener un área protegida en Alborán y Baleares si no hay conectividad entre ellas, no hay conectividad de larvas ni de adultos para que se puedan reproducir. Con esas dos áreas separadas las áreas marinas protegidas no cumplen su cometido. Además, con la detección de esos animales en Murcia, se puede intentar aumentar las áreas de protección e intentar establecer un corredor Mediterráneo.

Las metodologías empleadas son todas desde embarcación oceanográfica desde barco y son de tipo invasivo o no invasivo. La primera, como su nombre lo indica, es invasiva del medio ambiente como la Draga de Roca, los Box Core, las Dragas Zipper, los Bowl de Vara, etc. Estos son equipos que se lanzan al mar y se arrastran sobre fango o roca para recolectar los organismos que caen en la red por un tiempo determinado. Pensarán que es lo mismo que la pesca de arrastre, y sí.

La diferencia son los fines científicos, entonces está justificado porque el proyecto requiere evidencias físicas de los organismos para conocerlos bien, pues la metodología no invasiva que aplican implica bajar con cámaras que van en una carcasa y que funciona como un dron submarino que baja del barco. Esos drones son llamados Rovs (remoted operated vehicles), que son autónomos y manejados desde el barco. Pueden moverse en cualquier dirección, que con un brazo mecánico que tienen puedan tomar la muestra deseada. Estos son menos invasivos porque se dirige directamente al coral deseado, envés de llevarse un campo

de corales. El segundo es un Rov pero arrastrado y el que arrastra es el barco. El vehículo va por encima del suelo marino y va filmando durante determinado tiempo sobre un terreno y ya con mucha experiencia se puede identificar los corales y demás organismos encontrados. Sin embargo, con invertebrados y a cierta distancia del suelo, la mayoría de las veces no es posible identificar todo tipo de organismos, por lo tanto, son importantes las muestras obtenidas con las metodologías invasivas para poder comparar las muestras obtenidas in situ con lo encontrado en los videos y asegurarnos que el nombre de los organismos vistos sea el nombre correcto de las especies.

Los hallazgos más relevantes ahora en la finalización del proyecto son que hemos encontrado muchísimos bosques de corales blandos, de un tipo de corales que se llaman antipatarios; también otro tipo de corales muy famosos que son llamados corales de aguas frías; sobre todo corales blandos, corales látigos, antipatarios, corales negros, campos de esponjas muy pequeñas, muchos restos de coral; porque el Mediterráneo ha tenido muchos cambios a nivel geológico, entonces en el período Meciniense, durante la última glaciación, hubo una crisis de salinidad del mar porque se desecó. Entonces por toda el agua que absorbieron los polos, el mar bajo mucho de profundidad y cuando volvió a llenarse por el Estrecho de Gibraltar, hubo una colonización por especies atlánticas, y es por ello que muchas especies Atlánticas pueden hallarse en el Mediterráneo, sobre todo en la zona del mar de Alboral, que es lo más cercano al estrecho. Otro resultado impresionante y triste es que hemos encontrado muchos restos antropogénicos a 800 metros de profundidad aproximadamente, tipo redes de pesca, mallas de arrastre, señuelos, bloques

de cemento, sedales, restos férricos como si hubieran tirado lavadoras por la borda, neumáticos, etc. Eso es bastante preocupante.

De eso se trata el trabajo y se ha venido desdoblado porque tenemos muchas muestras por procesar. Es posible que tengamos nuevas especies que aún no están descritas para la ciencia. Queremos crear una colección de referencia para alojar el material colectado en las campañas y deseamos que las muestras queden exhibidas para el público.



4.6. Diana Alexandra Bernal y las hidropoéticas del lugar en el habitar contemporáneo

Diana Alexandra Bernal es Ingeniera ambiental de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, con Maestría y Doctorado en Geografía de la Universidad Estatal de Campinas, Brasil. Diana cuenta que nunca pensó en estudiar ingeniería, tampoco concebía la división entre las carreras consideradas ciencia y las demás que no se consideran ciencia o se consideran ciencias blandas. Su decisión de presentarse a Ingeniería ambiental estaba animada por el gusto hacia los números y por la idea de ayudar al planeta y a la sociedad.

Diana ha sido inspirada por diversas mujeres desde la etapa escolar hasta la superior. En la escuela primaria, la directora del colegio y profesora de matemáticas doña Cecilia, hacía que niños y niñas tuvieran cariño por los números a través del juego. En secundaria, incidió en ella la profesora María Islandia Espinosa, por su trato amable y cercano para transmitir sus conocimientos con gran asertividad. En la carrera universitaria, recuerda a la profesora Ana Patricia Noguera de la Universidad Nacional sede Manizales quien la inspiró con los pensamientos sensibles y profundos, buscando un reencantamiento del mundo, un amor a la Tierra y a la vida como formas de enfrentar la crisis ambiental. Ya en el posgrado fue el profesor Eduardo Marandola Jr. quien inspiró a Diana con su comprensión de la geografía como un amor telúrico a la tierra, siempre con preguntas profundas que no dan nada por sentado. En la actualidad la inspiran las comunidades humanas y no humanas; seres que luchan día a día para que la tierra siga siendo un bello planeta, donde todavía es posible habitar y tener un buen vivir.

La investigación más relevante de Diana Alexandra indaga sobre la relación que establecemos con el agua en el espacio urbano contemporáneo. En su estudio, visibiliza cómo la crisis ambiental también se refleja en nuestra interacción con el agua, especialmente en su presencia constante en la vida cotidiana, incluso en aquellos espacios donde se suele creer que no existe crisis alguna. Ante esta crisis ambiental vinculada al agua, Diana propone el concepto de hidropoéticas, que combina “hidro” (agua) y “poiesis” (creación). Este término hace referencia a las formas de ser y estar del agua, sugiriendo que para lograr una relación más armónica con ella es necesario realizar un giro ambiental que permita evocar y crear nuevas formas de interacción que superen la separación entre el ser humano y la naturaleza. Así, las hidropoéticas se entienden como una forma de reencantamiento, en la que reconoce el agua, la tierra y la vida que existe.

En su investigación, Diana explica que la poética es la esencia del habitar, aunque no todo habitar es poético. Se refiere al habitar urbano contemporáneo como un espacio en una crisis muy profunda, basada en la fuerte separación del ser humano y la tierra. Esta es la gran marca de nuestra época y una de las mayores dificultades que debe enfrentar la sociedad para tener un habitar poético. Diana Alexandra indaga por las narraciones o hidropoéticas del agua en las ciudades. Reflexiona sobre la desacralización del agua para revelar a través de la experiencia el papel existencial del agua. En su investigación realizó un acercamiento a barrios cercanos al río Pizarrón, al sur de la ciudad de Campinas, Brasil.

En estos barrios, las hidropoéticas del agua nos hablan del sentido de nuestro propio habitar hídrico a partir de las experiencias de los habitantes en cuatro momentos claves. Refiere Diana:

La perspectiva metodológica de esta investigación es guiada por la propuesta fenomenológica heideggeriana. Gracias al trabajo de campo experiencial y a las conversaciones biográficas; recursos que permiten una descripción fenomenológica, la cual se enfoca en la revelación del sentido de los fenómenos estudiados, observé el lugar de estudio por varios meses y la experiencia del lugar se presentó de infinitas maneras en forma de imagen, sonidos, aromas, emociones, sentimientos encuentros y desencuentros. Las formas de aproximación al lugar se dieron de una forma que denomino una fenomenología geográfica. En una búsqueda por comprender las relaciones y el contexto, en el cual se desenvuelven las experiencias para comprenderlas en sí mismas, es así como la propia narrativa revela lo que debe ser revelado.

El lugar escogido para llevar a cabo esta investigación fue una zona urbana, pues, según Diana, en ella se niega el ser humano y de esta manera se niega la propia agua y se imposibilita el habitar poético. Se comprende lo urbano como la normalidad de la experiencia contemporánea o como la cima del desarrollo, donde no se especifica la crisis de la tierra. Este proceso naturalizó riesgos ligados al propio modelo de urbanización, más allá de la separación radical desde el punto de vista de la experiencia del humano con la tierra. Para comprender las hidropoéticas en lo urbano, Diana escogió un lugar cerca de un río donde están totalmente ocultas las relaciones de los habitantes con el agua; se trata del río Picarrao, localizado al este de la ciudad de Campinas; una región que anteriormente fue la primera periferia de la ciudad y hoy es un conjunto de barrios antiguos.

Figura 45
Cartografía del barrio “Baixo Picarrao”, Campinas, Brasil, donde Diana Bernal analiza las hidropoéticas en el habitar contemporáneo



Fuente: elaboración propia del proyecto *Removiendo Barreras*.

Se realizaron visitas individuales y grupales, compartiendo experiencias con los habitantes del territorio. En esta investigación se alude al trabajo artístico para ampliar la pregunta por la esencia de las *hidropoéticas*, Pues los artistas consiguen salir de lo preestablecido sin otro interés que mostrar la riqueza propia de las cosas, ir más allá de lo visible a simple vista y traer aquello que no ha salido a la luz. Desde la mirada artística se nos muestra un conocimiento más allá de lo formal para traer un conocimiento geográfico vivido o sea otras *geograficidades*, ampliando nuestra experiencia del mundo y del agua. Se entiende el arte no como una expresión simple del mundo, sino como el mundo manifestándose como experiencia.

En el habitar urbano contemporáneo, el río suele ser uno de los primeros elementos que vienen a la mente al pensar

en la ciudad. Aparece como la manifestación más visible del agua en las experiencias de los habitantes. Sin embargo, con frecuencia, presenta una apariencia degradada y corroída, que en la mayoría de los casos se atribuye a la responsabilidad de la ciudad. Es pensado como un río muerto contaminado sin flora, ni fauna de color oscuro con olor a putrefacción que entra por la nariz e impregna todo el cuerpo. En oposición a la idea de un río muerto la experiencia de los habitantes revela un río vivo.

A continuación, se observan las plantas sembradas por los propios habitantes en la margen del río, quienes hablan de una apropiación y de un sentido de pertenencia de este como un lugar habitado. Se trata de un lugar que, acompañado sus vivencias, hace parte de sus memorias y aunque no estén las mejores condiciones, hablaban de él como un lugar para mantener limpio y cuidado, para apropiarse de él y sembrar plantas sencillas e instalar mesas en sus orillas. Un lugar para hacer y estar. El río para ellos es una de las mejores cosas de vivir en ese lugar.

Figura 46

Siembra de plantas al margen del río Picarrao, Campinas



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Las memorias de los habitantes expresan sus *geografías*, que según Heidegger muestran la congregación de todo lo que merece ser pensado sentido, o en otras palabras lo que es más intenso en sus experiencias. Con esta memoria se constituye el lugar donde las hidropoéticas se inventan, se nombran en el Río, que puede ser percibido en las imágenes hídricas como vivo o muerto, a partir de las experiencias de habitar el lugar.

Capítulo 5



5. Mujeres visibles

Exposición itinerante de historias de mujeres en áreas STEM e industrias verdes

Con el propósito de contrarrestar los estereotipos de belleza y cuidado que les han sido asignados a las mujeres a lo largo de la historia, se realiza la Exposición itinerante “Mujeres Visibles”; la cual partió de una indagación sobre mujeres locales y nacionales formadas en campos STEM que están realizando importantes aportes científicos y que se destacan por su liderazgo en sectores de servicios e industria. Esta exposición parte de considerar que es fundamental aproximar las nuevas generaciones con otros referentes de mujeres que se han destacado en el mundo de la ciencia y la tecnología; así, se incide de manera positiva en las aspiraciones de las niñas, cuando de elegir una carrera se trata.

5.1. Estrategia de reconocimiento de mujeres científicas

Las imágenes de las científicas que hicieron parte de la exposición Mujeres visibles fueron sistematizadas en carteles, a partir de la vectorización de sus retratos con dimensiones de 1M X 2M, labor que desarrolló la diseñadora gráfica Aura María Gómez Espinosa, los cuales integran una exposición en formato itinerante, que ha sido exhibida en varias instituciones locales y que busca acercar a la comunidad de las instituciones educativas y de las empresas, con el mundo de

diversas científicas que han conquistado múltiples espacios en diferentes sectores económicos y organizacionales de la región y el país. Para el montaje de la exposición se escogieron científicas que tuvieran diversidad étnica, diversidad de orígenes socioeconómicos y de regiones geográficas, entre otros marcadores de la diferencia⁷.

Figura 47

Cartel de apertura Exposición itinerante Mujeres visibles



Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 48

Cartel Alba Marina Cobo

Soy de Cali. Soy Bióloga de la *Universidad del Valle*. En España hice un Master de Análisis y Gestión de Ecosistemas Mediterráneos en la *Universidad de Alicante* y un Doctorado en Oceanografía en la *Universidad de Vigo*, y luego otro Máster en Profesorado de Educación Superior.

TRAYECTORIA

“Decidí estudiar ciencia porque en el colegio tuve dos profesoras de Biología que me encantaban.”

Enseñaban con mucha pasión y compromiso, así que de alguna manera hicieron que me enamorara de esa materia.

Mi título de doctorado se trata de un estudio del fondo marino con metodologías no invasivas. Esto significa que se usan unos robots miniaturas que son como drones submarinos para ver qué animales viven asociados a determinados tipos de fondos. Buscamos hábitats vulnerables como esponjas y cnidarios, sobre todo corales blandos y duros.

INFLUENCIAS

Mis dos inspiraciones han sido mi mamá y mi papá, que fueron tan trabajadores y dedicados a sus profesiones y familia.

ALBA MARINA COBO
Bióloga. PhD. En Oceanografía

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

⁷ Exposición virtual *Mujeres visibles*. Disponible en: https://issuu.com/mujeresvisibles/docs/expo_virtual_338fae74437036.

Figura 49
Cartel Aura Elvira Narváez

Nací en Orító, Putumayo. Dí mis primeros pasos en el SENA como aprendiz del Técnico de Mantenimiento y Fabricación de Moldes Plásticos Artegrama, en el ASTIN. Luego estudié Ingeniería Mecánica en la Universidad Autónoma de Occidente de Cali, en 1995.

Soy Magister en Ingeniería con énfasis en Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle. Además alcancé el Título de Ingeniería de la Formación en la Escuela Enim de Francia en 2004.

TRAYECTORIA

He sido subdirectora encargada de otros centros del Valle del Cauca, siendo también Directora Regional encargada en este departamento y en Chocó y actualmente soy subdirectora del Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria, ASTIN de Cali.

AURA ELVIRA NARVÁEZ
Ingeniera Industrial y Mecánica

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 50
Cartel Diana Alexandra Bernal

Nací en Palmira y estudié Ingeniería Ambiental en la Universidad Nacional de Colombia en esa misma ciudad. Hice mi maestría en Geografía en la Universidad Estadual de Campinas en Brasil y actualmente curso un doctorado en Geografía en la misma universidad.

TRAYECTORIA

“Decidí presentarme a una carrera de ciencias porque era buena para los números y me gustaba la idea de hacer algo que le ayudara al planeta y a las personas.”

Mi investigación de maestría fue sobre la forma en que nos relacionamos con el agua en el habitar urbano contemporáneo. Quise visibilizar cómo la crisis ambiental también está expresada en la relación que tenemos con el agua.

INFLUENCIAS

Tuve profesoras en el colegio que me demostraron que los números eran divertidos y me inspiraron a ser sensible frente al cuidado de la tierra.

DIANA ALEXANDRA BERNAL
Ingeniera Ambiental. Phd en Geografía.

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 51
Cartel Gladis Miriam Aparicio

Soy de Palmira. Estudié el pregrado, la maestría y el doctorado en Física en la *Universidad del Valle*.

TRAYECTORIA

“Había una curiosidad innata en mí por dar respuestas a todo el mundo que me rodeaba.”

Siempre tuve claro que el estudio me iba a llevar a algún lugar.

Gané el Premio al mejor inventor de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) 2014 y el Premio al Inventor Nacional Categoría Investigación, Colombia, 2014. Mi tema de investigación han sido los conductores biónicos que tienen aplicación en todas las baterías del estado sólido que en física se llaman celdas combustibles.

INFLUENCIAS

Me inspiraron mis progenitores. Mi padre fue obrero toda su vida y mi madre fue una ama de casa, quien me inspiró todo lo que soy hoy en día. En mi juventud nunca conocí a alguien que hubiera ido a la universidad.

GLADIS MIRIAM APARICIO
PhD en Física.

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 52
Cartel Luz Dary Valencia

Nací en Cali y me gradué como Ingeniera de Alimentos en la *Universidad del Valle* y en la *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. Me he formado como Entrenadora de Calidad, Auditora y Coach Internacional en el área de calidad de alimentos.

TRAYECTORIA

“Decidí estudiar ciencia porque me gusta aplicar la mejora continua.”

Escogí la Ingeniería de Alimentos porque esa carrera me brindaba la posibilidad de aprender y mejorar el proceso para crear alimentos saludables y deliciosos, que no sean transgénicos y que no dañen a las personas.

Concientizo a las áreas operativas de las cadenas de abastecimientos sobre la importancia del tiempo al momento de realizar procesos, de manera que tanto los clientes como la empresa reciban lo mejor.

INFLUENCIAS

Mi madre y mi abuela son maestras de cocina y desde pequeña influyeron en mí positivamente para estar en la cocina y preparar cosas ricas; también, Juana la Loca, por ser agresiva, inteligente, decidida, apasionada y líder.

LUZ DARY VALENCIA
Ingeniera de Alimentos

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 53
Cartel María Juliana Bedoya

Nací en Cali y soy Bióloga, de la *Universidad del Valle*. Tengo una Maestría y un Doctorado en Ecología con énfasis en Conservación Tropical y Desarrollo de la *Universidad de la Florida en USA*.

TRAYECTORIA

“Estudí ciencias porque me apasiona descubrir cosas nuevas, sobre todo la naturaleza.”

Mi investigación de doctorado indagaba sobre cómo especies de mamíferos y aves terrestres utilizan reservas naturales de la sociedad civil.

Esto me ayudó a demostrar que la inmensa biodiversidad que aún tenemos en Colombia debe salvaguardarse con esquemas de protección complementarios y que podemos recuperar zonas degradadas para mantener la biodiversidad, pero se necesitan compromisos públicos y privados claros para lograrlo.

INFLUENCIAS

Mis padres me han inspirado y motivado para seguir mis sueños, teniendo en cuenta que el ser científica no es fácil y que hay que trabajar con ganas y convicción. Uno de mis mayores logros han sido mis estudios en el exterior.

MARIA JULIANA BEDOYA
Bióloga. PhD. En Ecología

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 54
Cartel Marlyn Olave Guapi

Soy de Buenaventura. Inicé la carrera de Ingeniería Sanitaria en la *Universidad del Valle* en mi ciudad natal y la finalicé en la sede Cali.

TRAYECTORIA

“Decidí estudiar ciencia porque en mi colegio en Buenaventura era muy buena en las materias relacionadas con matemáticas.”

Me he desempeñado principalmente en el campo de la normatividad y gestión ambiental. Uno de los trabajos más relevantes que he desarrollado es un proyecto en zona rural de Cali que busca crear un espacio de articulación de procesos con predios que generen servicios ambientales para el bienestar de las comunidades y del entorno. Me gusta mucho. Todavía no puedo decir “lo logré” pero en esas estoy trabajando.

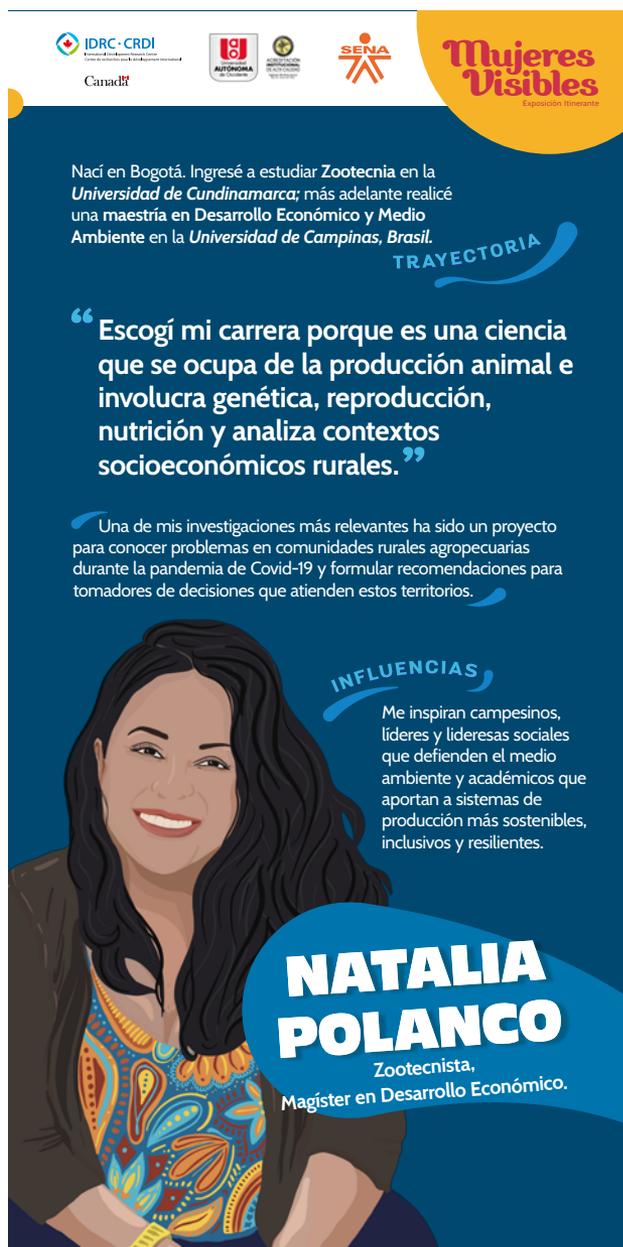
INFLUENCIAS

No crecí con mis padres, entonces la persona que me inspiró fue mi madrina. Ella me inculcó el amor por el estudio, pues era lo único que me podía dejar para el futuro.

MARLYN OLAVE GUAPI
Ingeniera Sanitaria

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 55
Cartel Natalia Polanco



Logos: IDRC-CRDI, Canadá, AUTONOMIA de Cundinamarca, SENA, Mujeres Visibles (Exposición itinerante).

Nací en Bogotá. Ingresé a estudiar Zootecnia en la *Universidad de Cundinamarca*; más adelante realicé una maestría en Desarrollo Económico y Medio Ambiente en la *Universidad de Campinas, Brasil*.

TRAYECTORIA

“Escogí mi carrera porque es una ciencia que se ocupa de la producción animal e involucra genética, reproducción, nutrición y analiza contextos socioeconómicos rurales.”

Una de mis investigaciones más relevantes ha sido un proyecto para conocer problemas en comunidades rurales agropecuarias durante la pandemia de Covid-19 y formular recomendaciones para tomadores de decisiones que atienden estos territorios.

INFLUENCIAS

Me inspiran campesinos, líderes y líderes sociales que defienden el medio ambiente y académicos que aportan a sistemas de producción más sostenibles, inclusivos y resilientes.

NATALIA POLANCO
Zootecnista,
Magíster en Desarrollo Económico.

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 56
Cartel Nataly Ruiz Quiñones



Logos: IDRC-CRDI, Canadá, AUTONOMIA de Cundinamarca, SENA, Mujeres Visibles (Exposición itinerante).

Nací en Ibagué, estudié Biología en la *Universidad del Tolima* y realicé un doctorado en Genética y Biología Molecular en la *Universidad de Campinas, Brasil*.

TRAYECTORIA

“Estudié ciencias porque desde pequeña sentía interés por descubrir todo lo que me rodeaba, quería darle sentido a lo que sucedía a mi alrededor.”

Desde que estaba en el colegio cursé un programa técnico en ciencias y luego entré a biología con el propósito de estudiar los microorganismos.

Mi logro más importante ha sido terminar mi doctorado. En esa investigación encontré moléculas que puedan ser utilizadas para el tratamiento de ciertos tipos de cáncer. Es sólo un paso inicial que sé que brindará grandes frutos.

INFLUENCIAS

Mi inspiración fueron los compañeros del centro de salud donde trabajaba mi mamá, y mi abuela, quien fue paciente de cáncer. Por ella quería encontrar una cura para frenar esa enfermedad.

NATALY RUIZ QUIÑONES
Bióloga. PhD en Genética y Biología Molecular.

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 57
Cartel Sara María Cobo

Logo IDRC-CRDI, Canadá, Universidad Autónoma de Occidente, SENA, Mujeres Visibles Exposición itinerante.

Soy caleña y estudié Medicina en la *Universidad del Valle*. Posteriormente realicé una maestría en Salud Pública en esa misma institución.

TRAYECTORIA

“Desde pequeña sentí mucha atracción por el cuidado de las personas, me enamoré de esas batas blancas de medicina y decía: *Quiero ser doctora.*”

Ahora de adulta y tomando la decisión de hacer la maestría deseaba aportar a minimizar muchas inequidades sociales en salud que conocí durante el pregrado.

He realizado investigaciones relacionadas con el Dengue y el consumo responsable de antibióticos en varias clínicas de Cali. Mi logro más relevante ha sido mi tesis de la maestría en salud pública evaluando programas de Tuberculosis y VIH.

INFLUENCIAS

Me han inspirado mis papás, por su vocación de servir siempre y muchas profesoras de la carrera.

SARA MARIA COBO
Médica. Mag en Salud Pública

Fuente: elaboración propia del proyecto *Removiendo Barreras*.

La exposición fue inaugurada el 27 de noviembre de 2021 con el primer grupo de profesionales seleccionados. En febrero de 2022, se actualizó con la incorporación de cinco aprendices destacados del SENA, provenientes de programas enfocados en componentes STEM e Industrias Verdes. Estos jóvenes fueron reconocidos como “Aprendices Visibles”. Posteriormente, la exposición se instaló el 11 de febrero en la Biblioteca de la Universidad Autónoma de Occidente, en conmemoración del “Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia”. El evento fue cubierto por el noticiero 90 Minutos⁸.

Algunos testimonios de las científicas que conformaron la exhibición fueron:

Diana Alexandra Bernal, Ingeniera Ambiental y PhD en Geografía, integrante de la exposición, afirmó que:

“La exposición me ha abierto un espacio de reflexión crítica acerca de mi lugar en la ciencia y en los saberes, reconociendo las diferentes dificultades a las que me he enfrentado como mujer y valorando aún más mis capacidades y el camino que he venido haciendo. Me ha dado más confianza en mí misma y en lo que hago” (D. A. Bernal, comunicación personal).

Luz Dary Valencia, Ingeniera de Alimentos e integrante de la exposición, afirmó que:

“Haber sido reconocida para participar en la exposición *Mujeres Visibles* como una mujer de ciencia ha tenido impactos muy positivos. A nivel personal, hace que uno crea más en uno. A nivel profesional ha sido mucho, porque yo trabajo

⁸ Noticiero 90 Minutos. (2022). *Evento Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia*. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=3Ni4W9m25i4>.

para la base de la planta y ver cómo motivo a las mujeres que han sido mis compañeras en planta, es mostrar que sí se puede” (L. D. Valencia, comunicación personal).

Según la opinión de un aprendiz del SENA de Palmira que asistió a la exhibición:

“Me pareció muy buena la exposición porque no sabía que hubiera mujeres científicas de Palmira” (comunicación personal).

Un trabajador de la Universidad del Valle expresó lo siguiente:

“Fue muy impactante porque la exposición es bonita, de colores alegres y es muy importante reconocer dentro de esas científicas destacadas a varias mujeres egresadas de nuestra universidad” (comunicación personal).

La exposición ha tenido un impacto muy positivo para distintos públicos. En primer lugar, para las propias mujeres destacadas y sus familias, quienes, al ver su historia reflejada y su imagen vectorizada, sienten orgullo al ser reconocidas como “mujeres visibles”. En segundo lugar, para las nuevas generaciones de aprendices SENA y estudiantes de carreras STEM que pueden identificar a mujeres cercanas, varias de ellas son sus propias profesoras, a quienes no habían reconocido como mujeres del mundo de la ciencia. Y, en tercer lugar, a un público amplio que empieza a reconocer la importancia de hacer visibles las historias de mujeres también en estos campos STEM menos destacados en los ámbitos de las mujeres⁹.

⁹ La exposición “Mujeres Visibles” está dirigida a destacar el papel de las mujeres en campos STEM y sus historias de impacto en la comunidad.

Puede conocer más sobre la exposición en el siguiente video¹⁰. Para conocer la exhibición completa en formato virtual visita la página del Instituto de Estudios para la Sostenibilidad de la Universidad Autónoma de Occidente¹¹.



¹⁰ Video sobre la exposición disponible en: <https://bit.ly/3AsX3zj>.

¹¹ Página del Instituto de Estudios para la Sostenibilidad de la Universidad Autónoma de Occidente, disponible en: <https://bit.ly/3pTxsAZ>.

Figura 58
Cartel Aprendiz Beldani Andrea Niño

Mujeres Visibles
 Expresión femenina

Mi nombre es Beldani Andrea Niño, curso una **Tecnología en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad Medio Ambiente Seguridad y Salud en el Trabajo (HSEQ)** en el SENA de Palmira. Soy del municipio de Palmira, Valle.

Lo que más me ha gustado del programa de formación...

es que en un futuro podré velar por el bienestar de las personas en las empresas; aportaré con mis conocimientos para lograr la sostenibilidad ambiental, mitigando la contaminación y haciendo de nuestro planeta un mejor lugar para vivir. Mi logro más importante durante mi formación en el SENA ha sido participar en este gran proyecto del cual he aprendido mucho.

Me inspiran mis hijos porque quiero ser ejemplo para ellos de la importancia de no renunciar a nuestros sueños, pues podemos lograr lo que nos proponemos. También mis instructores porque de ellos aprendo cada día y Dios los puso en mi camino para ayudarme a cumplir una de mis metas.

INSPIRACIÓN

Participar en el proyecto "Removiendo Barreras..."

me ha permitido aprender de expertas en el tema ambiental. Cada visita y capacitación compartida ha sido un gran aprendizaje. *Son experiencias de aprendizaje en lo laboral pero también en el diario vivir.*

BELDANI ANDREA NIÑO

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 59
Cartel Aprendiz Daniela Botina

Mujeres Visibles
 Expresión femenina

Soy nacida en el municipio de Candelaria y resido en el mismo. Estudio **Tecnología en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad Medio Ambiente Seguridad y Salud en el Trabajo (SISOMA)** en el SENA Palmira.

Lo que más me ha gustado del programa de formación...

es que en el SENA contamos con instructores de alta calidad, con amplios estudios y experiencia. Esto facilita el aprendizaje, pues hay un enfoque hacia lo laboral. Uno de mis logros más importantes durante mi formación ha sido haber ganado el concurso de inglés y **logré posicionar al CBI Palmira en el tercer lugar a nivel nacional.**

Me inspiran mis instructores y mis compañeros en mi proceso de formación.

INSPIRACIÓN

Participar en el proyecto "Removiendo Barreras..."

es muy importante porque *encontramos a muchas científicas que son íconos y que pasaron por experiencias similares a nosotras y hoy en día son grandes mujeres.* Nos sirven de inspiración para lograr todo lo que nos proponemos.

DANIELA BOTINA

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 60
Cartel aprendiz Eliana Plaza

Soy aprendiz del programa **Técnico en Monitoreo Ambiental**. Nací en Pradera Valle, crecí en Santander de Quilichao y vivo en Palmira.

Lo que más me ha gustado del programa de formación...

es la oportunidad de tener contacto con el mundo laboral, lo cual enriquece mucho mi experiencia mucho. Mi logro más importante en mi formación SENA, ha sido fortalecer mis conocimientos y así poder confiar más en mí misma, superando mis miedos. *Gracias a ello he mejorado mi comunicación, pues antes era una persona muy introvertida.*

Una de las personas que ha inspirado mi formación, ha sido mi padre; que siempre me invitó a aprender para la vida. También me inspiró una profesora de biología que tenía mucha pasión por enseñar y generar empatía con los recursos naturales.

Participar en el proyecto "Removiendo Barreras..."

me permitió conocer mujeres inspiradoras, campesinas, madres cabeza de hogar, instructoras e ingenieras que han sacado sus proyectos productivos adelante, aportando a la sociedad de forma apasionada, abriéndose campo en su campo laboral.

ELIANA PLAZA

INSPIRACIÓN

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 61
Cartel Aprendiz Estefanía Escobar

Nací en Palmira, Valle y es donde actualmente resido. Soy aprendiz del programa **Técnico en Monitoreo Ambiental del SENA**, Palmira.

Lo que más me ha gustado del programa de formación...

es que soy parte de un equipo que lidera la protección del medio ambiente. Mi logro más importante durante la formación del SENA es el conocimiento y habilidades adquiridas para la búsqueda de soluciones a problemas ambientales.

Durante mi formación me han inspirado mis instructores pues se les ve la dedicación y amor por su trabajo cuando nos enseñan a cuidar el espacio en que vivimos. *Eso me motiva a querer transmitir esa enseñanza y a hacer parte del cambio.*

Participar en el proyecto "Removiendo Barreras..."

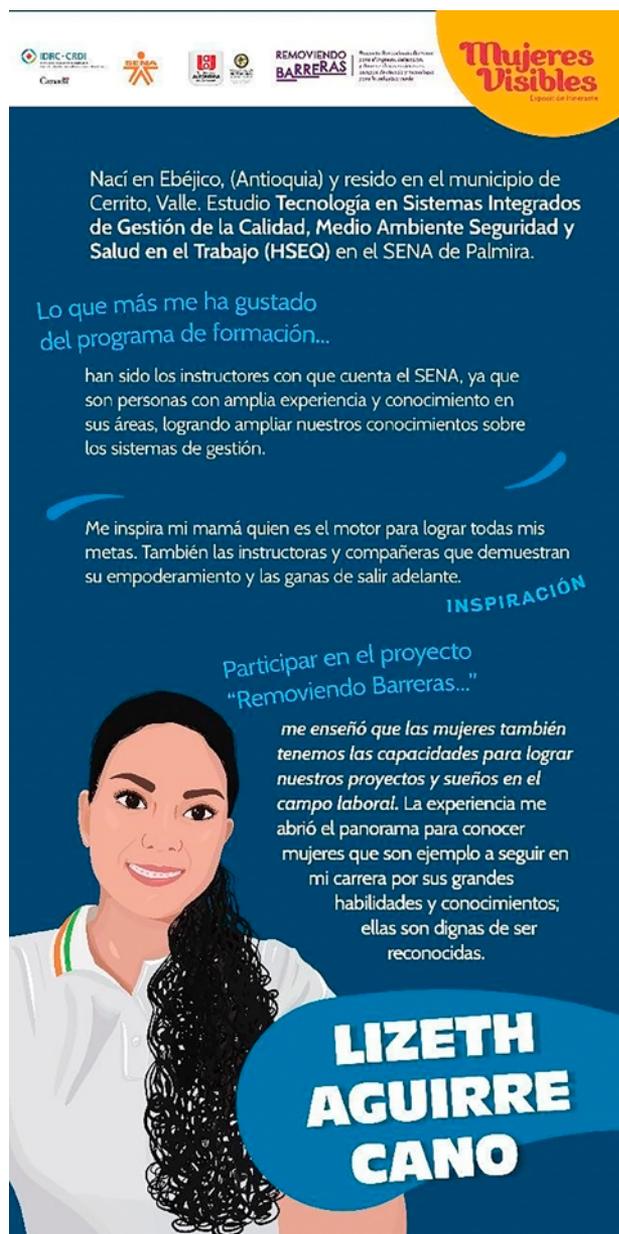
me dio la posibilidad de conocer personas expertas en Industrias Verdes y aprender de ellas durante actividades prácticas, que son experiencias que enriquecerán mi vida laboral.

ESTEFANÍA ESCOBAR

INSPIRACIÓN

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Figura 62
Cartel Aprendiz Lizeth Aguirre Cano



Logo: IDRC-CREDI, ConveIT, ALIANZA, REMOVIENDO BARRERAS, Proyecto del Gobierno de Antioquia para el Empleo, el Aprendizaje y el Desarrollo Profesional 2016-2018, Mujeres Visibles Equipo de Formación

Nací en Ebéjico, (Antioquia) y resido en el municipio de Cerrito, Valle. Estudio Tecnología en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad, Medio Ambiente Seguridad y Salud en el Trabajo (HSEQ) en el SENA de Palmira.

Lo que más me ha gustado del programa de formación...

han sido los instructores con que cuenta el SENA, ya que son personas con amplia experiencia y conocimiento en sus áreas, logrando ampliar nuestros conocimientos sobre los sistemas de gestión.

Me inspira mi mamá quien es el motor para lograr todas mis metas. También las instructoras y compañeras que demuestran su empoderamiento y las ganas de salir adelante.

INSPIRACIÓN

Participar en el proyecto "Removiendo Barreras..."

me enseñó que las mujeres también tenemos las capacidades para lograr nuestros proyectos y sueños en el campo laboral. La experiencia me abrió el panorama para conocer mujeres que son ejemplo a seguir en mi carrera por sus grandes habilidades y conocimientos; ellas son dignas de ser reconocidas.

LIZETH AGUIRRE CANO

Fuente: elaboración propia del proyecto Removiendo Barreras.

Capítulo 6.

6. Conclusiones

6.1. Barreras que enfrentan las mujeres para acceder al mundo STEM

Esta investigación ha permitido identificar que las mujeres enfrentan una serie de barreras al ingresar a carreras del ámbito STEM, las cuales persisten o se transforman a lo largo de su desempeño profesional. Estas barreras son propias de una cultura patriarcal que aún asigna roles específicos a mujeres y hombres, limitando la participación de unos y otras en diversos campos de actuación (Amorós, 2010; Millet, 2010; Flórez, 2011; Federico, 2018; Jacinto, 2021). En el contexto que ocupa, se analiza cómo se reproducen estas barreras en el ámbito científico. A lo largo del tiempo, se mantienen y se materializan desde el ingreso a estas carreras hasta el acceso a cargos de responsabilidad organizacional. Además, factores como la etnia, la clase social y la exposición al conflicto armado en Colombia, entre otros, intensifican las barreras para ciertos grupos de mujeres. Por lo tanto, es fundamental adoptar una perspectiva interseccional para comprender y abordar esta problemática de manera integral. A continuación, se presentan las barreras identificadas que enfrentan las mujeres para ingresar y posicionarse en el mundo STEM.

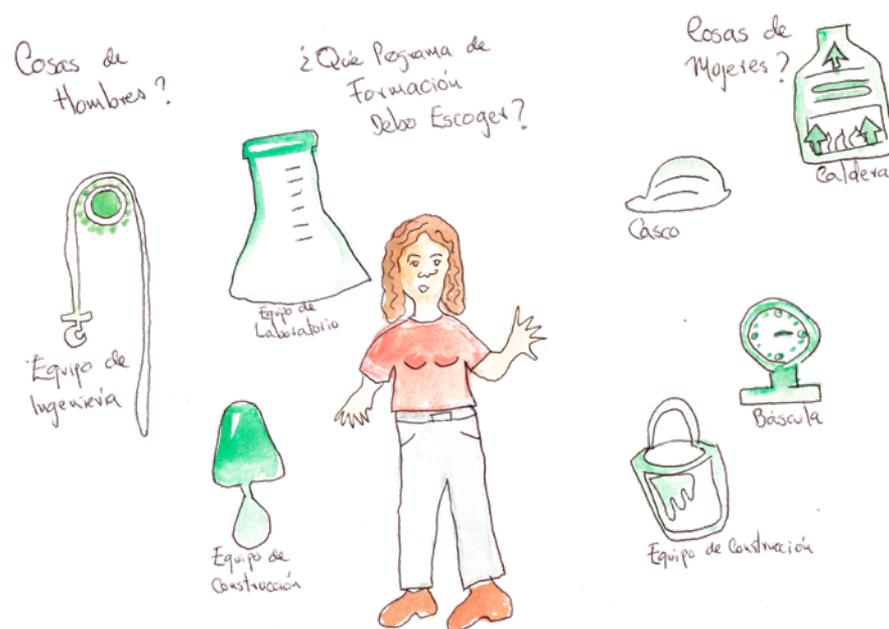
6.2. Barreras culturales

Las mujeres enfrentan estereotipos culturales basados en creencias y representaciones sociales que les determina un rol de desempeño (Urbina y Ovalles, 2018) y que limitan su participación en carreras científicas, al creer que ellas tienen como destino principal la realización de labores de cuidado doméstico, antes que cualquier otra labor económica o productiva (De Beauvoir, 1949; Millet, 1970; Oakley, 1972; Rubin, 1975; Bourdieu, 1998). Las mujeres expresan que todavía en sus familias y grupos sociales cercanos se usan expresiones que refuerzan el rol histórico asignado; dichos populares como “la mujer y la sardina en la cocina”; “para el hombre la plaza, para la mujer la casa”; “olla ladeada, mujer para nada”, “los hombres en la cocina huelen a caca de gallina”¹² y otros similares, les refuerzan la idea de que la mujer está determinada por los roles del cuidado y no puede aspirar a desempeñarse en otros campos, como los de STEM.

Estas representaciones sociales a la hora de escoger carrera fueron plasmadas en un dibujo etnográfico (imagen 60) durante un grupo focal donde se abordaron temáticas sobre “cosas de hombres” y “cosas de mujeres”, aludiendo a un lenguaje popular para identificar qué puede y deben hacer las mujeres, qué puede y deben hacer los hombres, según la forma cómo algunos elementos simbólicos y culturales han establecido. Las barreras culturales se refuerzan a través de la música; canciones de distintos géneros refuerzan estos roles, así mismo se recrea en las telenovelas, en contenidos comunicacionales por viejos y nuevos medios de comunicación como las redes sociales mediadas por internet y que, finalmente se condensan en expresiones populares como las mencionadas en el párrafo anterior.

¹² Expresiones populares que refuerzan estereotipos de género y con ello fomentan mensajes de exclusión hacia las mujeres.

Figura 63
Dibujo etnográfico donde se reflejan barreras culturales



Fuente: e laborado por Isabel Herrera.

6.3. Barreras sociales

Los espacios de socialización primaria como la familia y la escuela y los secundarios como los medios de comunicación o los círculos sociales, estructuran normas sociales para la definición de roles y estereotipos de género. Esto influye profundamente en la elección de carreras profesionales de las jóvenes (Vázquez-Cupeiro, 2015). En etapas tempranas la familia define inclinaciones hacia ciertos intereses según el género, por ejemplo, exponiendo a los pequeños varones a más experiencias relacionadas con la ciencia y la tecnología que a las chicas (Crowley et al., 2001). Muestra de ello es cuando a las niñas se les invita a escoger programas formativos más “seguros o femeninos” que aquellas labores relacionadas con la industria, las ciencias exactas o que impliquen presencia en espacios muy masculinos.

Ejemplo de ello es cuando en casa se exhorta a las niñas a no ingresar a carreras STEM por creer que deberían dedicarse a otras actividades consideradas más seguras para las mujeres o aquellas consideradas intelectualmente menos exigentes. Xie y Shauman (2003) indican que estas prácticas sustentan la tendencia a que las niñas incurrieren menos en estudios de ciencia y tecnología y sus capacidades sean subvaloradas (Vázquez-Cupeiro 2015). Estas barreras también se refieren a las creencias de que el papel de las mujeres debe ser como esposas, madres o cuidadoras de la prole o adultos mayores (Monforte y Ubeda, 2019 ; Mills, 1999; Simmel, 2002; Goffman, 2006; Berger y Luckman, 2003).

Figura 64

Dibujo etnográfico donde se reflejan algunas barreras sociales



Fuente: Elaborado por Isabel Herrera.

6.4. Barreras académicas

Son aquellos obstáculos en función del género que enfrentan las mujeres para ingresar y permanecer en la Educación Técnico Profesional. Esto incluye dimensiones como el ambiente de la educación, la presencia o no de mujeres instructoras, las estrategias docentes, planes de estudio y evaluaciones (Unesco, 2019; Muñoz, 2019; Andrade y Mansilla, 2019). Las mujeres pueden encontrar un ambiente hostil en campos masculinizados, que las hacen dudar de su proceso de formación. Ellas se encuentran con que consciente o inconscientemente sus colegas de estudio e incluso instructores, consideran que no están preparadas para desarrollar ciertas actividades que tienen que ver con tecnología o ciencias básicas (Fryer y Levitt, 2010; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OECD], 2015; Nollenberg et al., 2016).

Para Vásquez – Cupeiro (2015), las chicas que tienen mayor necesidad de pertenencia al grupo de pares pueden “camuflar su talento” en un esfuerzo para lograr mayor aceptación (Campbell, 2004). Aparte de la documentada falta de *role models* femeninos en campos STEM, la conducta del personal docente influye en la consolidación de estereotipos de género mediante interacciones sesgadas de género, aplicando “profecías autocumplidas” o el llamado efecto *Pigmalión en el Aula*, que hace referencia a que el rendimiento de estudiantes sobre los que hay mayores expectativas termina siendo superior al del resto. En ello influye el que los docentes pueden haberlos apoyado más a través de mayor atención e interacciones personales e incluso gestos amables, mientras que se relacionan menos con aquellos estudiantes de quienes se espera que rindan menos (Rosenthal y Jacobson, 1968; García y Pérez, 2017).

Estas barreras académicas conllevan a las *Fugas de Tubo* basadas en el género, que devienen en el desequilibrio sexual de los campos STEM (Clark, 2005) o brechas de género en los campos de Ciencia y Tecnología (Avolio y Chávez, 2018), aunque estas barreras se presentan en diferentes momentos de la formación y etapa laboral de las mujeres.

Figura 65
Dibujo etnográfico que recrea barreras académicas



Fuente: Elaborado por Isabel Herrera.

6.5. Barreras políticas

La mayor parte de las medidas impulsadas por el Estado no han tenido continuidad en las administraciones siguientes, de forma que no llegan a convertirse en mecanismos legislativos que fortalezcan la educación STEM con un enfoque de género diferencial. Estos hechos contribuyen a mantener las brechas de género encontradas en las fases de ingreso, permanencia y avance de mujeres en las ciencias (Unesco, 2016b, 2019). Se puede observar entonces que en el ejercicio del poder público no se promueve de forma efectiva la participación de las mujeres. Que no se logra articular la empresa privada y al sector público en la incorporación de variables de género, lo que lleva a pensar que las formas del ejercicio del poder representan una barrera para el avance de las mujeres. Se resaltan algunas iniciativas públicas colombianas que han buscado promover la equidad de género en la ciencia en los niveles educativo y laboral.

En 2013 el Gobierno Nacional (2013–2016) se construyó la primera Política Pública Nacional de Equidad de Género (DNP, 2013), que prioriza dentro de sus ejes temáticos la transversalización del enfoque de género en la educación. Además, identifica en su diagnóstico la desigualdad de desempeño por género en la educación media en las materias de ciencias y matemáticas. Esta política también señala el problema de la deserción escolar por razones de género y plantea acciones indicativas relacionadas con la implementación del enfoque de género y diferencial en los lineamientos pedagógicos y en las capacidades institucionales del sector educativo.

El Sello de Equidad Laboral Equipares es una certificación que desde 2013 otorga el Ministerio del Trabajo y la entonces Consejería Presidencial para la Equidad de la Mujer con

apoyo del PNUD. Este sello promueve el cierre de brechas de género en las empresas mediante acciones de transversalización del enfoque de género entre otras.

En ese mismo sentido, la construcción de los Lineamientos de Política Pública de Equidad de Género para el Sector Minero Energético en 2020, a cargo del Ministerio de Minas y Energía (2020) dentro del gobierno de Iván Duque (2018–2022). Este proyecto promovió acciones de implementación del enfoque de género en un sector reconocidamente masculinizado como el minero energético.

Desde 2021 existe el programa “+Mujer +Ciencia +Equidad”, que se da en alianza con la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) el cual busca incentivar la vocación científica de mujeres estudiantes o egresadas de programas de cualquier área del conocimiento, ofreciéndoles mentorías, pasantías, fortalecimiento en habilidades STEM, entre otras.

6.6. Barreras organizacionales

El Sello de Equidad Laboral “Equipares” es una iniciativa adoptada por grandes empresas en Colombia, como el Grupo Éxito, Colombina, Bivien (antes Belleza Express), entre otras. Estas compañías han reconocido la existencia de brechas de género en sus prácticas laborales y han asumido el compromiso de garantizar una mayor igualdad de derechos entre hombres y mujeres en su interior. La implementación de esta nueva cultura organizacional, que exige la certificación Equipares, conlleva resistencias y tensiones dentro de las empresas. Por ello, es importante reconocer y valorar cada uno de los avances que logren en este proceso.

Las pequeñas y medianas empresas (Pymes) representan más del 90 % del sector productivo y generan más del 80 % del empleo en Colombia. En este contexto, es importante considerar que obtener y mantener una certificación como Equipares implica un costo económico significativo, lo cual representa una inversión que muchas micro, pequeñas y medianas empresas no siempre están en condiciones de asumir. Además, Equipares no es una certificación exigida por las autoridades gubernamentales ni una condición obligatoria para el funcionamiento de las empresas. Por lo tanto, aunque una empresa tenga una misión, visión y valores feministas, no está obligada a adoptar prácticas de equidad de género dentro de su estructura.

Por el contrario, cuando las mujeres ingresan a muchas empresas se encuentran con estructuras jerárquicas que las ubican en la base de una pirámide independiente de su nivel de formación; impidiendo su ascenso a posiciones de mayor liderazgo. Tal fenómeno es lo que se conoce como *Techo de Cristal* y con frecuencia aparece articulado con el *Suelo Pegajoso*, que supone una sujeción a labores del cuidado como madres o esposa, de los cuales es difícil desprenderse para llevar a cabo una carrera profesional de liderazgo (Heller y Gómez, 2020).

El carácter invisible de estas barreras hace que para las organizaciones e incluso para las mismas mujeres sea difícil explicar por qué no logran ascender en la pirámide de puestos en su campo laboral (Barberá y Ramos 2002; Alizade, 2007; Holmes, 2007; Person, 2007; Camarena y Saavedra, 2018; Instituto Holandés para la Democracia Multipartidaria, 2019).

La metáfora de *Laberintos de Cristal* (Quiroga y Vaca, 2021) ha sido empleada para señalar aquellos escollos que de-

ben sortear las mujeres para alcanzar ciertos puestos de liderazgo laboral en que, por ejemplo, “deben demostrar por duplicado su capacidad para llevar a cabo las tareas y se les exige una mayor excelencia”. El estudio “Maternidad y Trayectoria profesional”, elaborado por IESE Business School y los laboratorios IESE–Ordesa en 2017, mostró que el “46 % de las trabajadoras sintió que debía trabajar con su esfuerzo multiplicado para demostrar su valía” (p. 9).

Algunos ejemplos documentados sobre estas barreras son las limitaciones impuestas desde órganos directivos para impedir la promoción de las mujeres en las organizaciones y su limitación a desempeñar roles considerados femeninos (Ayala, 2011). Esta segregación ha sido denominada como los *Guetos de terciopelo* (Polinario, 2020) o *Discriminación Horizontal* (Gallego, 2018) y señala aquellos sectores profesionales que son considerados de mujeres e identifica áreas de desempeño profesional y ocupacional que al aumentar de población femenina o al “feminizarse” experimentan una disminución de su calidad, condiciones de trabajo y reconocimiento económico, con una consecuente disminución de la calidad, salarios, condiciones laborales y oportunidades de ascenso a puestos directivos (Morrison, 1994; Heller y Gómez, 2020;).

Estas barreras representan la *discriminación horizontal* (Gallego, 2018), en que se relega a las mujeres a ciertas áreas de la actividad científica como en las labores de laboratorio o administrativas, y la *discriminación vertical*, en que se mantiene a científicas brillantes y capacitadas bajo un “techo de cristal” o un “suelo pegajoso”, es decir que no se les permite avanzar. (Arizalde, 2007; Holmes, 2007; Person, 2007; Camarena y Saavedra, 2018; Instituto Holandés para la Democracia Multipartidaria, 2019).

La discriminación implícita en procesos de contratación laboral indica la incidencia de prejuicios de género que prevalecen sobre la formación y experiencia de las mujeres postuladas (González, 2017). Estas barreras organizacionales traen otras consecuencias para el ejercicio laboral de las mujeres, por ejemplo, la exclusión de oportunidades de formación técnica, subrepresentación en órganos de toma de decisión, menores salarios e inclusive, inoperancia frente a situaciones de acoso sexual y/o laboral (Bernal, 2020).

Por otro lado, el *Efecto Matilda* (Giménez y Nicolás, 2016) es un concepto que describe cómo, en el ámbito de la investigación científica, los hombres reciben un mayor reconocimiento que las mujeres por contribuciones equivalentes. Este fenómeno se traduce en una mayor concentración de recursos, proyectos, plazas laborales, premios y publicaciones para los varones. El término fue acuñado en honor a Matilda J. Gage, una científica que identificó y denunció la invisibilización de los méritos de las mujeres en diversos contextos.

Dentro del ambiente laboral también es frecuente evidenciar rasgos del *Techo de Cristal* como el ambiente hostil en ámbitos masculinizados, expresado en conductas sexistas explícitas que provienen de estereotipos de género. Por otro lado, se presenta el “sexismo benevolente” (Heller y Gómez, 2020), en el que los varones emplean un tono afectivo positivo, fomentando relaciones de “protección y ayuda” al considerar que hay labores más aptas para las mujeres en el contexto laboral consideradas más delicadas o relacionadas con el cuidado a los compañeros de trabajo. Según Heller y Gómez (2020) ambos tipos de sexismo generan la exclusión de mujeres de espacios en que los varones mantienen el control de las instituciones, mientras que

refuerzan estereotipos que segregan el potencial de las mujeres a la esfera de la vida privada.

6.7. Removiendo barreras

El propósito de la investigación que se ha compartido en libro, es mostrarle a un público amplio lo que se ha realizado durante tres años, para contribuir a remover las barreras que enfrentan las mujeres en el ingreso, permanencia y avance en los campos de STEM e industrias verdes. Se contó como aliado estratégico al Centro de Biotecnología del SENA, sede Palmira, con quienes se estableció un diálogo permanente para identificar cuáles de sus programas se corresponden con carreras STEM y en ellos cómo era la participación de las mujeres. Con la revisión de literatura y con el trabajo de campo realizado, se puede constatar que las mujeres enfrentan obstáculos adicionales a los hombres para acceder a la formación STEM, permanecer en ella y destacarse en el campo laboral, académico y científico. No obstante, como también se presenta a lo largo de los capítulos, las mujeres vienen removiendo esas barreras gracias a los resultados de su práctica constante y de sus investigaciones.

Quienes ya están posicionadas en el campo STEM sirven de referente para las nuevas generaciones que empiezan a abrirse camino en estas áreas. Conocer sus trayectorias es fundamental para incentivar a que las niñas, desde temprana edad, sueñen con ser la próxima científica, pero el camino que recorran debe estar en igualdad de condiciones de género e inclusive deben hacerse acciones afirmativas de género, teniendo en cuenta que existen barreras simbólicas que a veces son difíciles de identificar. Esfuerzos como esta investigación contribuyen a removerlas, pero se

debe insistir en cerrar las brechas de género también en el mundo STEM. El Objetivo de Desarrollo Sostenible 5: “lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a las mujeres y las niñas” (p. 31), solo será posible de alcanzar plenamente, cuando se busque tal igualdad en todos los ámbitos de la vida social, política, económica y ambiental.

6.8. Referencias

- Amorós, C. (2010). “La dialéctica del sexo de Shulamith Firestone: Modulaciones feministas del freudo-marxismo”, en Celia Amorós y Ana de Miguel (eds.). *Teoría Feminista: de la Ilustración a la globalización*. Tomo II. Madrid. Minerva. pp. 69-105.
- Andrade, R. y Mansilla, S. (2019). Género y educación para la empleabilidad desde un enfoque territorial. 1º Congreso Internacional de Ciencias Humanas–Humanidades entre pasado y futuro. Escuela de Humanidades, Universidad Nacional de San Martín, Gral. San Martín.
- Alizade, M. (2007) “El techo de cristal y el poder femenino”. *Perspectivas psicoanalíticas sobre las mujeres y el poder*. Buenos Aires, Lumen
- Ayala- Álvarez, M. D. (2011). El acoso laboral como forma de perpetuación de la discriminación por género. problemas legales y estrategias para la protección. Maestría en Ciencias Sociales con Mención en Género y Desarrollo. Ecuador. Quito: FLACSO.
- Banco Mundial. (2020) Colombia. Un Cambio de Rumbo. Seguridad Hídrica para la Recuperación y Crecimiento Sostenible. <https://bit.ly/3JBwyJk>
- Barberá E., Ramos A. (2002). Más allá del Techo de Cristal. https://www.researchgate.net/publication/28059151_Mas_alla_del_techo_de_cristal
- Barraza, M. (2006). Un Modelo Conceptual para el Estudio del Estrés Académico. Universidad Autónoma de Durango. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala* 9 (3) 110 – 129. <https://bit.ly/3xKxvKQ>
- Berger, P. y Luckman, T. (2003). La construcción social de la realidad. Buenos Aires: Amorrortu Editores, 18ª reimp.
- Bernal, S. F. (2020). Violencia de género en el ámbito laboral. Los prototipos de acoso sexual y de acoso sexista en el trabajo. *Revista General de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social*, 57 ISSN-e 1696-9626
- Bourdieu, P. (1998). La Dominación Masculina. <https://bit.ly/39nCozj>
- Bryson, V. (1999). “Patriarchy: A concept too useful to lose”. *Contemporary Politics*. (V). 4. 311-324.
- Burín, M. (1994). Subjetividad Femenina y Salud Mental: el techo de cristal. Inédito.
- Burin, M. (2007). *El techo de cristal. Perspectivas psicoanalíticas sobre las mujeres y el poder “El techo de cristal en la carrera laboral de las mujeres. Acerca del deseo de poder en las mujeres”*. Comp. Por Alizalde, Mariam y Beth Seeling. Buenos Aires, Lumen.
- Camarena -Adame, M , y Saavedra García, M. . (2018). El techo de cristal en México. La ventana. *Revista de estudios de género* 5(47), 312-347. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-94362018000100312&lng=es&tlng=es
- Campbell, J R. et al. (2004), “Gender paradigms”, en Paper presented at the irc-2004 Conference, Lefkosia, Cyprus.
- Crowley, Kevin et al. (2001), “Parents explain more often to boys than to girls during shared scientific thinking”, en *Psychological Science*, vol. 12, núm. 3, Oxford: *Blackwell Publishers*.

- Carr-Rufino, N. (1991). us Women: breaking through the glass ceiling. *Women in Management Review and Abstracts*, 6,5.
- Consejería Presidencial de Equidad de Género (2017). *Guía para la Construcción de Políticas Públicas para el Empoderamiento de las Mujeres y la Igualdad de Oportunidades*. <https://bit.ly/2RpZ1xU>
- Davison y Cooper (1992). Shattering the glass ceiling. *Paul Chapman*.
- De Beauvoir, S. (1987). *El Segundo Sexo*. Buenos Aires. Siglo XXI.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2013). Política Pública Nacional de Equidad de Género. (Documento CONPES 161). Conpes Social 161 (equidadmujer.gov.co)
- El Espectador. (2014, diciembre 5). *La mejor inventora del mundo es colombiana*. <https://www.elespectador.com/colombia/mas-regiones/la-mejor-inventora-del-mundo-es-colombiana-article-523484/>
- Federici, S. (2018). El Patriarcado del Salario. Obtenido en <https://bit.ly/3hQv4Rp>
- Firestone, Shulamith. (1976) “La dialéctica del sexo: en defensa de la revolución feminista”. Barcelona. Kairós D. L.
- Flores, P. y Browne, R. (2017) Jóvenes y patriarcado en la sociedad TIC: Una reflexión desde la violencia simbólica de género en redes sociales. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 15 (1) 147-160.
- Fryer, R. . y Steven, D. (2010). An Empirical Analysis of the Gender Gap in Mathematics. *American Economic Journal: Applied Economics* 2 (2), 210-240.
- Gaete R. y Álvarez, J . (2020). Alta dirección pública y techo de cristal. Acceso de las mujeres a los puestos directivos en Chile. *Revista Espiral (Guadalajara)*, 27(77), 179-222. <https://doi.org/10.32870/ees.v27i77.7085>
- Gallego, N. (2018). Discriminación de Género en el Sistema Universitario Argentino. <https://bit.ly/300ES9n>
- García D. Silvia y Pérez S. Eulalia (2017). *Las “Mentiras” Científicas Sobre las Mujeres*. Editor Digital. Titivillus.
- Giménez, C. y Nicolás, M. (2016) Impacto de los Premios en Género, Ciencia y Tecnología: del efecto Matilda a la Teoría del E budo en la creación del Premio Ada Byron a la Mujer Tecnóloga de la Universidad de Deusto. Obtenido en <https://acortar.link/Mckhoz>
- Guzmán, V.y Mauro, A. (2004). *Las trayectorias laborales en un contexto de cambio. El trabajo se transforma. Relaciones de producción y relaciones de género*
- Guarinos, V., Caro, F y Cobo- Durán, S. . (2018). La Igualdad de Género en los Estudios de Grado en Comunicación: La Transversalidad Imaginaria. Estudio de Caso de las Universidades Públicas Andaluzas. *Revista Prisma Social* 22, 296-325 <https://bit.ly/2Y9vDKX>
- Goffman, E. (2006) *Estigma. La identidad deteriorada*. Buenos Aires: Amorrortu.
- González, M. (2017). *Ciencia, Tecnología y Género*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) – Paraguay.
- Heller, L. y Gómez, N. (2020). Programa Mentoring 2018. Formación para Mujeres Líderes en el Ámbito Universitario.
- Holmes, E. (2007) “Techos de cristal”: sus orígenes, manifestaciones dinámicas y consecuencias en las mujeres. *Perspectivas psicoanalíticas sobre las mujeres y el poder*. Buenos Aires, Lumen.
- IESE-Ordesa, (2017). *Maternidad y Trayectoria Profesional. Análisis de las Barreras e impulsores para la maternidad de las mujeres españolas*. Obtenido en: <https://bit.ly/3EfX8rB>

- Instituto Holandés para la Democracia Multipartidaria. (2019). El Techo de Cristal Barreras Patriarcales a la Participación Política de las Mujeres en Guatemala. <https://bit.ly/3gKmbLz>
- Instituto Nacional de las Mujeres de México. (2003). *Modelo de Equidad de Género MEC:2003*. <https://bit.ly/3oALmAp>
- Jacinto, C. et al (2021). Desigualdades, experiencias y cuestionamientos de género en la educación Técnico Profesional. <https://bit.ly/3CA7bFW>
- Kass-Simon, G. y Farnes, P. (eds.) (1990), *Women of Science: Righting the Record*, Bloomington, IN: Indiana University Press.
- López, P. y Alarcón, M. (2019). ¿Existe un Techo de Cristal que Limita el Ascenso Laboral a las Mujeres en las Empresas? Tesis de Grado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <https://bit.ly/3s87lIQ>
- Lynn, M. (1991). The Three levels of the glass ceiling: Sorcerer's apprentice to through the looking glass. 1, 8.
- Mena, D. et al (2019). La Perspectiva de Género en el sector empresarial. Problemas, tendencias y buenas Prácticas. <https://bit.ly/3AedOg6>
- Millet, K. (2010) Política sexual. Madrid. Cátedra.
- Mills, C. W. (1999). La imaginación sociológica. México D.F. Fondo de Cultura Económica.
- Ministerio de Minas y Energía. (2020) Lineamientos de Política Pública de Equidad de Género para el Sector Minero Energético. <https://www.minenergia.gov.co/documents/5800/Lineamientos-de-pol%C3%ADtica-p%C3%BAblica-con-enfoque-de-g%C3%A9nero-del-sector-minero-energ%C3%A9tico.pdf>
- Monforte, J. y Úbeda-Colomer, J (2019). "Como una Chica". Un Estudio Provocativo Sobre Estereotipos de Género en la Educación Física". *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 36, 74-79. ISSN 1579-1726,
- Morrison, A., White, R. y Van Velsor, E (1994). *Breaking the Glass Ceiling: Can Women Reach the Top of Americas Largest Corporations?* Perseus Publishing.
- Muñoz, C. (2019). Educación Técnico Profesional y Autonomía Económica de las Mujeres Jóvenes en América Latina y el Caribe. <https://bit.ly/3l0JL8L>
- Nollenberger, N, Rodríguez-Planas, N. y Sevilla, A. (2016). "The Math Gender Gap: The Role of Culture", *American Economic Review* (106) 5, 257-261.
- Oakley, A. (1972). *Sex, Gender and Society*. London. Temple Smith.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OECD). (2015). *The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behaviour, Confidence*. Paris, Organization for Economic Co-operation and Development.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT) (s.f) Modelo de Igualdad de Género MIC SCORE. <https://bit.ly/33QKVZ1>
- Pérez, F. (2004) El medio Social como estructura psicológica. Reflexiones a partir del Modelo Ecológico de Bronfenbrenner. <https://bit.ly/3m0cq5Z>
- Person, E. (2007). "Sexo, Género, Jerarquía y Poder". *Perspectivas psicoanalíticas sobre las mujeres y el poder*. Buenos Aires.
- Polinario, A. (2020). Perspectiva de Género en la Economía Española. <https://bit.ly/3m6caYc>
- Quiroga, L. Malena. y Vaca, S. Natali. (2021) Laberintos de cristal y el acceso de la mujer a puestos de nivel jerárquico superior y mandos medios del CAD Municipal de Ambato. Tesis de Maestría en Trabajo Social, Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32793>
- Rubin, G. (1986). El tráfico de mujeres: notas sobre la "economía política" del sexo Nueva Antropología. VII, (30),95-145.

- Segovia, C., Briones-Vozmediana, E., Pastells, R., Gonzalez, E y Sea-Sanchez, M. (2021). Techo de cristal y desigualdades de género en la carrera profesional de las académicas e investigadoras en ciencias biomédicas. *Gac Sanit* (34) 4, 403-410. <https://bit.ly/3s6Keba>
- Simmel, G. (2002). *Cuestiones fundamentales de sociología*. Barcelona: Gedisa.
- Tenenbaum, H. . y Campbell, L. (2003). “Parent-child conversations about science: The socialization of gender inequities?”, *Developmental Psychology*, 39
- Tsupros, N., Kohler, R.y Hallinen, J. (2009). *STEM Education in Southwestern Pennsylvania. Report of a project to identify the missing components*. Pennsylvania: Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach at Carnegie Mellon University and The Intermediate Unit 1 Center for STEM Education.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2013) *Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE)* , Instituto de Estadística de la UNESCO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2016) *Recomendación relativa a la enseñanza y formación técnica y profesional (EFTP) 2015*”, Paris, Francia, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2016b). *La Experiencia en Malasia de la participación de las niñas en la educación de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM)*. Ginebra, UNESCO Oficina Internacional de Educación.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2019) *Descifrar el Código: La Educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*.
- Upegui A. y Cervera, C. (2018) *Techo de Cristal y Suelo Pegajoso: Estudios de Género en la Academia*. *Revista Jóvenes en la Ciencia* 4 1 1844 –1848. <https://bit.ly/3EFZr1L>
- Urbina C., Jesús ., Ovalles, R., Gustavo. (2018) *Teoría de las representaciones sociales. Una aproximación al estado del arte en América Latina Psicogente*, 21, 40 495-517
- Vázquez-Cupeiro, S. (2015). *Ciencia, estereotipos y género: una revisión de los marcos explicativos*. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, 22(68),177-202 ISSN: 1405-1435. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10536227007>
- Xie, Y. y Kimberlee, S. . (2003). *Women in Science: Career Processes and Outcomes*, Cambridge: Harvard University Press.

Este es un libro de divulgación del proyecto “Removiendo barreras para la incorporación, retención y avance de las mujeres en el campo STEM para la industria verde”, realizado por la Universidad Autónoma de Occidente y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), con el Centro de Biotecnología, CBI, sede Palmira, y con recursos del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC, por sus siglas en inglés) de Canadá. Este proyecto fue orientado por una premisa fundamental: que las mujeres deben enfrentar diversas barreras para posicionarse y ser reconocidas en el campo de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, conocido como STEM, por sus siglas en inglés, brecha que se extiende también al campo de las industrias verdes y al nivel de educación técnica y tecnológica.

ISBN: 978-958-619-203-3



YO SERÉ LA PRÓXIMA CIENTÍFICA COLOMBIANA

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INDUSTRIAS
VERDES CON ROSTRO DE MUJERES



SELLO
EDITORIAL
UAO

