



AMPLIANDO LA VISIÓN TRANSDISCIPLINAR Y CON PERSPECTIVA DE GÉNERO DEL ALUMNADO DE NIVEL SECUNDARIA

Lorena Romero Salazar. Laboratorio de Nanotermodinámica y Sistemas Complejos de la Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México.

lors@uaemex.mx

Melisa María Monroy Hernández. Integrante de la Red Mexicana de Ciencia, Tecnología y Género.

mmonroyh616@alumno.uaemex.mx

María del Rosario Flores González. BONAMBIENS S.A.S de C.V.

rosario.1705.f@gmail.com

RESUMEN

En este trabajo exponemos propuestas para transversalizar la formación del alumnado de Secundaria en México transdisciplinar y con perspectiva de género. Dicha etapa corresponde al período entre el séptimo y el noveno año de Educación Básica. Para ello, proponemos la apropiación del conocimiento científico, matemático e ingenieril con el enfoque de la llamada aula invertida; y en forma paralela con la aplicación de prácticas con perspectiva de género en su aprendizaje. Exponemos una revisión de ambos elementos, mostrando cómo se entrelazan para verificar su complementación, en términos de una formación integral del alumnado y con las bases pedagógicas del currículum. Asimismo, describiremos a nuestra población objetivo con datos estadísticos de acceso abierto nacional para distinguir a la juventud que puede ser beneficiada en sus decisiones e interacciones profesionales futuras. Nuestra intención es que la audiencia identifique elementos que puedan adaptar en otros niveles educativos o para otros países de Iberoamérica.

PALABRAS CLAVES: STEM, profesorado de nivel secundaria, aula invertida, perspectiva de género, *peer instruction*

ABSTRACT

In this document we present two proposals aiming to transversely expand the preparation of secondary school students in Mexico, including a transdisciplinary vision and gender perspective. It is worth mentioning that this is a stage that covers from the seventh to the ninth year of basic education. We emphasize on the importance of the appropriation of scientific, mathematical, and engineering knowledge by using a framework of flipped classroom technique in parallel to the gender perspective applied to their daily practice at school. The objective is to determine whether these techniques allow a holistic education in addition to the pedagogic curricula. A demographic analysis concerning the objective population was performed. This analysis was possible by using open-source information so as to distinguish the possible beneficiaries. The purpose of this analysis is for the readers to identify elements that they can adapt for different educational levels or for other Latin American countries.

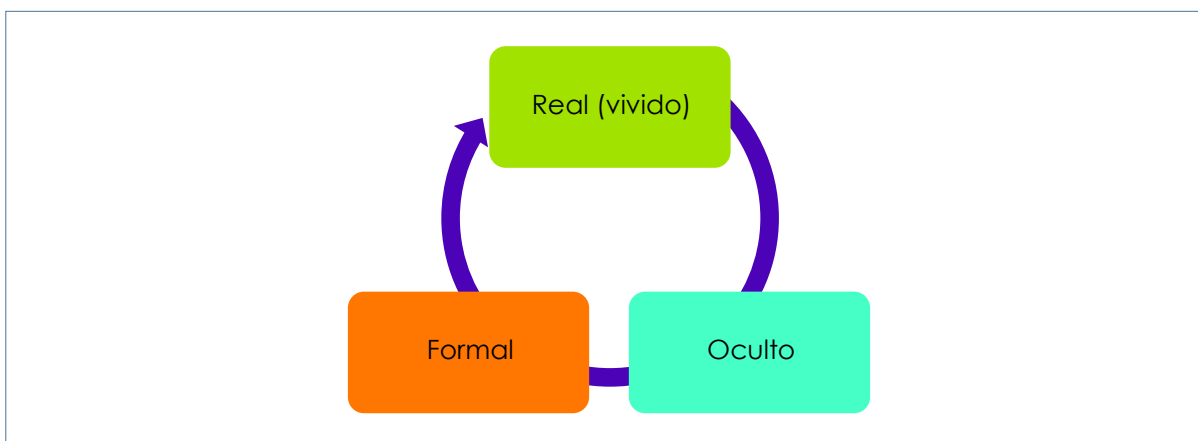
KEYWORDS: STEM, secondary level teachers, flipped classroom, gender perspective, *peer instruction*.

ANTECEDENTES

La educación no comprende únicamente las actividades en el aula (física o virtual), sino que se soporta desde los planes de estudio y en la formación de los y las docentes, quienes son las y los encargados y encargadas de la planeación para llevar a buen término los procesos de enseñanza-aprendizaje. La planeación, diseñada y desarrollada por el personal docente, puede ser y hacer la diferencia en la formación del alumnado de este nivel educativo; partiendo

de la identificación de tres categorías de análisis del currículum, a saber, formal — la planeación del proceso de enseñanza-aprendizaje—, el real como la puesta en práctica en el aula física o digital, y como el oculto aquellas enseñanzas encubiertas, latentes, pueden ser parte de las enseñanzas institucionales no explícitas (Sánchez, Solís y García, 2018), todas ellas entrelazadas en los procesos de aprendizaje (ver Fig. 1).

Figura 1. Diagrama sobre la articulación entre las categorías del currículum



Fuente: Elaboración propia.

La categoría formal está diseñada, unificada y actualizada en México por las instancias de la Secretaría de Educación Pública. Sus resultados en la población educativa se ponen a nacional (INEE, 2016) e internacional (OECD, 2018), y en todo momento se detecta la necesidad de incorporar elementos adicionales para una educación STEM (Sánchez, Solís y García, 2018).

El término *STEM* es desarrollado por primera vez en 1990, por la National Science Foundation (NSF) y no solo se refiere a la licenciatura que se elige; una educación STEM debe ser capaz de ayudar al alumnado a comprender cómo funcionan las cosas e incrementar el uso de

tecnologías. También busca introducir a la ingeniería desde etapas tempranas, ya que esta disciplina se involucra directamente con la solución de problemas y la innovación. Uno de los grandes retos que representa implementar la educación STEM es la introducción de problemáticas reales, como las relacionadas con los *Objetivos del Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030* (ONU, 2015) y el escalamiento social a diferentes niveles (personal, comunitario, global).

El referente principal para fundamentar nuestra propuesta es la epistemología feminista, que, aunque es descrita en diferentes textos, nos gustaría citar a Alejandra Restrepo cuando expresa:

“...como la epistemología feminista, durante las últimas cuatro décadas, ha denunciado a la ciencia patriarcal, androcéntrica, sexista y misógina, que permea inevitablemente el conocimiento científico. Ha revisado buena parte de esa producción científica con otra mirada y ha generado nuevo conocimiento desde una nueva perspectiva, la de género. (Restrepo, 2015)”.

Asimismo, consideramos valioso retomar como menciona Norma Blázquez una visión constructiva, pues coincidimos en que:

La buena investigación se puede realizar tanto por hombres como por mujeres, y que ambos pueden usar la crítica feminista, ahora que se han revelado las fallas en la investigación por los sesgos de género. Desde esta perspectiva, se acepta que ciertas áreas de la ciencia que tienen que ver con el sexo y el género son deformadas por la ideología de género, y se sostiene que los métodos de la ciencia no son en sí mismos masculinos y que pueden

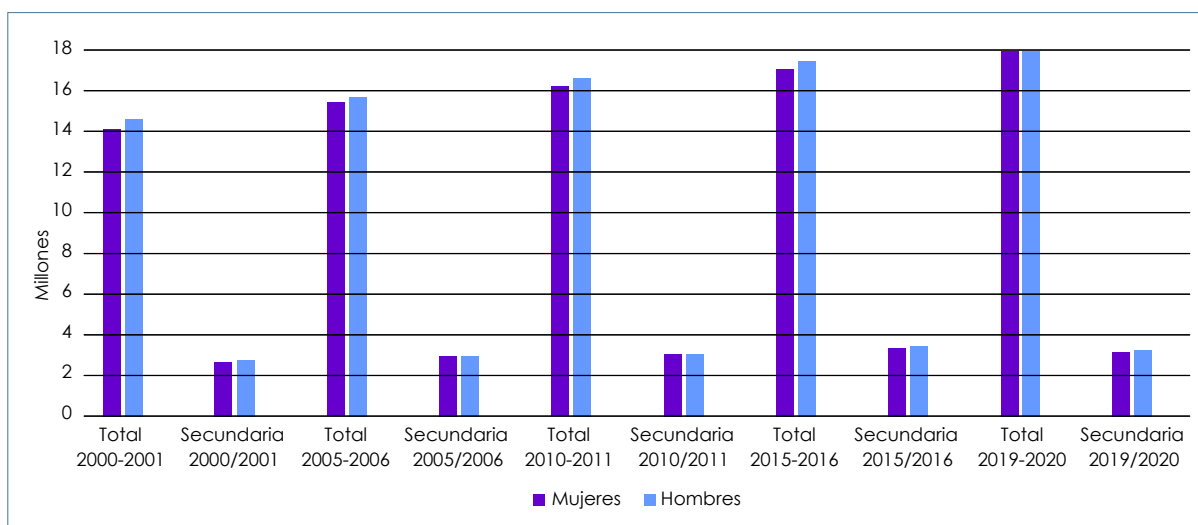
ser usados para corregir los errores producidos por esa organización sociocultural de género. [Blázquez, 2010]

Por otra parte, es necesario comprender el concepto de educación STEM para poder incluirlo en la didáctica y en los materiales para programas educativos. Pero antes de continuar con la metodología propuesta, complementaremos con una siguiente sección destacando la población objetivo en la República mexicana.

ESCENARIO DEMOGRÁFICO EN MÉXICO PARA LA EDUCACIÓN STEM

A partir de la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), podemos revisar que la población nacional se ha distribuido, a través del tiempo, de forma casi paritaria, ya que existe un porcentaje ligeramente mayor de mujeres; no obstante, esto cambia en otros rangos de edad, como en el de diez a diecinueve años, donde sí se muestra una paridad de la distribución poblacional por sexo.

Gráfica 1. Evolución del alumnado total en México y alumnado en nivel Secundaria en las últimas dos décadas (distribución por sexo)



Fuente. Gráfica de elaboración propia a partir de los datos de INEGI (2000, 2005, 2010, 2015, 2019). Los datos presentados se refieren al esquema general—escolarizado— del sistema educativo nacional. Además, comprenden los servicios por sostenimiento: público (federal, estatal y autónomo) y privado. Las cifras corresponden a inicio de cursos.

Para acercarnos a una noción estadística de los intereses de la población mexicana por las áreas STEM, identificamos una encuesta de percepción pública de la ciencia y tecnología realizada por el INEGI (2017), en la que se muestra el interés de mujeres y hombres de dieciocho años y más por desarrollos científicos y tecnológicos en áreas STEM: del porcentaje de la población interesado en dichas áreas, más del 45 % son mujeres interesadas en las áreas Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra, al igual que en Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, mientras que, para el área de Ingeniería, más del 60 % de la población interesada son mujeres. Sin embargo, este interés no se ve completamente reflejado al momento de elegir una línea de estudio en el nivel superior, como lo muestran las estadísticas de aspirantes a nuevo ingreso en particular a licenciaturas de Ciencias Físicas, Ingenierías y Matemáticas: el porcentaje de mujeres que aplican es cercano al 40 % para Matemáticas y Física, y en Ingeniería ni siquiera alcanza el 30 %. En esos datos se manifiesta una brecha de género en la solicitud de ingreso a carreras del área STEM, más acentuada para las Ingenierías y menos para las Matemáticas. A partir de la información estadística, podemos identificar que, aunque las mujeres muestran interés en los temas de ciencia y tecnología, no se decantan por ingresar a áreas STEM, perdiendo así cuadros de chicas científicas en potencia. Esto refuerza la noción de que es pertinente proponer acciones enfocadas hacia el cierre de brechas. Porque, aun en el caso de que no apliquen a una carrera STEM, puedan contribuir a soluciones nacionales o mundiales con enfoque transdisciplinario desde otras disciplinas.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA. *PEER INSTRUCTION* + AULA INVERTIDA CON PERSPECTIVA DE GÉNERO

Como mencionamos en la introducción, la metodología propuesta busca incidir en las tres categorías del currículum. Para esto, respecto al currículum real, se propone organizar las sesiones de trabajo en el aula (presencial o virtual), de tal manera que se integren las disciplinas STEM. Complementado con un enfoque mixto entre *Peer Instruction* (PI) y el aula invertida para motivar e incrementar el pensamiento creativo y la autoestima científica desde el enfoque epistemológico de la creatividad matemática planteada por Fatah, Suryadi, Sabandar y Turmudi en 2016 generalizándola para las áreas STEM. El profesorado funge como guía de las sesiones de interacción intraequipos. Mencionamos que sería mixto, pues la idea es que el profesorado apoya en técnicas de PI, método desarrollado por Eric Mazur en la década de 1990 (Mazur, 1997), que busca que se refuerce la discusión entre pares, que, en este caso, es entre el propio alumnado. Este método ya ha mostrado resultados positivos en diversos ámbitos para la enseñanza de la Física no solo en el nivel medio superior sino también en nivel superior (Mazur y Zhang, 2017; Fagen y Mazur, 2002).

El PI contempla fases de instrucción y tutoría entre pares, para ampliar la interacción del estudiantado en las sesiones sincrónicas y así enfocar su atención en los conceptos y temas previamente revisados en la fase asincrónica. Actualmente, este método didáctico es utilizado en varias instituciones alrededor del mundo y, en ese sentido, a continuación, se presentan algunas experiencias previas y posteriores a la aplicación de la metodología en algunos países de Iberoamérica en áreas STEM.

Durante el 2012, un estudio realizado por Escudero en la Universidad del Norte en Colombia tuvo como propósito promover una mayor interacción entre los estudiantes y focalizar su atención en los conceptos estudiados en la asignatura Matemáticas Básicas. El estudio se realizó durante el primer semestre de 2012 y el período intersemestral de 2012. De los 249, se tomó aleatoriamente un grupo de 37 estudiantes a los que se les aplicó un pre-test al inicio del curso (sin haber recibido el tratamiento del método) y un post-test en la última semana. Los estudiantes provenían de diversos programas tales como: Medicina, Relaciones Internacionales, Música, licenciatura en Pedagogía Infantil, Ciencias Políticas y Gobierno y Comunicación Social. Realizando el análisis estadístico, se encontraron diferencias significativas entre las medias de las evaluaciones realizadas antes y después. Posteriormente, hicieron una prueba *t* de *student* y, con un 95 % de confiabilidad, se rechazó la hipótesis nula, lo cual significa que hubo diferencias estadísticamente significativas entre la evaluación previa a la aplicación de la metodología instrucción entre pares y posterior a la misma (Escudero, 2014).

Además, se realizaron encuestas tipo Likert para conocer la opinión del estudiantado y, de acuerdo con los resultados, más del 80 % se inclinó por el método, destacando que las clases son más dinámicas, encuentran mayor motivación, experimentan un buen ambiente de aprendizaje, incrementando su participación y consideran que cuenta con el tiempo suficiente para responder las preguntas e incrementar el aprendizaje (Escudero, 2014).

Por otro lado, Karen Pinargote, docente de educación comercial en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), menciona en un artículo de 2014 que ha aplicado PI para enseñar Teoría Económica a sus estudiantes del curso de nive-

lación de ESPOL y le ha dado excelentes resultados. Asimismo, menciona dos profesores que imparten Física en su misma institución y que, desde hace varios años, han tenido logros satisfactorios a partir de la enseñanza mediante dicha metodología (Pinargote-Vera, 2014).

Los ejemplos anteriores corresponden al caso de Educación Superior, pero también hay evidencias del caso de Educación Básica. En 2017, Marcos-García publicó su tesis cuya finalidad era estudiar una forma de facilitar el desarrollo del pensamiento matemático a los estudiantes de Secundaria y se centró en analizar la manera en la que PI impacta. La investigación consistió en un experimento desarrollado en seis fases, con un grupo experimental, un grupo control y un examen final. Con los resultados obtenidos, la autora sugiere que es posible afirmar que la implementación de dicha estrategia mejora la comprensión de conceptos (Marcos-García, 2017).

En cuanto al aula invertida, esta se describe como un modelo de enseñanza en el cual las actividades que normalmente se realizan fuera del salón de clases, tales como tareas, solución de ejercicios, investigaciones, entre otras, se intercambian para realizarse dentro de la clase; mientras que la exposición y explicación de los temas se hace a través de videos y presentaciones antes de la clase. Fortaleciendo el uso de tecnologías y el trabajo colaborativo durante las clases, eso requiere de la infraestructura de los planteles educativos y, como no siempre se tiene, por ello hablamos de una versión mixta. Las actividades se centran en el aprendizaje del alumnado y no en la explicación teórica del profesorado; por lo tanto, se diseñan actividades en las que las alumnas y los alumnos crean un hábito al pensar y analizar lo que están aprendiendo (Lag y Saele, 2019).

Para el diseño de este modelo, se utilizan técnicas de aprendizaje activo, el cual ayuda a reforzar conceptos y habilidades relacionadas con la educación STEM; además, le permite al alumnado analizar y discutir temas de actualidad de forma colegiada, generando un sentido de comunidad dentro del aula (Cornell University, 2020).

La divulgación científica es una herramienta clave para incentivar la participación de mujeres y niñas en estas áreas. Existen diversas metodologías, pero, en ocasiones, se encasillan a una visión disciplinar de la promoción de la ciencia. A partir de la experiencia profesional de las autoras, consideramos que, cuando se implementan talleres de divulgación científica multi y transdisciplinarios, el alumnado elimina las fronteras disciplinarias y aborda los temas de forma integral. Por ello, consideramos pertinente acoplar la diada aula invertida-*Peer Instruction* con los siguientes ejes:

Eje I: Talleres de divulgación científica en el marco de actividades de aula invertida enfocados principalmente para ocasionar la interacción entre las participantes y el material didáctico, y, de esta manera, desarrollar su habilidad para la resolución de situaciones de la vida diaria desde un punto de vista científico y multidisciplinario. El constante contacto con talleres de divulgación podría facilitar la asimilación de conceptos vistos en el aula, sin que ello represente una actividad académica demandante.

Eje II: Mentorías para incrementar la presencia femenina y que más jóvenes cuenten con un referente y se mantenga la fascinación por áreas STEM.

Eje III: Herramientas para facilitar la búsqueda de mujeres en áreas STEM, esto proporciona una herramienta para facilitar la identificación de mujeres científicas no solo para un puesto de trabajo,

sino también para conocer su investigación y para que el catálogo de referentes o modelos a seguir de las jóvenes sea más amplio. Por ejemplo, la revista *De Este Lado* es una revista de la Red CITEG, A. C. (Red CITEG, 2020), que no solo se limita a la divulgación científica sino también a visibilizar y reconocer a las mujeres mexicanas en el sistema de ciencia y tecnología en México.

Eje IV: Políticas públicas incluyentes, las autoridades educativas deben difundir la importancia de la ciencia y la tecnología en los ámbitos académico, social y económico con perspectiva de género (Orendain, 2019).

Estas estrategias representan solo una parte de los esfuerzos que se llevan a cabo para incrementar la presencia de mujeres en áreas STEM y disminuir la brecha y los estereotipos sociales que perjudican las aspiraciones de las niñas; pues, como menciona el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (Orendain, 2019): "La estabilidad de las sociedades de los próximos cincuenta años depende de qué tan incluyentes sean la educación y la adopción de la ciencia por parte todas las ciudadanas y ciudadanos".

TALLERES DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

Como antecedente respecto a los talleres de divulgación, podemos destacar la experiencia de las autoras y otros colaboradores en la integración de guiones de divulgación científica con perspectiva de género. Se integró el guion de un taller titulado *Ondas, sismos y fluidos*, que se desarrolló en 2018 en una sede regional, la Casa de las Diligencias, ubicada en el primer cuadro de la ciudad de Toluca, en el marco de la séptima Feria Científica de la Universidad Autónoma del Estado de México. Este taller se

adaptó para llevarse a las instalaciones del Conacyt con motivo de las actividades del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia en febrero de 2019. El diseño y desarrollo del taller incluyó material 3D, con el fin de que las y los participantes interactuaran con los materiales en cada estación o tema abordado. Al término de cada exhibición del taller, se realizó una encuesta corta que, entre otras cosas, nos ayudó a conocer el porcentaje de participación femenina y sus comentarios. Previamente, en 2017, dos coautoras participaron en un estudio sobre el grado de aceptación de modelos 3D contra la descripción matemática para entender el *movimiento parabólico* como un concepto clásico de física. En el primer caso, con balones, cámaras y lanzadores, producían las parábolas e infirieron las condiciones iniciales con que iniciaba el movimiento, a saber, la velocidad inicial (magnitud y orientación). Este estudio se realizó con tres grupos piloto del estudiantado de nuevo ingreso de las licenciaturas de Física y Biotecnología. Los resultados fueron reportados en el LXI Congreso Nacional de Física, en 2017, pero se mostró que el alumnado inscrito en la licenciatura en Física prefirió las descripciones analíticas; mientras que el alumnado de la carrera afín, Biotecnología, prefirieron modelos 3D donde pudieran interactuar empíricamente con el concepto (Romero, Arteaga, Esquivel, Del Pino y Monroy, 2017).

MENTORÍAS

Cada vez se hace más necesaria la participación de mujeres en áreas STEM, hecho que se acopló a una política internacional de la ONU sobre el alcance de los *Objetivos del Desarrollo del Milenio* en 2016, año que proclamó el 11 de febrero como el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia

(ONU, 2020). Por consiguiente, muchas organizaciones y medios de comunicación en Iberoamérica y el mundo entero buscan reconocerlas y, de esta manera, motivar la participación de niñas y jóvenes interesadas.

Algunas de las organizaciones y empresas que las reconocen otorgan premios como el Premio L'Oreal-UNESCO, que cada año reconoce el trabajo de cinco investigadoras de distintas regiones del mundo; o reconocimientos como la revista *Forbes México* que, en 2020, reconoció a las 100 mujeres más poderosas de México, entre ellas Paola Villarreal Rodríguez, innovadora Under 35 del Instituto de Tecnologías de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés) y asesora de Conacyt para el plan de Gobierno contra el coronavirus (*Forbes*, 2020).

Las menciones y reconocimientos anteriores visibilizan a las mujeres en áreas STEM, y otorgan a las generaciones más jóvenes una figura de reconocimiento con la que podrían sentirse identificadas. Por ello, es importante destacar que, mediante la mentoría y labor científica, varias mujeres investigadoras (que no necesariamente reciben la promoción que refiere el reconocimiento de un premio nacional) han impulsado regional, nacional e internacionalmente la participación de las mujeres en áreas STEM.

Tal es el caso de algunas mentoras mexicanas, integrantes y/o aliadas de la Red de Ciencia, Tecnología y Género, cuya labor se destaca por realizarse con perspectiva de género:

Iniciamos con la Dra. Lilia Meza Montes, ella fue la primera doctora en Física de la Benemérita Universidad Autónoma Puebla, también fue de las colegas fundadoras del Grupo de Mujeres en la Física como parte de las colaboraciones entre la Sociedad Mexicana de Física (SMF) y la International Union of Pure and

Applied Physics (IUPAP). Ha sido responsable de diversos proyectos en el marco de la Convocatoria Nacional para Fomentar y Fortalecer las Vocaciones Científicas 2020, del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología y Género.

La Dra. Norma Blázquez Graf es licenciada en Psicología, maestra en Ciencias, con especialidad de Fisiología y Biofísica. Se especializó en Género en el Programa Interdisciplinario de Estudios de la Mujer de El Colegio de México. Es doctora en Filosofía por la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Es investigadora nivel II del Sistema Nacional de Investigadores, recibió el Premio Sor Juana Inés de la Cruz y es integrante de la Academia Mexicana de Ciencias. Es cofundadora de la Red de Ciencia, Tecnología y Género y, actualmente, Coordinadora del Grupo de México en la Red Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Género (Red CYED).

Continuamos con la modelo a seguir, la doctora Sandra Aurora González Sánchez, originaria de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tiene formación de Ingeniería Química, maestría y doctorado en Ciencias de la Educación. Desde su adscripción en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas y como integrante de la Red de Ciencia, Tecnología y Género, ha promovido la divulgación de la ciencia con una propuesta que rompa con la visión eurocentrista que domina en la formación en la Educación Básica de su Estado. Esto con la finalidad de promover una versión que involucre la cosmogonía de los pueblos originarios, pues Chiapas es un Estado en el que hay más de una brecha, la brecha de género, y la de la condición étnica. Por ello, la doctora González coordina talleres con la niñez y la juventud chiapaneca, promoviendo la formación científica a temprana edad considerando como eje la susten-

tabilidad y ha ampliado sus materiales con traducciones al tzotzil y al tzeltal.

La doctora Sofía Acosta Ortiz es originaria de la ciudad de Aguascalientes. Estudió la licenciatura en Electrónica-Física. Posteriormente, cursó estudios de posgrado en los programas de maestría en Física y el doctorado en Física con especialidad en Estado Sólido, en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Ha obtenido diversos premios nacionales como la Medalla José María Bocanegra, que otorga el Congreso del Estado de Aguascalientes, por haber contribuido a enriquecer el acervo científico y tecnológico del país y del Estado en el campo de las ciencias, la tecnología y la innovación. En agosto de 2000, fundó el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Aguascalientes, del cual fue directora general hasta junio de 2002. En octubre de ese mismo año, fundó la empresa Laser Tech S. A. de C. V., que dirige hasta la fecha y que, en marzo de 2015, recibió el Premio Nacional de Tecnología e Innovación, en la categoría Pymes de Servicios¹. Durante toda su carrera profesional, ha buscado impulsar la participación de jóvenes, mujeres y hombres, en las áreas STEM, en particular desde la óptica. Asimismo, su formación como empresaria la ha llevado a dirigir una empresa con perspectiva de género; es entusiasta participante en actividades de promoción de mujeres en la ciencia y fue la investigadora invitada en la sesión del Grupo de Mujeres en la Física en el LX Congreso Nacional de Física, en 2016; así como en julio de 2021 fue invitada a participar en el taller *Becoming a leader in entrepreneurship* durante la séptima edición de la conferencia internacional *Women in Physics*, organizada cada tres años por la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (IUPAP, por sus siglas en inglés).

¹ Ver más: <http://pnt.org.mx/ganadorasxviedicion/pdf/Lasertech.pdf>

Nos gustaría mencionar a otras investigadoras destacadas de las áreas STEM que son referidas en reportes de la Sociedad Mexicana de Física: Ana María Cetto Kramis —actual presidenta de la Sociedad Mexicana de Física— y Amalia Martínez García cofundadora del tradicional evento Mujer Ciencias, ambas referidas en reportes y en comunicados del grupo de Mujeres en la Física de la SMF desde sus inicios. Del área de Matemáticas, destaca la cofundadora de la Comisión de Equidad y Género de la Sociedad Matemática Mexicana: Gabriela Araujo Pardo; de modo que consideramos pertinente hacer la invitación a realizar la búsqueda correspondiente y conocerlas, ampliando la promoción de mentorías en todas las áreas del conocimiento y en todas las geografías de Iberoamérica.

HERRAMIENTAS PARA FACILITAR LA BÚSQUEDA DE MUJERES EN ÁREAS STEM

Con relación a las herramientas, nos gustaría destacar las labores que ha realizado la Red de Ciencia, Tecnología y Género A. C., que cuenta con diversas integrantes y nodos colaborando en la promoción de la ciencia con perspectiva de género entre niñas, niños y jóvenes.

Algunos de estos esfuerzos han sido reflexiones sobre actividades para visibilizar a las científicas de diferentes áreas del conocimiento, como el caso del libro: *Académicas que inspiran vocaciones científicas*. La mirada de sus estudiantes, coordinado por Elsa S. Guevara Ruiseñor y Alba Esperanza García López (Guevara y García, 2016), ambas expositoras de varias ediciones del Congreso Iberoamericano y también de sus trabajos en la edición actual de 2021. También, las diferentes contribuciones ponen de manifiesto algunas condiciones que promueven o impiden el acercamiento a

las ciencias masculinizadas, como la Ingeniería, las Matemáticas y la Física.

Otra aproximación ha sido dada por Rosa María Farfán Márquez y María Guadalupe Simón Ramos en el área de Matemáticas Educativas. En una de sus publicaciones, “Género en el aprendizaje de las matemáticas” (Farfán y Simón, 2019), hacen énfasis en que la línea de investigación que vincula género y matemáticas se desarrolla en tres diferentes niveles: el teórico, el empírico y las prácticas didácticas. El planteamiento de nuestra aportación busca generalizar en estos últimos dos niveles, para una visión transdisciplinaria de las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.

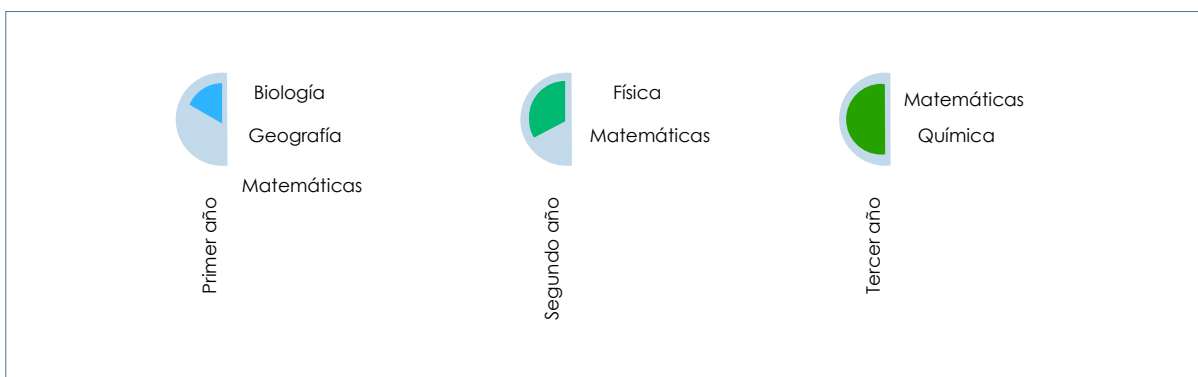
Desde el grupo de Mujeres en la Física de la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (IUPAP por sus siglas en inglés), se han promovido diagnósticos y análisis para aumentar la participación de mujeres en la Física en diversos países (González y Ward, 2018). Se han reconocido acciones afirmativas en otros niveles de enseñanza, como las imágenes en los libros de Educación Primaria de la SEP, que buscan romper con estereotipos de profesiones (Romero, Monroy, Meza, Núñez y Martínez, 2019) y talleres de divulgación de la ciencia con perspectiva de género (Romero y Monroy, 2019). También, foros entre científicas dedicadas a la Física en Perú y talleres de Astronomía para niñas en ese país andino (González y Ward, 2018). Proponemos que la academia y las redes opten por colaborar para promover nodos de mentoría entre el personal docente y de investigación que proporcionen estudios de validación para plantearles a equipos, de un mismo año escolar, con la finalidad de que, en forma colegiada, desarrollen soluciones sobre dicho estudio aplicando elementos de sus asignaturas del año escolar.

Exponer una propuesta transversal que combine elementos de la didáctica de la ciencia y tecnología asegurando la perspectiva de género para el incremento de la participación de las mujeres en carreras de las áreas STEM.

Como mencionamos al inicio de la exposición, la invitación es acoplar estas metodologías al currículum formal de la

educación de nivel Secundaria, que regula la Secretaría de Educación Pública del país. Para ello, se revisaron los contenidos de los textos para consulta en la plataforma de la Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos desde donde se localizaron las materias por grado en los tres años del nivel en estudio, como se muestra en esta figura.

Figura 2. Ubicación de materias STEM por año escolar conforme al plan de estudios de nivel Secundaria en México



Con la información correspondiente, se verifica que hay una variedad de proyectos integradores que pueden plantearse al alumnado, acorde con el año escolar que curse, a partir de las materias STEM de su grado, no solo de forma independiente, sino también de forma acumulativa. Acompañado de los cuatro ejes de referencia para visibilizar las aportaciones de las mujeres del pasado y del presente en la ciencia iberoamericana, y así consolidar a jóvenes científicas en potencia. Algunos ejemplos de los talleres de divulgación en nivel Secundaria han sido reportados por las autoras en el capítulo "Elementos para ampliar la visión transdisciplinar y con perspectiva de género del alumnado de nivel Secundaria" del libro *Orientación vocacional para las nuevas generaciones*. Prácticas innovadoras escolares y ficheros por áreas de conocimiento

para fomentar vocaciones científicas en la juventud y la niñez (Romero Salazar *et al.*, 2021).

CONCLUSIONES

En esta etapa de la investigación, podemos concluir en primer lugar que la participación de mujeres en carreras STEM no responde a una falta de población femenina.

Por otra parte, proponemos que un entramado transversal con perspectiva de género de las categorías (Formal-Real-Oculto) de la formación curricular en el nivel secundaria, permitirá contar con nuevas generaciones fortalecidas para la elección y diálogo profesional sin estereotipos de género. Para lo cual, proponemos una metodología mixta

de aula invertida y *Peer Instruction* sobre cuatro ejes de énfasis: talleres de divulgación científica; mentorías, herramientas para facilitar la búsqueda de mujeres en áreas STEM y una cuarta que son políticas públicas incluyentes. Aun cuando las condiciones actuales no nos han permitido implementar la metodología en una fase piloto, confiamos encontrar la oportunidad y reportar los logros correspondientes.

BIBLIOGRAFÍA

Alhadeff-Jones, Michael. (2009). Revisiting Educational Research Through Morin's Paradigm of Complexity. *Complicity: An international Journal of Complexity and Education*, 61.

Blazquez, Graf, Norma. (2012). *Epistemología feminista: temas centrales*. En Blazquez Graf, Norma, Flores Palacios, Fátima, Ríos Everardo, Maribel (Coords). *Investigación feminista: epistemología, metodología y representaciones sociales*. CIIECH. pp. 21-38.

Cornell University (28 de junio de 2020). *Center for Teaching Innovation*. <https://teaching.cornell.edu/teaching-resources/engaging-students/active-learning>

Escudero, Rafael. (2014). Impacto del método "Instrucción por pares" con el apoyo de "clickers" en el aprendizaje de Matemáticas Básicas / Impact of the "Peer Instruction Method" supported by "Clickers" on Basic Maths Learning. *TECHNO REVIEW. International Technology, Science and Society Review*, 3(1). <https://doi.org/10.37467/gka-revtechno.v3.1180>

Fatah, Abdul, Suryadi, Didi, Sabandar, Jozua, y Turmudi. (2016). Open-ended approach: an effort in cultivating students' mathematical creative thinking ability and self-esteem in mathematics. *Journal on Mathematics Education*, 7(1), 9-18. <http://dx.doi.org/10.22342/jme.7.1.2813.9-18>

Farfán Márquez, Rosa María y Simón Ramos, María Guadalupe. (2019). *Género en el aprendizaje de las matemáticas*. En Norma Blazquez y Ana Chapa Romero, *Inclusión del análisis de género en la ciencia*, UNAM-CEIICH, México.

Forbes (15 de junio de 2020). *Las 100 mujeres poderosas de México 2020, lista completa*. <https://www.forbes.com.mx/mujeres-poderosas-mexico-2020-listas-revista-forbes/>

González-Sánchez, Sandra Aurora y Ward-Bringas, Silvia. (2018). *Incorporación de la perspectiva de género en la enseñanza y divulgación de las ciencias en contextos diversos*. Ediciones de la Noche.

Guevara Ruiseñor, Elsa y García López, Alba (coordinadoras). (2016). *Académicas que inspiran vocaciones científicas. La mirada de sus estudiantes*. Biblioteca Aprender a Aprender.

Hernández Campos, M., & Murillo-Quirós, N. (2019). Instrucción entre pares y enseñanza justo a tiempo: una experiencia en la enseñanza de la Física en educación superior. *Cuadernos de Investigación UNED*, 11(2), 130-136. <https://dx.doi.org/10.22458/urj.v11i2.2310>

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). (2016). *Planea: una nueva generación de pruebas* [archivo PDF]. <http://www.sev.gob.mx/upece/wp-content/uploads/2016/02/Planea-7.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015). Población. <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/> Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015). Educación. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Educacion_Educacion_06_da09f21b-ebc4-40f3-80bd-cf22e863d727

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). *Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT) 2017*. <https://www.inegi.org.mx/programas/enpecyt/2017/>

Lag, Torstein y Saele Grom, Rannveig. (2019). Does the Flipped Classroom Improve Student Learning and Satisfaction? A Systematic Review and Meta-Analysis. *AERA Open*, 5(3), 1-17.

Marcos-García, Ruth Belinda. (2017). *Uso de la estrategia de Instrucción por pares en la enseñanza de ecuaciones cuadráticas bajo la teoría de las situaciones didácticas*. [Título de maestría, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey]. Repositorio – Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. <https://repositorio.tec.mx/ortec/handle/11285/629858>

Mazur, Eric., y Zhang, Ping. (2017). Peer Instruction in Introductory Physics: A Method to Bring About Positive

Changes in Students' Attitudes and Beliefs. *Physical Review Physics Education Research*, 3, 1-9. <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010104>

Mazur, Eric. (1997). *Peer instruction: A user's manual*. N.J: Prentice Hall.

Mujeres Más. (11 de junio de 2020). *Ellos son los científicos mexicanos que ayuda a crear vacuna contra el COVID-19*. <http://mujeresmas.mx/2020/06/11/ellos-son-los-cientificos-mexicanos-que-ayuda-a-crear-vacuna-contra-el-covid-19/>

Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Orendain, Verónica. (28 de mayo, 2019). *INEE Red*. <https://www.inee.edu.mx/mujeresstem-un-reto-educativo-en-mexico/>

Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD). (2018). *Programme for International Student Assessment*. <https://www.oecd.org/pisa/pisaenespaol.htm>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (11 de febrero de 2020). *Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia*. <https://www.un.org/es/observances/women-and-girls-in-science-day/>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (11 de febrero

de 2020). 22.^a edición de los Premios L'Oréal-UNESCO 'La Mujer y la Ciencia' reconoce a cinco investigadoras excepcionales en ciencia de la vida. <https://es.unesco.org/news/22a-edicion-premios-loreal-unesco-mujer-y-ciencia-reconoce-cinco-investigadoras-excepcionales>>.

Pinargote-Vera, Karen. (2014). Instrucción entre pares, un método sencillo pero efectivo para enseñar. *FENopina*, 4(7), 56-59. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4752936.pdf>

Red CITEG. (2020). *Red de Ciencia Tecnología y Género*. www.redciteg.org.mx

Restrepo Alejandra. (2015). *¿Tiene sexo la ciencia? Epistemología Feminista hispanoamericana* en Arcila, María Teresa (Ed.) *Pensamiento Crítico Latinoamericano*. Homenaje a Hernán Henao Delgado. U. de Antioquia, pp. 113-125.

Romero-Salazar, Lorena y Monroy-Hernández, Melissa. (2019). *Políticas educativas en la enseñanza de la física a nivel básico con perspectiva de género*. En Memorias del LXII Congreso Nacional de Física, Sociedad Mexicana de Física, México.

Romero-Salazar, Lorena, Monroy-Hernández, Melissa, Meza-Montes, Lilia, Núñez-Zuñiga, Darío y Martínez-García, Amalia. (2019). *Strategies and Results for Promoting Participation of Women in Physics in Mexico: Demographics and Short Timescale Aims*. En AIP

Conference Proceedings. 050026-1 a 050026-4. <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5110100>

Romero-Salazar, Lorena, Monroy-Hernández, Melissa y Flores-González María del Rosario. (2021). *Elementos para la ampliar la visión transdisciplinar y con perspectiva de género del alumnado de nivel secundaria*. En Macías González, Gizelle Guadalupe (Coord), *Orientación vocacional para las nuevas generaciones: prácticas innovadoras escolares y fichero por áreas de conocimiento para fomentar vocaciones científicas en la juventud y la niñez*. Universidad de Guadalajara/Red de Ciencia, Tecnología y Género A. C./Juan Pablos Editor.

Romero-Salazar, Lorena, Arteaga-Arcos, Juan Carlos, Esquivel-Navarrete, Anel, Del Pino-Peña, Rebeca y Monroy-Hernández, Melissa. (2017). *Uso de impresión 3D como herramienta para el aprendizaje activo de la física*. En LXI Congreso Nacional de Física, Sociedad Mexicana de Física, México.

Sánchez-Olvera, Alma Rosa., Solís-Solís, María., y García-Solano, Leticia. (2018). *Guía educativa para el profesorado de Bachillerato. Género, Ciencia y Práctica Docente en el bachillerato*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Valdés-Ayala, Zuleyka. (2019). *Tutoría entre pares y enseñanza justo a tiempo en cursos iniciales universitarios*. En Memorias del I Congreso Internacional de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Costa Rica. doi <http://dx.doi.org/10.15359/cicen.1.31>

SÍNTESIS CURRICULAR:

Lorena Romero. En 1997 obtuvo el doctorado en Ciencias (Física) por la UAM-Iztapalapa. Líder del cuerpo académico consolidado Física Estadística. Es responsable del Laboratorio de Nanotermodinámica y Sistemas Complejos e investigadora del Departamento de Física en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México. Team Leader Mexico Women in Physics, Sociedad Mexicana de Física. Participa en la Red de Ciencia, Tecnología y Género desde 2016.

ÁREAS DE INTERÉS: Modelos y análisis de transporte en nuevos materiales, aplicaciones a sistemas de interés biotecnológico, así como en temas de ciencia, innovación y género. En años recientes, ha colaborado en emprendimientos de base científico-tecnológica como Bonambiens SAS de CV.

SÍNTESIS CURRICULAR

Melisa María Monroy Hernández. Ingeniera civil, Mtra. en Ciencias con enfoque en Física. Actualmente, estudia el doctorado en Diseño y su tema de investigación está enfocado en aspectos de sustentabilidad para edificaciones. Posee experiencia en el planteamiento y desarrollo

de proyectos de innovación tecnológica, ciencia básica y construcción, aplicación de la serie de normas ISO 14040 para incluir en el desarrollo de proyectos el análisis de ciclo de vida de procesos, productos y servicios. Profesionalmente, cuenta con experiencia en Ingeniería Civil (control de obra y aplicaciones del BIM), Física Experimental e Investigación Aplicada. Además, es socia de la empresa BONAMBIENS S.A.S., en la que desarrolla proyectos relacionados con el impacto ambiental en las construcciones, y otras prácticas de mitigación y regeneración del medioambiente natural.

ÁREAS DE INTERÉS: Desarrollo y gestión de proyectos relacionados con la ciencia y la igualdad de género mediante la Red CITEG, A.C.

SÍNTESIS CURRICULAR

María del Rosario Flores González. Licenciada en Biotecnología, UAEMéx, participa en la Red de Ciencia, Tecnología y Género. Ha colaborado en el desarrollo de talleres de divulgación científica impartidos en escuelas primarias, ferias científicas, entre otras instalaciones académicas.

ÁREAS DE INTERÉS: Biotecnología médica e innovación.