



Mujeres y educación en *STEM*: una mirada con perspectiva de género.

Apuntes para México

Eugenia Garduño y Anaid Reyes





*Nota sobre la publicación: Este documento (1a Ed.) ha sido elaborado y presentado en febrero de 2022 por integrantes de la Red de Mujeres en Educación (MUxED) en el marco de la colaboración con la Estrategia Educación *STEM* para México y los compromisos del grupo de trabajo correspondiente al Eje Estratégico Educación *STEM*- Inclusión con Perspectiva de Género y Foco en las Mujeres.

Se prohíbe toda reproducción con fines de lucro y se insta a citar el documento como:

Garduño, A. E. y Reyes, A. (2022). Mujeres y educación en *STEM*: una mirada con perspectiva de género. Apuntes para México. Documento de trabajo. México: Mujeres Unidas por la Educación- Movimiento STEM.



Índice

Marcos de referencia de mujeres en <i>STEM</i>	8
Desempeño y variables afectivas en materias <i>STEM</i> en educación básica y media superior: evidencia nacional e internacional	12
PREESCOLAR: DESEMPEÑO EN MATEMÁTICAS	12
PRIMARIA: DESEMPEÑO Y VARIABLES AFECTIVAS EN MATEMÁTICAS Y CIENCIAS	13
Desempeño en matemáticas 8- 9 años (3° primaria)	13
Desempeño en matemáticas 9- 10 años (4° primaria)	13
Desempeño en ciencias 9- 10 años (4° primaria)	14
Desempeño en matemáticas 11- 12 años (6° primaria)	15
VARIABLES AFECTIVAS EN MATEMÁTICAS Y EN CIENCIAS EN PRIMARIA	15
Autoconcepto en habilidad matemática 9 – 10 años (4° primaria)	15
Autoconcepto en habilidad matemática 10-11 años (5° primaria)	16
SECUNDARIA Y MEDIA SUPERIOR: DESEMPEÑO Y VARIABLES AFECTIVAS EN MATEMÁTICAS Y CIENCIAS	16
Desempeño en matemáticas 13 a 14 años (2° Secundaria)	16
Desempeño en ciencias 13 a 14 años (2° Secundaria)	17
Desempeño en matemáticas 15 años (3° Secundaria-primer año de preparatoria)	18
Desempeño en ciencias 15 años (3° Secundaria-primer año de preparatoria)	19
Desempeño en matemáticas avanzadas, 17-18 años (último año preparatoria)	19
Desempeño en física avanzada, 17-18 años (último año preparatoria)	20
VARIABLES AFECTIVAS EN MATEMÁTICAS Y EN CIENCIAS EN SECUNDARIA Y MEDIA SUPERIOR	20
Autoconcepto en habilidad matemática y científica 13 – 14 años (2° secundaria)	20
Autoconcepto, autoeficacia y ansiedad en matemáticas 15 años (3° Secundaria-primer año de preparatoria)	21
Autoeficacia en ciencias 15 años (3° Secundaria-primer año de preparatoria)	22
Expectativas de carreras en ciencias 15 años (3° de secundaria-primer año de preparatoria)	23
Oportunidades para la práctica de las disciplinas relacionadas con <i>STEM</i>	24
Actividades matemáticas, 15 años	24



Actividades relacionadas con las ciencias, 15 años	24
Desarrollo de las mujeres en carreras <i>STEM</i>	26
Carreras académicas, de investigación y producción científica	27
Participación laboral de mujeres en áreas <i>STEM</i>	29
Factores relacionados con la inclusión de Mujeres en <i>STEM</i>	34
Factores individuales y psicológicos	34
Factores de contexto	36
Factores escolares y sociales	37
Conclusiones o hacia dónde dirigirnos	40



Resumen ejecutivo

Este documento presenta una revisión general de la evidencia nacional e internacional sobre la participación de las mujeres en áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM por sus siglas en inglés). Se enfoca en los resultados que arrojan investigaciones seminales y estudios provenientes de evaluaciones a nivel internacional, que documentan tendencias y brechas en la equidad de género con el objetivo de identificar diferencias de género en las trayectorias escolares y laborales, poniendo la lupa en variables y momentos clave en el desarrollo de estas brechas.

En las últimas décadas se han realizado grandes esfuerzos nacionales e internacionales para lograr una mayor participación de mujeres en carreras STEM. La ONU reconoció desde mediados de los noventa los sesgos de género existentes en planes y programas de estudio de ciencias, y la baja participación de las mujeres en estas áreas. Por ello planteó aumentar el acceso de mujeres a las ciencias y la tecnología, como una de las prioridades de la plataforma de acción de Beijing (UN, 1995).



Asimismo, la OCDE publicó una serie de recomendaciones para fomentar una mayor “equidad de género en educación, empleo y emprendimiento” (OECD, 2017). Entre ellas, facilitar que más mujeres que estudian *STEM* continúen su vida laboral en profesiones *STEM*. Por su parte la UNESCO desarrolló, entre 2015 y 2018, una iniciativa llamada “SAGA” para apoyar a países en la reducción de las brechas de género en ciencia, tecnología e innovación.

Aun con estos esfuerzos, el porcentaje de mujeres en *STEM* sigue siendo significativamente más bajo que el de hombres. En Estados Unidos, por ejemplo, únicamente 29% de las mujeres trabaja en estos campos, pese al aumento de la participación laboral de mujeres en áreas de ciencias e ingenierías, en los últimos veinte años. Y el problema es aún más profundo en ciertas áreas, por ejemplo: solamente hay 16% de mujeres en ingenierías, 27% en ciencias de la computación y matemáticas, y 29% en ciencias físicas (NSB, NSF, 2020).

Por otra parte, las brechas entre hombres y mujeres aumentan a medida que avanzan en su trayectoria académica y profesional. De acuerdo con Stoet y Geary (2018), el porcentaje de alumnas de 15 años con buen desempeño e interés en carreras en ciencias es más alto que el porcentaje de mujeres que se gradúan en carreras *STEM*. Concluyen que hay una pérdida de talento femenino entre la educación secundaria, la media superior y la superior.

La UNESCO también señala que la brecha de género se incrementa a medida que se avanza entre los niveles de educación universitaria, en especial en la transición entre los estudios de maestría y





doctorado. La brecha llega a 40 puntos porcentuales de diferencia entre hombres y mujeres dedicados a la investigación en estas áreas (UNESCO (2017)).

Otra transición donde se observa un abandono de talento femenino, de acuerdo con Cech y Blair-Loy, es cuando las mujeres forman una familia (Cech y Blair, 2019). 43% de las mujeres en profesiones *STEM* abandona su carrera, de tiempo completo, una vez que tienen o adoptan a su primer hijo, en contraste con 23% de los hombres en la misma situación.

Pero también persisten retos mayúsculos para aquellas mujeres que permanecen en carreras académicas en *STEM*. Rivera León y colegas señalan que, en Francia, las investigadoras en el área de física tienen 16.3% menos probabilidades de acceder a promociones en universidades y 6.3% menos en centros nacionales de investigación científica (Rivera, Mairesse y Cowan, 2017). Estos mismos autores indican que en el caso de México existen grandes disparidades. Como muestra, señalan que, en 2016, 79% de quienes integraban las comisiones dictaminadoras del Sistema Nacional de Investigadores en las áreas de físico matemáticas, ciencias de la tierra, biotecnología y ciencias agropecuarias eran hombres; 93% en ingenierías y 86% en el área transversal de tecnología.



La literatura que documenta y ofrece hipótesis sobre los factores asociados a estas brechas es amplia y muestra que la baja representación de mujeres en carreras *STEM* es un problema estructural y multifactorial. La misma UNESCO identifica factores a nivel individual, familiar, escolar y social, que influyen en las disparidades de género en el desarrollo de profesiones *STEM* (UNESCO, 2017).

A nivel individual, hay evidencia de que, aunque las mujeres tengan el mismo desempeño académico en ciencias y en matemáticas, tienen por lo general menos confianza en sus habilidades para desarrollarse en estas áreas (OECD, 2019). Algunas investigaciones documentan la existencia de estereotipos de género que se reproducen en diversos contextos y que se observan en edades muy tempranas, los cuales proyectan que las mujeres carecen del talento requerido para dedicarse a profesiones de alto nivel intelectual (Cimpian, Meyer y Freeland, 2015).

Por otro lado, en lo concerniente a factores familiares, diversas investigaciones en psicología demuestran la influencia que tienen las familias en la generación de expectativas respecto al desempeño de niñas y niños en ciencias (Fredricks y Eccles, 2002). Según datos de la OCDE, 35% de las familias esperan que sus hijos desarrollen una carrera en *STEM*, mientras que solo 13% espera lo mismo de sus hijas (OCDE, 2015).

Entre los factores sociales hay evidencia de sesgos de género en las contrataciones, la promoción y la evaluación del trabajo científico de las mujeres (Rivera et al, 2017). Investigaciones recientes identifican la gran paradoja de que países con un mayor desarrollo económico y equidad de género





(como Finlandia, Noruega y Suecia) tengan un menor porcentaje de mujeres graduadas en carreras de *STEM* (Stoet y Geary, 2018).

El número limitado de mujeres que se gradúan en carreras de ciencia y tecnología en naciones con mayor desarrollo e igualdad de género; la segregación disciplinar por género -que denota que las mujeres que optan por carreras científicas se decantan por aquellas vinculadas con estudios en biología y ciencias de la salud y no en aquellas áreas vinculadas a “la ciencia de las cosas”¹; así como la pérdida de talento en etapas claves del desarrollo profesional y familiar de las mujeres son evidencia de los vacíos que hay en la investigación en áreas fundamentales para el desarrollo de políticas, programas e intervenciones más focalizadas y efectivas.

En este sentido, es imperativo generar nuevas investigaciones sobre estos temas, que vayan más allá del contraste en el desempeño entre hombre y mujeres y de la identificación de disparidades. También, es necesario concentrar el análisis en las dinámicas - en diversos espacios familiares, escolares y sociales- y procesos específicos que impactan la elección y el acceso a oportunidades de las mujeres en áreas *STEM* en momentos clave, comenzando desde edades tempranas, hasta llegar a los niveles educativos medio superior y superior y, en particular, en las áreas de tecnología e innovación.

*Una primera versión de este resumen ejecutivo fue publicado originalmente a manera de introducción al tema en el Blog Pluma Púrpura de la Red de Mujeres Unidas por la Educación.

¹Referida a la aplicación de los conocimientos de la física al desarrollo de tecnologías.



Marcos de referencia de mujeres en *STEM*

En 1975, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) proclamó el año internacional de la mujer. Desde entonces, la agenda internacional de género se ha integrado y fortalecido de manera más sistemática a partir del trabajo de organismos internacionales, en coordinación con diversas organizaciones a nivel nacional. Como muestra, se encuentra la realización de varias conferencias mundiales sobre la mujer organizadas por la ONU (México, 1975; Copenhague, 1980; Nairobi, 1985 y Beijing 1995). Sin embargo, es en la conferencia mundial de Beijing en 1995 en donde se subraya de manera explícita y contundente a nivel global, la necesidad de una mayor participación de mujeres en carreras *STEM*.


En la Plataforma de Acción de Beijing (1995) se reconoce que existe un sesgo de género en los programas de estudio de las ciencias (numeral 75) y que las mujeres se siguen concentrando en un número limitado de esferas de estudio (numeral 76). Por lo que se planteó el Objetivo estratégico B.3.: “Aumentar el acceso de las mujeres a la formación profesional, la ciencia y la tecnología y la educación permanente” (ONU, 1995).

Derivado de este objetivo estratégico, en la Plataforma de Acción de Beijing se plantean medidas que la ONU indica deben adoptarse por los gobiernos en colaboración con otros actores como las asociaciones no gubernamentales, los organismos internacionales, y las instituciones educativas a nivel global, tanto desde la perspectiva de acceso, como de adaptaciones en la estructura y dinámicas de los sistemas educativos, para lograr una mayor participación de las mujeres en la ciencia y la tecnología.

Respecto al acceso, el documento formula las siguientes medidas:

- a) Proporcionar a las mujeres y las niñas información sobre la disponibilidad de formación profesional, programas de capacitación en ciencia y tecnología y programas de educación permanente y sobre las ventajas que pueden reportarles;
- b) Diversificar la formación profesional y técnica y aumentar el acceso y la retención de niñas y mujeres en la enseñanza y la formación profesional en los campos de las ciencias, las matemáticas, la ingeniería, la ciencia y la tecnología ambientales, la tecnología de la información y la alta tecnología, así como la capacitación en materia de gestión; (ONU, 1995, p. 55)

Respecto a medidas que pueden considerarse modificaciones a nivel de recursos, estructura y dinámicas del sistema la ONU propone:



c) Fomentar la adaptación de los planes de estudio y los materiales didácticos, fomentar un ambiente educativo favorable y adoptar medidas positivas, a fin de promover la capacitación para toda la gama de posibilidades ocupacionales en carreras no tradicionales para las mujeres y los hombres, incluido el desarrollo de cursos multidisciplinarios para docentes de ciencias y matemáticas, a fin de sensibilizarlos respecto a la importancia de la ciencia y la tecnología en la vida de la mujer;

d) Elaborar planes de estudio y materiales didácticos, y formular y adoptar medidas positivas para garantizar un mayor acceso y participación de la mujer en los sectores técnicos y científicos, especialmente en aquellos en que no estén representadas o estén infrarrepresentadas (ONU, 1995, p. 55)

Y aun cuando la ONU no ha repetido una conferencia global de la envergadura de Beijing 1995, los esfuerzos a nivel internacional han continuado para priorizar en las agendas internacionales el tema de la inclusión de las mujeres en áreas *STEM*. En este ámbito, las contribuciones de la OCDE y la UNESCO han sido muy relevantes.

La OCDE, en su publicación “*2013 Recommendation of the Council on gender equality in education, employment and entrepreneurship*”², establece recomendaciones para los países miembros de la OCDE para establecer políticas y programas que promuevan la equidad de género en educación, empleo y emprendimiento. Con respecto a la participación de mujeres en áreas de ciencia, tecnología e innovación, la Organización recomienda seguir un enfoque de gobierno integral, apoyado por políticas, legislación, monitoreo y campañas de difusión, entre otros, para: adoptar prácticas que promuevan la equidad de género en educación; evaluar y adaptar el currículo y las prácticas docentes y escolares para eliminar los estereotipos de género y la discriminación; hacer que el estudio de *STEM* sea más incluyente y atractivo tanto para niñas como para niños; y, motivar a que más mujeres que hayan completado estudios en *STEM* prosigan con carreras profesionales en estas áreas (OECD, 2017, p. 4-5).


Además, entre 2015 y 2018, la UNESCO desarrolló la iniciativa SAGA³ (por sus siglas en inglés *STEM and Gender Advancement*⁴) con el fin de ayudar a los países a reducir brechas de género en ciencia, tecnología e innovación. De acuerdo con su portal *web*, esta iniciativa se enfocó en el análisis de políticas y la identificación y diseño de indicadores para promover la equidad de género en *STEM*, y durante el periodo que se implementó, realizó las siguientes actividades: (a) desarrollo de

² “Recomendaciones del Consejo de 2013 sobre la igualdad de género en la educación, el empleo y el emprendedurismo”

³ La información sobre esta iniciativa fue obtenida de <https://en.unesco.org/saga>.

⁴ “STEM y avance de género”.





metodologías y herramientas para apoyar a tomadores de decisiones de política pública; (b) realización de talleres en países piloto; (c) recolección de información sobre políticas e instrumentos relacionados con género en Ciencia, Tecnología e Información (CTI), así como datos desagregados por género, y (d) difusión de la importancia de mejorar las políticas e instrumentos relacionados con género en CTI, así como datos desagregados por género.



La OCDE (2015) también presenta un análisis de políticas y programas para la equidad de género en educación, en su publicación *“The ABC of Gender Equality in Education. Aptitude, Behaviour, Confidence”*⁵. Este documento identifica y describe dos tipos principales de políticas públicas que los países han implementado (OECD, 2015):

- (1) Políticas enfocadas en la igualdad en servicios educativos para niñas y niños, en donde el tema de género no es una variable en los esfuerzos para proporcionar educación de calidad al alumnado. Se incluyen objetivos de igualdad de género como parte de objetivos más amplios sobre no-discriminación e igualdad, sin establecer programas específicos. Algunos ejemplos de países que implementaron este tipo de políticas son: República Checa, Polonia, Suecia y Escocia.
- (2) Diferenciación en servicios educativos para niñas y niños. Con este enfoque, se observan diversos tipos de programas con perspectiva de equidad de género cuyas actividades son organizadas por las instituciones participantes y en pocos casos la participación en estos es obligatoria. Además, generalmente no se adoptan actividades de política pública diseñadas por hacedores de política, *-policy makers-* y son programas de naturaleza temporal y no replicable. Ejemplos de países que impulsan este tipo de iniciativas son: Bélgica, Brasil, Canadá, Alemania, Suecia, Suiza, Estados Unidos y Holanda.

Para el caso de México en particular, los marcos regulatorios e instrumentos de política pública respecto a la equidad de género en general, y en educación en particular, incluyen la creación del Instituto Nacional de las Mujeres (INMUJERES) en 2001. Antes de esto, los antecedentes más relevantes a nivel de política pública fueron el Programa Nacional de Integración de la Mujer al Desarrollo en 1980, y la Comisión para la Tercera Conferencia Mundial sobre la Mujer en 1985. Sin embargo, en ninguno de estos casos el tema de la equidad de género en *STEM* aparece en sus documentos fundacionales. Es hasta el 2002, con la creación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT), que se empiezan a promover iniciativas más enfocadas en la participación de las mujeres en la ciencia.

⁵ “El ABC de la Igualdad de Género en la Educación. Aptitud, Comportamiento, Confianza”.





En la Ley General de Ciencia y Tecnología, con base en una reforma de 2013, establece en el artículo 2º inciso VIII como parte de las “bases de una política de Estado que sustente la integración del SiSTEMa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación”:

Promover la inclusión de la perspectiva de género con una visión transversal en la ciencia, la tecnología y la innovación, así como una participación equitativa de mujeres y hombres en todos los ámbitos del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Con este fundamento, en 2019 el FCCyT presentó los documentos “Una mirada a la Ciencia, Tecnología e Innovación con Perspectiva de Género: Hacia un Diseño de Políticas Públicas” y “La perspectiva de género en el sector de ciencia, tecnología e innovación” en 2019. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos y de la inclusión del tema de género en las recientes propuestas legislativas, se observa poco énfasis en la construcción de propuestas que en la práctica permitan a más mujeres participar y progresar en áreas y carreras *STEM*.

En conclusión, no obstante los esfuerzos internacionales para fomentar una mayor participación de mujeres en carreras de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, alrededor del mundo y en México, en lo particular, se observan brechas persistentes que se documentan en la siguiente sección.





Desempeño y variables afectivas en materias *STEM* en educación básica y media superior: evidencia nacional e internacional

En esta sección se presenta evidencia que se ha obtenido de diversos países (incluido México), con respecto a las brechas entre hombres y mujeres, tanto en desempeño académico como en actitudes y oportunidades para la práctica en diferentes disciplinas *STEM*. Se presentan datos desde el preescolar hasta el nivel medio superior, con el fin de identificar momentos clave en el desarrollo de las diferencias entre niñas y niños en sus trayectorias escolares, actividades, actitudes e intereses en determinadas disciplinas *STEM*. Los datos que se presentan son el resultado de diversas evaluaciones internacionales realizadas por diversos organismos como la UNESCO, la Asociación Internacional para la Evaluación del Desempeño Académico (IEA, por sus siglas en inglés), y la OCDE, entre otros.

Los datos de los estudios internacionales sugieren que las diferencias en desempeño, actitudes e intereses entre estudiantes de ambos sexos van aumentando en determinadas áreas, a medida que avanzan en su escolarización. En el caso de las matemáticas, por ejemplo, no se observan diferencias en el desempeño en los primeros años escolares (particularmente en el preescolar). No obstante, se observa la aparición de estereotipos de género negativos para las niñas en esta área, mucho antes de la aparición de brechas en desempeño y en autoconcepto en matemáticas en detrimento de las mujeres.

Por otro lado, ya desde el cuarto año de primaria se pueden observar diferencias entre los sexos respecto a las áreas de *STEM*, en donde las niñas tienen un mejor desempeño en las ciencias de la vida, mientras que los niños tienen mejor desempeño en las ciencias físicas. Estas diferencias permanecen hasta llegar al nivel de media superior.


A continuación se presentan los hallazgos de la literatura, organizados por etapas escolares.

PREESCOLAR: DESEMPEÑO EN MATEMÁTICAS

Las valoraciones más tempranas de desempeño matemático no advierten diferencias significativas entre niñas y niños. Es decir, no se observa una brecha de género en matemáticas en preescolares. Los resultados de las pruebas EXCALE, que fueron implementadas por el hoy desaparecido Instituto Nacional de Evaluación de la Educación (INEE), indican que si bien los estudiantes de preescolar en México tuvieron un incremento significativo en sus habilidades de lenguaje y comunicación entre 2007 y 2011, esto no se observó en sus habilidades matemáticas, ámbito en el cual incluso hubo un

12





decremento en escuelas urbanas públicas durante ese mismo periodo (INEE, 2014). En ese análisis, no se observan diferencias de género en el desempeño matemático del alumnado de preescolar. Los datos de Planea Preescolar 2018 también indican que la diferencia entre desempeño de niños (506.9 puntos) y niñas (495.4 puntos) no es estadísticamente significativa (INEE 2019a).

Otro estudio realizado por Garduño (2016) con una población de estudiantes de preescolar en zonas marginadas de la Ciudad de México, utilizando las Escalas McCarthy de Aptitudes y Psicomotricidad, tampoco encontró evidencia de una diferencia en las habilidades matemáticas de niñas y niños.

PRIMARIA: DESEMPEÑO Y VARIABLES AFECTIVAS EN MATEMÁTICAS Y CIENCIAS

Desempeño en matemáticas 8- 9 años (3º primaria)

Un estudio multinivel realizado por Zambrano Jurado (2015) con datos del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo 2006 (SERCE) para América Latina, con estudiantes de tercero de primaria, encontró que la variable de género (sexo) estaba significativamente asociada al desempeño matemático promedio, con una magnitud de 9 puntos en favor de los niños. El estudio indicó que los únicos países de América Latina donde se observó un desempeño más alto por parte de las niñas fueron Ecuador y Costa Rica (Zambrano Jurado, 2015).

Sin embargo, de acuerdo con la UNESCO (2016), los datos de TERCE 2013 indican que entre 2006 y 2013 se redujo la brecha de inequidad entre niñas y niños en desempeño matemático en tercer grado.



Para el caso de México, los resultados de la Prueba EXCALE 2010 no muestran diferencias en el desempeño matemático de niñas y de niños en tercero de primaria (INEE, 2019b).

Desempeño en matemáticas 9- 10 años (4º primaria)

De acuerdo con el análisis realizado por Mullis, Martin, Foy y Hooper (2016) con datos de TIMSS 2015⁶, en cuarto año de primaria, las niñas demostraron mejor desempeño matemático en 8 países

⁶ México participó en las pruebas TIMSS de 1995 y 2000.





(con 18 puntos de diferencia), mientras que en 18 países los niños tuvieron mejor desempeño que las niñas (9 puntos de diferencia). En 23 países, no hubo diferencia en desempeño, de 49 países participantes. También se observa poco cambio en las tendencias en desempeño matemático entre niñas y niños en la mayoría de los países participantes, entre 1995 y 2015 (Mullis et al., 2016) y TIMSS 2019, aunque en esta última evaluación se observó que algunos países en donde no se había detectado una brecha de género, hubo una diferencia en desempeño en favor de los niños (Mullis, Martin, Foy, Kelly, y Fishbein, 2020).

Los países en donde las niñas se desempeñan mejor, en promedio, que los niños en este rango de edad, resultaron: Arabia Saudita, Omán, Jordania, Sudáfrica, Bahréin, Kuwait, Indonesia y Finlandia (Mullis et al., 2016). Aunque el desempeño promedio de cada uno es diferente, siendo mayor en Finlandia que en los demás países.

En cuanto a los dominios de contenidos, de acuerdo con el análisis de TIMSS, las niñas se desempeñaron mejor en más países en lo referente a “visualización de datos” que los niños (13 frente a 2), mientras que los niños se desempeñaron mejor en “número” (21 países frente a 7). En “figuras geométricas y medición”, los niños (14) tuvieron mejor desempeño que las niñas (9) en un mayor número de países (Mullis et al., 2016).



En relación con los dominios cognitivos, se observó un mayor número de países donde los niños se desempeñaron mejor que las niñas en “conocimiento” (16 países frente a 6); en “aplicación” (13 países frente a 8); y en “razonamiento” (12 países frente a 8), de acuerdo con el análisis de Mullis et al. (2016).

Se observa entonces que a partir de cuarto de primaria comienza a haber diferencias más consistentes en el desempeño y la consolidación de las habilidades matemáticas entre niñas y niños.

Desempeño en ciencias 9- 10 años (4º primaria)

Respecto a las ciencias, los datos de TIMSS 2015 (Martin, Mullis, Foy y Hooper, 2016) indican que no existen diferencias de género en el desempeño en más de la mitad de los países participantes en esta evaluación internacional (25 países). Del resto, 11 países tienen un desempeño promedio más alto en niños (diferencia de 8 puntos), y 11 en niñas (diferencia de 24 puntos). Los datos de TIMSS también indican que a lo largo de los 20 años de esta evaluación, se ha reducido la brecha de género en el desempeño en ciencias (Martin et al., 2016). Y los datos de TIMSS 2019, de acuerdo con Mullis et al. (2020), indican que las niñas de cuarto de primaria tuvieron mejor desempeño que los niños en 18 países, y menor desempeño en 7, mientras que no se observó brecha en 33 países participantes. En general, de acuerdo con estos autores, no se observaron demasiados cambios entre 2015 y 2019.





Los datos más detallados sobre desempeño en los dominios de contenido y cognitivos indican en dónde es que radican las diferencias principales entre niñas y niños. El desempeño por dominios de contenido demuestra que las niñas tienen un desempeño más alto que los niños en las áreas de ciencias de la vida en 25 países, en tanto que los niños tienen mejor desempeño promedio en las áreas de ciencias físicas y de la tierra (Martin et al., 2016).

Por otro lado, en los dominios cognitivos, el análisis de Martín et al. (2016) indica que los niños muestran mejor desempeño que las niñas en conocimiento en 17 países (frente a 7 donde las niñas tienen mejor desempeño). Las niñas tienen mejor desempeño que los niños en aplicación (10 frente a 8) y en razonamiento (24 frente a 1).

Desempeño en matemáticas 11- 12 años (6° primaria)

Datos de TERCE 2013 en el área de matemáticas, señalan que las niñas tienen un desempeño significativamente menor en todos los países evaluados, con excepción de Panamá (UNESCO, 2016). Y, a diferencia de la tendencia observada en tercer grado de primaria, TERCE 2013 muestra una creciente desventaja para las niñas en desempeño matemático entre 2006 y 2013 (UNESCO, 2016).



Por el contrario, en México, la evaluación de Planea-SEN 2018 realizada con estudiantes de 6° año de primaria en México (INEE, 2019c) indica que un mayor porcentaje de niñas que de niños alcanza los niveles de logro satisfactorio y sobresaliente, y la diferencia es estadísticamente significativa. Al mismo tiempo, un mayor porcentaje de niños que de niñas tiene un desempeño insuficiente en matemáticas, también con una diferencia estadísticamente significativa.

Variables afectivas en matemáticas y en ciencias en primaria

Autoconcepto en habilidad matemática 9 – 10 años (4° primaria)

Se ha documentado ampliamente la importancia de las variables afectivas en el desarrollo cognitivo de los individuos. Una de estas variables es la llamada “autoconcepto”, que Wigfield y Eccles (2000) describen como la percepción que tiene un individuo sobre su capacidad para desarrollar una determinada actividad, y que es distinta a la expectativa de éxito que tiene el individuo sobre la misma actividad.





Con un análisis sobre los datos de TIMSS 2015, Mejía-Rodríguez, Luyten y Meelissen (2020) señalan que, en promedio, las niñas en cuarto de primaria tienen un autoconcepto más bajo respecto a su habilidad matemática que los niños, y la correlación entre género y autoconcepto es significativamente negativa en 20 países, indicando una desventaja para las niñas.

De acuerdo con estos mismos autores, los datos de TIMSS 2015 indican que, en la mayoría de los países, las niñas tienen un autoconcepto para las matemáticas significativamente menor que los niños, independientemente de su desempeño (sea menor, igual o superior al de los niños). Los únicos países en donde el autoconcepto en habilidad matemática es mayor para las niñas, y en donde las niñas se desempeñan significativamente mejor son: Bahreín, Omán y Arabia Saudita (Mejía-Rodríguez et al., 2020).

Autoconcepto en habilidad matemática 10-11 años (5° primaria)

Un estudio realizado por Ortiz Isabeles, Ramírez Cruz y Ávalos Latorre (2018) analizó la relación entre desempeño académico en matemáticas y autoconcepto matemático con estudiantes de quinto año en una escuela primaria pública del estado de Colima. Los autores no encontraron diferencias significativas en el rendimiento académico de niñas y niños, aunque sí las encontraron en su autoconcepto matemático.



Los niños mostraron en general un autoconcepto matemático más alto pero, en particular, los autores señalan que esta diferencia fue significativa en los siguientes tres componentes de la escala de autoconcepto utilizada: <<'se me facilitan los ejercicios de matemáticas'; 'creo que seré capaz de aprobar las matemáticas en la próxima evaluación', y 'las matemáticas son fáciles para mí' >> (Ortiz Isabeles et al., 2018, p. 152). Estos tres componentes de la escala son los que se refieren de manera más directa a la confianza del alumnado en su habilidad para desarrollar actividades matemáticas.

SECUNDARIA Y MEDIA SUPERIOR: DESEMPEÑO Y VARIABLES AFECTIVAS EN MATEMÁTICAS Y CIENCIAS

Desempeño en matemáticas 13 a 14 años (2° Secundaria)

De acuerdo con la evaluación de TIMSS 2015, en segundo de secundaria (octavo grado), 26 países no mostraron diferencia en desempeño matemático entre niñas y niños; en 7 países las niñas





tuvieron mejor desempeño (17 puntos) y en 6 países los niños tuvieron mejor desempeño (9 puntos), de 39 países participantes (Mullis et al., 2016).

Los países en donde las niñas se desempeñan mejor, en promedio, que los niños, son: Omán, Botswana, Jordania, Tailandia, Bahréin, Malasia y Singapur (Mullis et al., 2016). Aunque el desempeño promedio de cada uno es diferente, en Singapur es mayor que en los demás países. Y, en general, hubo poco cambio en las tendencias en desempeño matemático entre niños y niñas en la mayoría de los países participantes, entre 1995 y 2015.

En cuanto a los dominios de contenidos, Mullis et al. (2016) demuestran que las niñas se desempeñaron mejor que los niños en más países en lo referente a “álgebra” (21 frente a 0), mientras que los niños siguieron desempeñándose mejor en “número” (17 países frente a 4). Las niñas tuvieron un mejor desempeño en más países en lo referente a “geometría” (8 frente a 2) y “datos y probabilidades” (7 contra 6).



En relación con los dominios cognitivos, se observó un mayor número de países donde las niñas se desempeñaron mejor que los niños en “conocimiento” (9 frente a 4) y en “razonamiento” (13 frente a 2), mientras que en “aplicación” los niños tuvieron mejor desempeño que las niñas en más países (6 frente a 5), según la información analizada por Mullis et al. (2016).

Con datos de la evaluación de TIMSS 2019, de acuerdo con Mullis et al. (2020), se observa que la diferencia promedio en el desempeño en matemáticas se ha mantenido comparativamente estable en la mayoría de los países durante el periodo 2015 y 2019. Sin embargo, estos autores también mencionan que se ha abierto la brecha en favor de los hombres en algunos países donde antes no la había. Esta tendencia es similar a la observada en cuarto grado de primaria.

Desempeño en ciencias 13 a 14 años (2° Secundaria)

De acuerdo con TIMSS, no se observan diferencias en desempeño entre mujeres y hombres en más de la mitad de los países participantes (20) y, de los países restantes, las mujeres tuvieron mejor desempeño que los hombres en 14 (con una diferencia de 28 puntos) mientras que los hombres destacan más en 5 países (con una diferencia de 11 puntos). Así también, la ventaja en desempeño de los hombres se ha venido reduciendo en los últimos 20 años de la evaluación (Martin et al., 2016). En TIMSS 2019, Mullis et al. (2020) señalan que las mujeres tuvieron mejor desempeño en 15 países, y desempeño más bajo en 6 países, en tanto que no se observan diferencias en 18 países participantes; sin embargo, también señalan que, dado el mejor desempeño promedio de las mujeres en más países, se observa una brecha en favor de las mujeres en algunas naciones en donde antes no existía.





Respecto a los dominios cognitivos y de contenido, el análisis de Martín et al. (2016) sobre los datos de TIMSS indica que las mujeres tienen mejor desempeño que los hombres en las áreas de biología (24 países) y química (26 países), mientras que los hombres se desempeñan mejor en física (17 países) y ciencias de la tierra (18 países). Las mujeres tienen mejor desempeño en física (8 países) y ciencias de la tierra (8 países).

En los dominios cognitivos, las mujeres destacan en aplicación (19 países) y razonamiento (18 países), en contraste con los niños (2 países respectivamente para cada dominio). Y, en relación con el dominio de conocimiento, 12 países tienen mejor desempeño de hombres, y 11 países de mujeres (Martín et al., 2016).

Desempeño en matemáticas 15 años (3º Secundaria-primer año de preparatoria)

La prueba Planea 2017, administrada por el INEE para evaluar los aprendizajes clave de estudiantes de secundaria, muestra brechas de género tanto en el desempeño promedio como en los distintos niveles de logro en el área de matemáticas (INEE 2019d). La diferencia en el porcentaje de hombres y mujeres en cada nivel de logro es estadísticamente significativa en los niveles de logro III y IV (satisfactorio y sobresaliente, respectivamente), con un mayor porcentaje de hombres que alcanzan este nivel (INEE, 2019d).

Los resultados de la prueba PISA 2018 indican que del grupo de todos los participantes (79 “países y economías”), la diferencia en el puntaje promedio de matemáticas entre hombres y mujeres es de 5 puntos y significativa, favoreciendo a los hombres. Mientras que en 32 países se encuentra que los hombres se desempeñan mejor que las mujeres (OECD, 2019).

De acuerdo con PISA 2018, los países en donde las mujeres se desempeñaron significativamente mejor en matemáticas que los hombres, en promedio, son: Qatar (diferencia=24 puntos); Tailandia (16 puntos); Arabia Saudita y Malta (13 puntos); Filipinas (12 puntos); Islandia e Indonesia (10 puntos); Emiratos Árabes Unidos (9 puntos), Chipre y Brunéi (8 puntos); Macedonia del Norte, Noruega y Malasia (7 puntos); y Finlandia con 6 puntos de diferencia entre mujeres y hombres (OECD, 2019). En este mismo reporte de la OCDE (2019) se observa que México se ubica dentro de los ocho países con brecha de género más alta en matemáticas, con una diferencia estadísticamente significativa de 12 puntos en favor de los niños.



Desempeño en ciencias 15 años (3° Secundaria–primer año de preparatoria)

Respecto al desempeño en ciencias, PISA 2018 señala que la brecha promedio en desempeño es de dos puntos en favor de las mujeres; que en seis “países y economías” los hombres se desempeñan significativamente mejor que las mujeres, mientras que en 34 “países y economías” son las mujeres las que se desempeñan estadísticamente mejor (OECD, 2019). Sin embargo, el desempeño promedio de los hombres en todos los países o economías participantes se ha reducido en las últimas implementaciones de PISA, por lo que la ventaja promedio de las mujeres se ha originado por el menor desempeño de los hombres, de acuerdo con la publicación de PISA 2018 (OECD, 2019).

Los países donde el desempeño de las mujeres fue significativamente mayor que el de los hombres, y con una magnitud de más de 20 puntos, son: Qatar, con 39 puntos; Jordania y Arabia Saudita con 29 puntos; Emiratos Árabes Unidos con 26 puntos; Finlandia con 24 puntos; Chipre y Malta con 21 puntos; y Tailandia con 20 puntos (OECD, 2019).

En el caso de México, de acuerdo con el estudio de la OCDE (2019), aunque la brecha de género es un poco menor que en matemáticas, el país se encuentra entre las cinco naciones o economías con mayores brechas de género en la medición de PISA 2018: la diferencia es de 12 puntos y estadísticamente significativa, en favor de los hombres.

Desempeño en matemáticas avanzadas, 17-18 años (último año preparatoria)

En 2015 se aplicó una evaluación especial de TIMSS en 9 países, dirigida a estudiantes que tomaban cursos de matemáticas avanzadas en el último año de preparatoria (cabe destacar que México no participa en ninguna de las evaluaciones de TIMSS). Los resultados, analizados por Mullis, Martin, Foy y Hooper (2016) indican que muy pocas mujeres toman cursos de matemáticas avanzadas, y que, de los nueve países participantes, en 6 hay más hombres tomando matemáticas avanzadas, en contraste con 2 países en donde hay más mujeres tomando este tipo de cursos. Asimismo, los hombres tienen mejor desempeño en matemáticas avanzadas en estos países, en donde destaca el caso de Eslovenia que, aunque tiene más mujeres tomando cursos de matemáticas avanzadas, en promedio los hombres se desempeñan mejor (Mullis et al., 2016).

Y, en el desglose del desempeño matemático avanzado en los dominios de contenido (álgebra, cálculo y geometría) y cognitivo (conocimiento, aplicación, razonamiento), no se observa ninguna ventaja en desempeño de mujeres en ningún país (Mullis et al., 2016).



Desempeño en física avanzada, 17-18 años (último año preparatoria)

La evaluación especial de TIMSS también se implementó con el alumnado que tomó cursos de física avanzada en los mismos 9 países que evaluaron matemáticas avanzadas. En este caso, las brechas de género son todavía mayores que en matemáticas, dado que en ningún país se observa que las mujeres están tomando más cursos avanzados que los hombres, y su desempeño también es menor en todos los casos (Mullis et al., 2016).

Respecto al desempeño en los dominios de contenido (mecánica y termodinámica; electricidad y magnetismo; física atómica, nuclear y fenómenos ondulatorios) y cognitivo (conocimiento, aplicación, razonamiento), se observa asimismo que en ningún país las mujeres presentan ventaja en desempeño (Mullis et al., 2016).

Variables afectivas en matemáticas y en ciencias en secundaria y media superior

Autoconcepto en habilidad matemática y científica 13 – 14 años (2° secundaria)

Wilkins (2004) realizó un análisis de la variable de autoconcepto utilizando los datos de TIMSS para estudiantes de 13 años. Su análisis demostró que, en promedio, la diferencia entre hombres y mujeres en relación con su autoconcepto sobre desempeño en matemáticas y en ciencias es estadísticamente significativa, favoreciendo a los hombres. También observó que la magnitud de esta diferencia varía de país a país, y que el rango de las diferencias entre países es mayor para matemáticas que para ciencias (Wilkins, 2004).

Otro dato que vale la pena resaltar del análisis de Wilkins (2004) es el hallazgo de que, en general, tanto para hombres como para mujeres, el autoconcepto sobre desempeño tiende a ser mayor en los grados más bajos; es decir, a medida que avanzan en su escolarización, el autoconcepto promedio en matemáticas y en ciencias del alumnado participante tiende a bajar. Además, de acuerdo con este autor, la variación entre países con respecto a la magnitud de la relación entre desempeño y autoconcepto en matemáticas y en ciencias indica que existen diferencias culturales y de contexto que contribuyen al autoconcepto a nivel país y su relación con desempeño académico, independientemente de la correlación de estas dos variables a nivel de estudiantes individuales (Wilkins, 2004).

Autoconcepto, autoeficacia y ansiedad en matemáticas 15 años (3° Secundaria-primer año de preparatoria)



Los reportes de PISA 2012 se enfocan en el análisis más detallado de algunas variables motivacionales que la literatura ha demostrado están asociadas con desempeño matemático, como lo son la autoeficacia, el autoconcepto y la ansiedad respecto a las matemáticas (OECD, 2013). Es importante señalar, como se mencionó anteriormente, que la autoeficacia es una variable que se distingue del autoconcepto. Mientras que el autoconcepto se refiere a percepciones que tiene el individuo sobre sí mismo y sus habilidades y competencias en un ámbito determinado, la autoeficacia se refiere a su expectativa sobre lo que cree que puede lograr, dadas sus habilidades, en determinadas situaciones (Bong y Skaalvik, 2003).

En PISA 2012 se muestra que las mujeres, en promedio, tienen más probabilidades de reportar niveles más bajos que los hombres en sus creencias de autoeficacia en matemáticas (medidas con el índice de autoeficacia construido para la prueba PISA), aun cuando tienen el mismo nivel de desempeño (OECD, 2013). También se observa que los únicos países participantes en donde no se detectan diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en relación con su autoeficacia sobre actividades matemáticas son Indonesia, Kazajistán, Albania y Malasia (OECD, 2013).

Por otro lado, también se advierten diferencias entre hombres y mujeres respecto a sus creencias respecto al tipo de problemas matemáticos que pueden resolver, de acuerdo con los resultados de PISA 2012: no se observan diferencias de género en la capacidad para resolver problemas matemáticos más abstractos (del tipo de contenido que se enseña en la escuela), mientras que sí se observan brechas favoreciendo a los hombres con respecto a la resolución de problemas de matemáticas aplicadas, especialmente aquellos problemas cuyo contenido tiene un sesgo de género (OECD, 2013).

Con respecto al autoconcepto en matemáticas, los resultados de PISA 2012 indican patrones similares a aquellos observados en la autoeficacia en matemáticas: las mujeres reportan niveles de autoconcepto más bajos que los hombres, inclusive con el mismo nivel de desempeño en matemáticas (OECD, 2013).

En relación con la ansiedad sobre las matemáticas, la asociación entre desempeño matemático y ansiedad ha sido objeto de investigación desde hace varias décadas. La prueba PISA 2012 proporciona datos sobre niveles de ansiedad, a través de un índice desarrollado para medir niveles de estrés respecto a distintas actividades matemáticas (OECD, 2013). La asociación entre nivel de ansiedad y desempeño en matemáticas es alta, de acuerdo con la evidencia de PISA 2012; en promedio, en los países de la OCDE, un incremento de una unidad en el índice de ansiedad sobre las matemáticas está asociado con un decremento de 34 puntos en el desempeño matemático de los estudiantes (OECD, 2013). De acuerdo con el reporte de la OCDE, las mujeres reportan mayores



niveles de ansiedad hacia las matemáticas, y la brecha en nivel de ansiedad entre hombres y mujeres es de igual magnitud que la brecha entre estudiantes con ventaja socioeconómica y aquellos en desventaja, con un promedio de 0.29 unidades estándar (OECD, 2013).

De acuerdo con el informe de PISA 2012 (OECD 2013), los únicos tres países en donde las mujeres reportan un nivel de ansiedad hacia las matemáticas significativamente menor que el de los hombres son Emiratos Árabes Unidos (diferencia de 0.08 unidades estándar), Qatar (diferencia de 0.09 unidades estándar) y Jordania (diferencia de 0.19 unidades estándar).

Autoeficacia en ciencias 15 años (3° Secundaria–primer año de preparatoria)

Los resultados de PISA 2015, enfocados en desempeño en ciencias, señalan que en general, las niñas reportan menores niveles de autoeficacia en ciencias, y en los países en donde se observan las mayores brechas de desempeño entre hombres y mujeres generalmente también se observan las mayores brechas en autoeficacia, particularmente en lo que se refiere a comprensión, discusión y explicación de fenómenos científicos (OECD, 2016). La brecha de género en autoeficacia tiende a ser más alta en el grupo de estudiantes con alto desempeño en ciencias, favoreciendo a los hombres (OECD, 2016). Destaca Jordania, en donde la brecha de género tanto en desempeño como en autoeficacia favorece a las niñas (OECD, 2016).



Expectativas de carreras en ciencias 15 años (3° de secundaria–primer año de preparatoria)

Aun cuando los porcentajes de hombres y mujeres que expresan interés en desarrollar carreras en las ciencias es similar, de acuerdo con las evaluaciones de PISA 2015 y 2018, las áreas por las cuales se inclinan son particularmente diferentes.

El reporte de PISA 2015 (OECD, 2016) señala que el interés de las mujeres jóvenes es mayoritariamente hacia las ciencias de la salud (17.4% mujeres y 5.9% hombres con interés en estas áreas), mientras que los hombres expresan mayor interés por carreras científicas e ingenierías (12.2% hombres; 5.3% mujeres) y TICs (4.8% hombres; 0.4% mujeres). Para PISA 2018 (OECD, 2019), la brecha de género aumentó tanto respecto al interés en carreras científicas e ingenierías (26% hombres y 14.5% mujeres) como al interés en ciencias de la salud (29.9% mujeres y 12.3% hombres).

Los datos de PISA 2015 (OECD, 2016) también indican que, en México, el porcentaje de mujeres que declara tener interés en desarrollar una carrera en las ciencias y las ingenierías es 8.8%, en contraste





con 27.5% de hombres. Con respecto a una carrera en TICs, el 1% de mujeres expresan interés, a diferencia del 3.5% de hombres. Mientras que un mayor porcentaje de mujeres (25.5%) espera tener una carrera en las ciencias de la salud, en comparación con los hombres (13%). Todas estas diferencias son estadísticamente significativas (OECD, 2016).

De aquel estudiantado con alto desempeño en matemáticas y en ciencias en PISA 2018, se pueden observar tendencias similares a las de la o el estudiante “promedio” que participa en esta evaluación: 26% de hombres con interés en estudiar carreras científicas e ingenierías en contraste con 14.5% de mujeres, y 29.9% de mujeres con interés en profesiones de la salud, a diferencia de 12.3% de hombres (OECD, 2019).

Sin embargo, en el caso de México, el porcentaje de mujeres de alto desempeño en matemáticas y ciencias con interés en estudiar carreras científicas e ingenierías es mayor que el promedio OCDE, y la diferencia con los hombres, aunque de mayor magnitud que el promedio OCDE, no es estadísticamente significativa (43.2% hombres; 27% mujeres). En el caso del interés en carreras relacionadas con la salud, no hubo un número suficiente de mujeres de alto desempeño para realizar análisis confiables, mientras que el 10.7% de hombres de alto desempeño expresó interés en estas áreas (OECD, 2019).

Oportunidades para la práctica de las disciplinas relacionadas con ***STEM***

Actividades matemáticas, 15 años

En la literatura se reconoce la importancia de la práctica como una manera de reforzar los aprendizajes y facilitar la transferencia para su aplicación en diversos contextos (Schwartz, 2018; Schwartz, 2009). Por esta razón, en las pruebas de PISA también se recolecta información sobre participación en actividades en las distintas áreas que la prueba evalúa, ya sea en la escuela o como actividad extraescolar. Los análisis de PISA 2012 (OECD, 2013) indican que las mujeres, en general, reportan participar en menor medida que los hombres en actividades matemáticas; esta diferencia se destaca más en aquellas actividades relacionadas con computadoras y programación: 22% de hombres y 8% de mujeres en el grupo de países participantes reportan realizar esta actividad (OECD, 2013).



Actividades relacionadas con las ciencias, 15 años

La evaluación de PISA 2015, enfocada en ciencias, resalta que el estudiantado en general tiene en promedio una baja participación en actividades científicas fuera de la escuela (OECD, 2016).

El índice de participación en actividades científicas que desarrolla la OCDE para la prueba PISA, con base en los reportes de los estudiantes sobre actividades tales como participación en clubes de ciencia y uso de diferentes medios electrónicos para acceder a contenidos científicos y realizar simulaciones digitales, permite observar que las mujeres reportan niveles de participación más bajos que los hombres. Estas diferencias son estadísticamente significativas en todos los países, y la mayor brecha en participación por género se observa en los Países Bajos, con una diferencia de 0.62 unidades estándar; en México, la brecha en favor de los hombres equivale a 0.33 unidades estándar (OECD, 2016).

En conclusión, considerando los datos disponibles, se pueden identificar los siguientes momentos clave en los diferentes trayectos escolares de niñas y niños (Garduño y Reyes, 2021):

Preescolar:

- No se observan brechas de desempeño en matemáticas entre niñas y niños.

4° Primaria :

- Niñas tienen mejor desempeño en ciencias de la vida.
- Niños tienen mejor desempeño en ciencias físicas y de la tierra.
- Comienzan a observarse brechas en desempeño y actitudes hacia las matemáticas, en detrimento de las niñas.

6° Primaria

- Se abre la brecha en desempeño en matemáticas, en favor de los niños.

2° Secundaria :

- Niñas tienen ventaja en biología y química.
- Niños tienen ventaja en física y ciencias de la tierra.

3° Secundaria:

- Niños tienen ventaja en desempeño en matemáticas.
- Niñas tienen menor autoconcepto en matemáticas.

3° Preparatoria :

- Pocas mujeres toman cursos de física y matemáticas avanzada.



Desarrollo de las mujeres en carreras *STEM*

Esta sección se enfoca en documentar las disparidades en la participación de mujeres en los niveles superiores de educación, y las brechas que continúan en el desarrollo de carreras académicas, de investigación y de participación laboral en áreas *STEM*.

Matriculación en Educación Superior

Aun cuando hay avances en las últimas décadas, permanece una brecha importante de participación de mujeres en determinados programas universitarios *STEM*. Liben y Coyle (2014) analizaron el número de títulos universitarios (nivel licenciatura) que se otorgaron en varias áreas de *STEM* en Estados Unidos en los años 1966 y 2006. Observaron que en 1966, el porcentaje de hombres era mucho mayor al de mujeres en todas las áreas *STEM*. En contraste, en 2006, el porcentaje de mujeres en áreas de biología y química sobrepasó al de hombres, aunque el porcentaje de mujeres en las áreas de física (21%), ingeniería (19%) y ciencias de la computación (21%) continúa siendo significativamente menor al de hombres (Liben y Coyle, 2014).


De acuerdo con reportes de la OCDE, el porcentaje de mujeres en educación superior universitaria a nivel pregrado se ha incrementado en las últimas décadas. En países miembros de la Organización, en una medición del 2017, 38% de hombres y 50% de mujeres entre 25 y 34 años tenían estudios universitarios (OECD 2018).

Sin embargo, existen disparidades en las disciplinas que seleccionan mujeres y hombres, que parecen alineadas con los datos sobre interés en carreras futuras en *STEM* que se documentan con estudiantes de 15 años: pocas mujeres en ingenierías, manufactura y TICs, y una mayoría en salud y bienestar (OECD, 2018).

Datos de la UNESCO indican que hay un menor porcentaje de mujeres (28%) que de hombres (72%) que estudian áreas asociadas a las TICs, y lo mismo sucede con las áreas de ingeniería, manufactura y construcción, en donde 22% son hombres y 7% mujeres (Rubiano-Matulevich, Hammond, Kumaraswamy y Rivera, 2019; UNESCO, 2017). Adicionalmente, únicamente 30% del total de mujeres en educación superior se encuentra matriculado en carreras *STEM*, y de este porcentaje, el número más bajo se encuentra en las áreas de tecnologías de la información y comunicación, con un 3% de participación femenina (UNESCO, 2017).

Una de las mayores “paradojas”, como se le ha llamado en la literatura, es que las brechas de género en estas áreas son mayores en los países de mayor ingreso (Rubiano-Matulevich et al., 2019; Stoet y Geary, 2018). Se identifica que hay mayores niveles de matriculación de mujeres en ingeniería,





manufactura y construcción en varios países árabes y del suroeste asiático, así como en ciertos países europeos (Weingarten, 2017; UNESCO, 2017; Charles y Bradley, 2009). En paralelo al reconocimiento de la gran “paradoja” de que en países con mayor desarrollo económico y equidad de género (como Finlandia, Noruega y Suecia), hay un menor porcentaje de mujeres que se gradúan en carreras de *STEM* (Stoet y Geary, 2018), también se reconoce que no existe consenso en la investigación sobre los orígenes de esta variación (Hammond, Rubiano Matulevich, Beegle y Kumaraswamy, 2020).

Con respecto a la participación de mujeres en programas de posgrado, especialmente el doctorado, sucede lo mismo que en el pregrado: aun cuando ha aumentado el porcentaje de mujeres a nivel doctorado, hasta alcanzar un 48% de la matrícula en 2016, sigue habiendo diferencias en las disciplinas que eligen (OECD, 2018). De acuerdo con datos de la OCDE (OECD, 2018), el contraste más notable se observa en las áreas de ingeniería, manufactura y construcción, con un 22% de hombres y un 10% de mujeres que se matricularon por primera vez en este tipo de programas en 2016; los hombres también participan en mayor medida en los programas de tecnologías de información y comunicación o TICs (6% hombres y 2% de mujeres), mientras que las mujeres tienen una mayor participación en programas asociados a la salud y el bienestar (19% mujeres y 12% hombres).

Los datos de la OCDE (2018) también señalan que el país donde la brecha de género en favor de los hombres es mayor respecto a los doctorados en ingeniería, manufactura y construcción es Corea del Sur (diferencia de 24 puntos porcentuales); Luxemburgo en lo referente a TICs (18 puntos porcentuales); e Islandia en lo referente a ciencias naturales, matemáticas y estadística (26 puntos porcentuales). Mientras tanto, existe una brecha de género en favor de las mujeres respecto a los doctorados en salud y bienestar en todos los países evaluados, excepto Grecia (OECD, 2018).



Carreras académicas, de investigación y producción científica

De acuerdo con un estudio de Ginther y Khan (2006), existe una subrepresentación de mujeres en posiciones de permanencia académica (*tenure track*) en las áreas de ciencias. Estas autoras citan un estudio de CAWMSET (2000) que indica que en los EUA, las mujeres tienen menos probabilidades de tener posiciones académicas permanentes⁷ (29% de mujeres en contraste con 58% de hombres) o de ser profesoras titulares⁸ (23% mujeres y 50% hombres) en las áreas de ciencias, ingeniería y tecnología (CAWMSET, 2000, citado por Ginther y Khan, 2006).

⁷ *Tenured*, en inglés.

⁸ *Full professor*, en inglés.





También en los Estados Unidos, un estudio de Finkelstein, Conley y Schuster (2016) muestra que aun cuando la proporción de mujeres en posiciones académicas en las universidades ha aumentado, este crecimiento proviene de un incremento en puestos de tiempo parcial. Estos autores señalan que el porcentaje de mujeres (36%) con posiciones permanentes de tiempo completo (TC) es más bajo que el de los hombres (64%), además de que en aquellas universidades en donde las actividades de investigación son prioritarias, la proporción de mujeres en puestos permanentes de TC es todavía más baja: 2.3 a 1 en instituciones públicas, y 2.5 a 1 en privadas (Finkelstein et al., 2016).

Por otra parte, un estudio realizado por Rivera León, Mairesse y Cowan (2017) señala que en 2013, el porcentaje de mujeres pertenecientes al SiSTEMa Nacional de Investigadores en México (SNI) es mucho más bajo que el de los hombres: Solo 29% de investigadores pertenecientes al SNI en universidades públicas es mujer, mientras que en los centros públicos de investigación llegan al 24% (Rivera León et al., 2017). Además, de acuerdo con los autores de este estudio, las mujeres están sobre representadas en los niveles inferiores del sistema, y subrepresentadas en los niveles superiores.

Rivera León et al. (2017) también detectan una disparidad respecto a la participación de mujeres en las comisiones dictaminadoras del SNI y en quienes las presiden: en 2016, las brechas en favor de los hombres se observan en las áreas físico-matemáticas y ciencias de la tierra (79% hombres); biotecnología y ciencias agropecuarias (79% hombres); ingeniería (93% hombres) y transversal de tecnología (86% hombres). Con respecto a quienes presiden estas comisiones, en 2015, 88% de quienes las presidían eran hombres; y aunque esta cifra se redujo a 63% en 2016, la disparidad persiste (Rivera León et al., 2017).

Otro hallazgo de estos mismos autores en relación con producción científica es que cuando se consideran factores asociados con la calidad de las publicaciones, la productividad de las mujeres en el SNI puede ser a veces incluso mayor que la de los hombres, especialmente entre aquellas que se encuentran en universidades públicas (Rivera León et al., 2017). Sin embargo, los autores también destacan que las desigualdades de género en investigación científica en *STEM* siguen siendo un obstáculo para que más mujeres accedan a posiciones académicas más altas en sus instituciones, y citan estudios en Francia donde se muestra que las investigadoras en el área de física tienen 16.3% menos probabilidades de ser promocionadas en universidades y 6.3% menos probabilidades si laboran en los centros nacionales de investigación científica (Rivera León et al., 2017).

En cuanto al liderazgo de mujeres en instituciones académicas, la UNESCO (2015) indica que existen pocas en universidades y centros de investigación, cuyo rango puede ir del 10% de mujeres dirigiendo universidades en Europa, hasta 23% en Estados Unidos. Este mismo informe de la UNESCO señala que también hay poca representación de mujeres como integrantes de academias nacionales de ciencias (UNESCO, 2015).



Participación laboral de mujeres en áreas *STEM*

Las brechas de género identificadas en los niveles educativos anteriores, se replican en la participación laboral de las mujeres en estas áreas. Se observan, en promedio, bajos porcentajes de mujeres en áreas *STEM* como las ingenierías, la física así como las tecnologías de información y computación.

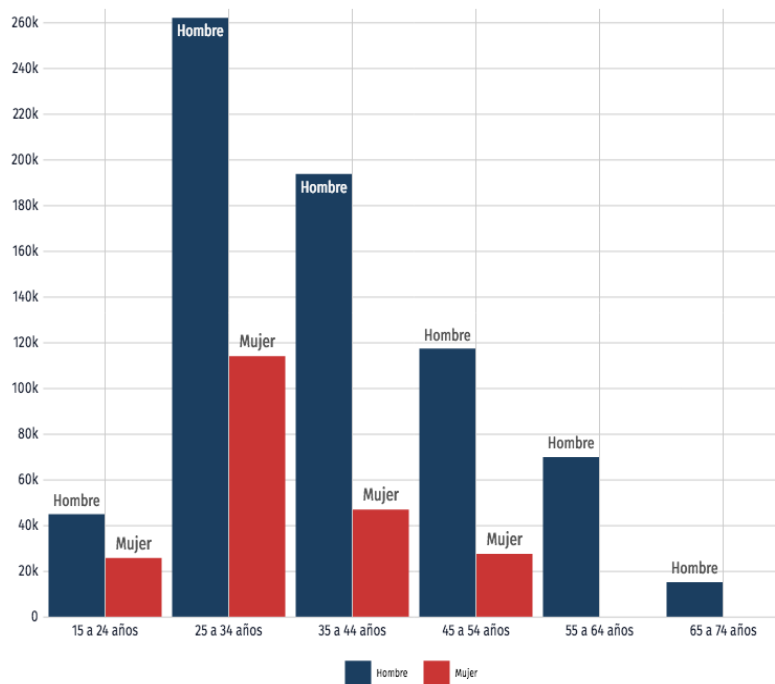
La UNESCO (2017) señala que la brecha de género aumenta a medida que se avanza entre los diferentes niveles de educación universitaria, y se incrementa aún más en la transición entre la finalización de estudios de posgrado y el ingreso al mercado laboral. La UNESCO menciona que el pico en la deserción de mujeres se observa en la etapa posdoctoral, donde las mujeres no continúan en trayectorias *STEM*. La brecha promedio alcanza hasta 40 puntos porcentuales de diferencia entre hombres y mujeres dedicados a la investigación en carreras *STEM*, a favor de los hombres (UNESCO, 2017).

En Estados Unidos, por ejemplo, un reporte del Consejo Nacional de Ciencias de la Fundación Nacional para las Ciencias señala que a pesar del aumento en la participación laboral de mujeres en las áreas de ciencias e ingenierías entre 2003 y 2017 (incremento de tres puntos porcentuales), la participación de las mujeres sigue siendo mucho menor a la de los hombres: únicamente alcanza un 29% (*National Science Board, National Science Foundation, 2020*). Asimismo, las tendencias son similares a los datos reportados anteriormente: las brechas de participación de las mujeres en ingenierías (16%), ciencias de la computación y matemáticas (27%) y ciencias físicas (29%) son mayores.

Otro reporte de la UNESCO indica que existe una variación en la participación laboral de mujeres en *STEM* a nivel de países. Por ejemplo, las regiones con mayor representación de mujeres investigadoras en *STEM* (entre 40% y 50%) son el suroeste de Europa; el Caribe, Asia Central y América Latina; y los países árabes (UNESCO, 2015).

En el caso de México, los datos provenientes de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) del INEGI muestran por ejemplo que “en el segundo trimestre de 2021, los hombres ocupados como Investigadores y Especialistas en Ciencias Exactas, Biológicas, Ingeniería, Informática y en Telecomunicaciones representaron 76.1% de la población ocupada, mientras que las mujeres representan 23.9%”, con una mayor presencia del grupo etario de 25 a 34 años - particularmente 262 mil hombres y 114 mil mujeres (Ver gráfico 1).

Población ocupada en investigación y como especialistas en Ciencias Exactas, Biológicas, Ingeniería, Informática y en Telecomunicaciones, por género y edad en segundo trimestre de 2021 (trabajadores totales)

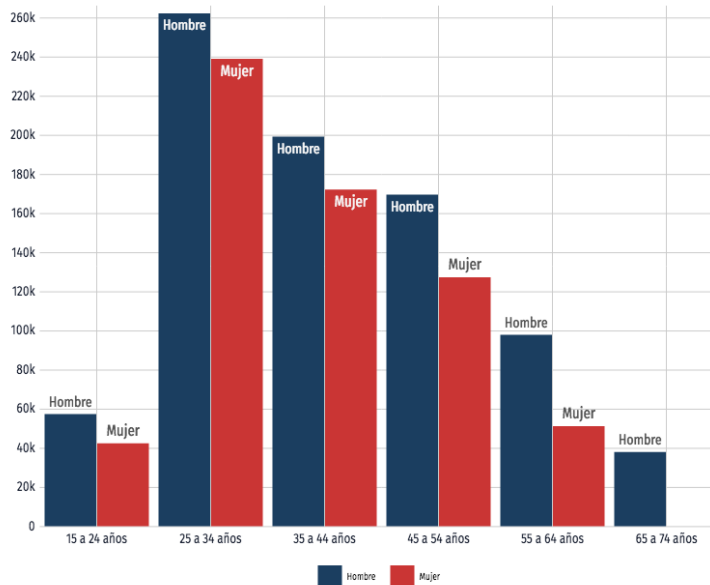


datamexico.org/

Fuente: gráficos de datamexico.org con datos y análisis de la ENOE.

Por otro lado, “en el segundo trimestre de 2021, los hombres ocupados en Especialistas en Ciencias Económico-Administrativas, Ciencias Sociales, Humanistas y en Artes representan 56.5% de la población ocupada y las mujeres 43.5%. Tanto la población ocupada de hombres como de mujeres fue mayor en el tramo etario 25 a 34 años (262 mil hombres y 239 mil mujeres)”. A partir de estos datos, es posible ver que también en México se replica el fenómeno de la segregación disciplinar por género, que describe cómo algunas disciplinas tienen una mayor o menor participación de mujeres en su estudio y ejercicio. La diferencia de 52.2 puntos porcentuales entre las mujeres y los hombres que ejercen carreras científicas no sociales o humanistas denota la brecha de género en la participación laboral de las mujeres en el país, pero también los retos que se vislumbran ante el cambio tecnológico y económico que está en curso como parte de la llamada revolución 4.0.

Población ocupada como Especialistas en Ciencias Económico-Administrativas, Ciencias Sociales, Humanistas y en Artes por género y edad en segundo trimestre de 2021 (trabajadores totales)



datamexico.org/

Fuente: Gráficos de datamexico.org con datos y análisis de la ENOE.

En términos de incrementar la participación de las mujeres en mercados laborales estratégicos para México, iniciativas a nivel media superior como la introducción de la Formación Dual (en 2013) se vislumbran como estrategias que pueden contribuir a incentivar la incursión de las jóvenes en carreras técnicas y tecnológicas. La Formación Dual es una modalidad educativa que consiste en la alternación de los estudios en el aula y planteles educativos con un periodo de formación en el lugar de trabajo, principalmente en alguna empresa de industrias estratégicas. Se diferencian de las prácticas profesionales porque en la Formación Dual en el lugar de trabajo se desarrolla una parte del currículo definido en colaboración y acompañamiento entre la escuela y la empresa que es complementario a la formación técnica que el estudiantado recibiría si solo se mantuviese en las aulas y laboratorios escolares.

El que las mujeres tengan oportunidad de conocer estos campos laborales previo al inicio de sus estudios superiores, abre panoramas sobre las posibilidades que estas tienen para desarrollar sus conocimientos y habilidades en ámbitos más amplios. Sin embargo, tanto en el nivel medio superior como superior, este tipo de estrategias también han de ser diseñadas con perspectiva de género, y deberían analizar cuándo una mujer joven tiene más, o menos, posibilidades de desplazamiento a

zonas industriales, o de ajustar sus horarios a los de la industria y poder tomar ventaja de este tipo de oportunidades formativas.

En resumen, la información proveniente de múltiples estudios nacionales e internacionales muestra un patrón similar al observado en los trayectos escolares de niñas y niños. Se identifican brechas en ciertas disciplinas *STEM*, algunas en favor de los hombres como lo son las ciencias de la computación, las ingenierías, y las ciencias físicas, mientras que las mujeres han logrado una mayor participación en las áreas de ciencias de la vida. Sin embargo, también se observa que las brechas aumentan a medida que avanzan las mujeres en sus estudios y su transición al mercado laboral. Por consiguiente, en estas etapas se pueden identificar los siguientes momentos clave en las trayectorias de formación superior y transición a carreras en *STEM*:

Educación superior:

- Mayor participación de mujeres que de hombres en áreas de biología, química y ciencias de la salud.
- Menor participación de las mujeres en ingenierías, manufactura y tecnologías de la información y las comunicaciones.
- Las brechas de género en *STEM* aumentan al avanzar en los distintos niveles de educación superior (licenciaturas y posgrados).

Carreras académicas:

- Porcentaje más bajo de mujeres en posiciones permanentes de tiempo completo en todas las áreas *STEM*.
- Bajo porcentaje de mujeres líderes en instituciones académicas y en centros de investigación.
- Poca representación de mujeres en las academias nacionales de ciencias.

Participación laboral:

- Pérdida de talento femenino en la transición a carreras de tiempo completo en áreas *STEM*.
- Menor participación de mujeres en todas las áreas laborales de *STEM*.

Por último, la participación de las mujeres en trabajos de tiempo completo y en determinadas profesiones *STEM* se ve reducida todavía más cuando comienza la crianza de los hijos, lo cual se describe con mayor detalle en la siguiente sección.

Factores relacionados con la inclusión de Mujeres en *STEM*

La literatura sobre los factores que pueden incidir en el desarrollo de mujeres en áreas y carreras *STEM* es extensa y proviene de una gran diversidad de disciplinas. La UNESCO, en su reporte seminal “Descifrando el código: Educación de niñas y mujeres en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas”⁹, menciona que los factores que influyen en la participación y avance de mujeres en *STEM* pueden agruparse en cuatro niveles: individual; familiar y de pares; escolar; y social.

En relación con los factores a nivel individual, la UNESCO (2017) incluye como ejemplos habilidades cognitivas y variables psicoafectivas. Sobre factores familiares y de pares, incluyen las expectativas y creencias de padres y madres así como el estatus socioeconómico, entre otros. A nivel escuela, la UNESCO menciona el currículo; la preparación, creencias y expectativas de docentes; las interacciones entre docentes y el alumnado; el clima escolar; entre muchos más. Finalmente, a nivel social describe variables como los estereotipos de género prevalecientes en los medios de comunicación y las normas socioculturales asociadas con la equidad de género (UNESCO, 2017).

A continuación se presenta una breve revisión de algunos de estos factores.



Factores individuales y psicológicos

Cabe aclarar que la UNESCO (2017) señala, en lo relativo a los factores a nivel individual, que no existen diferencias entre hombres y mujeres en cuanto a su capacidad cognitiva para el aprendizaje en general, y en particular, para el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas, con base en la evidencia de múltiples estudios empíricos. Esta organización cita, así mismo, estudios que demuestran que tampoco existen diferencias genéticas en cuanto a las habilidades cognitivas entre hombres y mujeres.

Entre los estudios que demuestran que no existen diferencias genéticas en las habilidades cognitivas de hombres y mujeres, se encuentra el de Kovas, Haworth, Dale y Plomin (2007). Estos autores analizan datos derivados del estudio longitudinal sobre desarrollo temprano con gemelos (*Twins' Early Development Study*, TEDS). En este estudio a gran escala (con participación de 12,954 familias), se incluyen datos de una muestra representativa de todas las gemelas y gemelos nacidos en el Reino Unido en tres cohortes: 1994, 1995 y 1996. En su análisis, Kovas et. al (2007) no encontraron evidencia de diferencias genéticas entre los sexos asociadas a diferencias en habilidades de aprendizaje. Y, en su revisión sobre los hallazgos científicos respecto a las diferencias

⁹ “Cracking the code: Girls’ and women’s education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)





de género en ciencias y matemáticas, Halpern, Benbow, Geary, Gur, Hyde y Gernsbacher (2007) tampoco encontraron evidencia de una diferencia entre los sexos en pensamiento cuantitativo y conocimiento de objetos en el medio ambiente a edades tempranas.

Por consiguiente, al hablar de factores a nivel individual, se debe entender la naturaleza compleja y dinámica del desarrollo cognitivo y su interrelación con variables psicoafectivas. Por lo demás, existe un consenso en la literatura que reconoce que el desarrollo humano está determinado por la “interacción constante” entre la “biología y la experiencia” (*National Research Council, 2001, p. 7*).



De igual manera, Halpern et. al (2007), al describir los hallazgos de lo que ellos llaman la “ciencia de las diferencias entre los sexos en ciencias y matemáticas”, sugieren que existe una cronología en el desarrollo de los procesos biológicos, que indica que las diferencias observadas entre los sexos en edades posteriores como la adolescencia no necesariamente indican que estas se deben únicamente a factores sociales o ambientales. Señalan, como ejemplo, factores como el “inicio de la pubertad”, el “desarrollo del prosencéfalo” (o cerebro anterior) y los “procesos de envejecimiento”, hitos que a su vez también “se ven influenciados por factores ambientales” (Halpern et. al, 2007, p. 40). En consecuencia, los factores a nivel individual no pueden entenderse sin el análisis de la influencia que ejercen sobre ellos los factores familiares, educativos y socioculturales.

Factores que han sido ampliamente investigados a nivel psicológico son aquellos referidos a los estereotipos de género. Un estudio que vale la pena resaltar, por la evidencia temprana que presenta, es el que realizaron Cvencek, Meltzoff y Greenwald (2011) con estudiantes de entre 6 y 10 años. Los autores mostraron que existen estereotipos de género desde segundo de primaria, etapa en donde típicamente no se observan diferencias de género en el desempeño en matemáticas. Cvencek y sus colegas (2011) señalan que incluso en estas edades prematuras, los estudiantes de ambos sexos tienen la creencia de que las matemáticas son para niños y no para niñas, y los niños reportan identificarse más con las matemáticas que las niñas.

Otros tipos de estereotipos que se han investigado, y que se ha especulado tienen una asociación no solo con la baja participación de mujeres en ciencias, sino con una baja participación de minorías étnicas en general, son la “amenaza del estereotipo” y las “creencias sobre habilidades disciplinares específicas”.

La “amenaza del estereotipo” se refiere al efecto que tiene el sexo o la raza de quien aplica una prueba, sobre el desempeño en la misma prueba del individuo que la está tomando, siempre y cuando exista un estereotipo negativo del grupo con el cual se identifica al individuo. Por ejemplo, si una persona blanca aplica una prueba a un grupo de personas afroamericanas, el desempeño en la prueba será más bajo, en contraste con el desempeño cuando la persona que aplica la prueba es de su misma raza. Halpern et. al (2007) mencionan que se han realizado varios estudios en laboratorio con el fin de extender esta hipótesis al desempeño de las mujeres en pruebas





lleve a cabo en la práctica y de forma sostenida, como una cuestión de igualdad, un asunto de ciudadanía y no solo de forma enunciativa.



Conclusiones o hacia dónde dirigirnos

A manera de recapitulación, sabemos que en los países de mayor desarrollo un número más limitado de mujeres se gradúan de carreras *STEM*. De acuerdo con datos de la UNESCO únicamente 30% del total de mujeres en educación superior se encuentra matriculado en carreras *STEM*, y de este porcentaje, el número más bajo se encuentra en las áreas de tecnologías de la información y comunicación, con un 3% de participación femenina. Entonces ¿qué estudian las mujeres que se dedican a la ciencia?

Los datos aquí citados muestran la tendencia a que las mujeres opten por carreras vinculadas a las ciencias biológicas, es decir, aquellas vinculadas al estudio de la vida (por ejemplo, las ciencias biológicas, la psicología, etc.), las ciencias de las cosas siguen siendo áreas donde las preguntas por responder son planteadas principalmente por los hombres. A esta disparidad identificada en la distribución de mujeres en áreas de la ciencia se le ha nombrado “segregación horizontal”, aquí la hemos renombrado como “segregación disciplinar por género”, como una forma de visibilizar un posible hecho puntal de autoselección que no necesariamente sucede como resultado de la libertad de elección sino de la tendencia aún prevalente de que la distribución del trabajo doméstico y de cuidados (maternidad, hogar, enfermedad y envejecimiento), siga recayendo en las mujeres independientemente de si cuentan con una formación y carrera profesional. Acentuar este abordaje se convierte en un área de oportunidad para incidir con mayor claridad en el desarrollo de intervenciones y políticas puntuales para abonar a la resolución de este problema multifactorial.

Si dibujamos el trayecto de las mujeres en la ciencia podemos identificar cuatro momentos pivote: la formación de base en *STEM* de preescolar a la educación media superior, el acceso y elección a los estudios superiores y de posgrado, el desarrollo de carrera y trayectoria en *STEM*, y el acceso a posiciones, financiamiento y reconocimientos vinculados a su desempeño.

La evidencia existente para el caso de México sobre los niveles de logro de aprendizaje alcanzados en matemáticas (por ejemplo Planea SEN 2018) por niñas y niños al inicio de su trayectoria escolar dan cuenta de diferencias no significativas en el desempeño en niveles iniciales (preescolar y primaria). Los que existen, por ejemplo, hacia el final del nivel primaria, están más vinculados a variables afectivas como el autoconcepto que tanto niñas como niños tienen sobre sus resultados.

En diversas investigaciones se analiza cómo la entrada de las niñas a la pubertad, coincide con la asociación que se hace respecto a su capacidad para iniciarse en las labores de cuidado del hogar y de los miembros de la familia. Para muestra, según datos del Banco Mundial, a nivel global, si bien 9 de cada 10 niñas terminan la primaria, solo 3 de 4 completan su ciclo en el nivel secundaria. Por otro lado, los temas del desarrollo laboral y profesional de la mujer son muestra de uno de los determinantes contextuales a los que hemos aludido, refuerza la idea de que cualquiera de los

las discusiones sobre la cuarta revolución industrial- tecnológica, se han acentuado en los últimos dos años, por lo que es necesario analizarlas con perspectiva de género y formular las preguntas sobre sus implicaciones. Por ejemplo, si las niñas, jóvenes y mujeres cuentan ya con la formación necesaria para desempeñar profesiones y carreras científicas en el marco de los nuevos sectores estratégicos (tecnologías digitales -como la inteligencia artificial (IA) y la robótica, la inteligencia de datos, la Internet de las cosas y la tecnología de cadenas de bloques- que convergen con la nanotecnología, la biotecnología y las ciencias cognitivas, UNESCO 2021) y, con ello, tomar ventaja de las dinámicas laborales que se están generando. Por ejemplo, de la existencia de modelos de trabajo híbridos, o del impulso que varios gobiernos están dando a industrias locales creando puestos de trabajo que no necesariamente requerirán desplazamientos físicos frecuentes.

Ahora bien, desde el estudio de los problemas públicos es necesario reconocer que no hay una solución única a este hecho, pero sí que, al diseccionar el problema es posible delinear intervenciones que contribuyan a reducir este problema, por ejemplo:



- Atender los compromisos internacionales de asignación en los presupuestos nacionales de al menos 1% el PIB a la política de ciencia y tecnología, en el que necesariamente se refuerce la asignación con perspectiva de género. Entre ellos, el establecimiento de estímulos económicos para incrementar la incursión de las mujeres en disciplinas específicas.
- Fomentar redes de apoyo para el cuidado familiar que no redunden o recaigan solo en las mujeres.
- Vinculación de la política social con la educativa, la científica y tecnológica, en particular la referente a los derechos de las y los trabajadores:
 - Creación de becas educativas para madres trabajadoras
 - Fomentar las licencias de paternidad más extendidas
 - Políticas de atención infantil, vía guarderías y escuelas de jornada extendida, y programas de atención y cuidado a la población adulta mayor.
- Generar mayor difusión de referentes de mujeres científicas (Castillo, 2014). Un ejemplo para ello es la “editatona” en Wikipedia para incluir la biografía de más mujeres científicas a la edición en español de esta enciclopedia digital.
- Fomentar redes de mentoría y acompañamiento de mujeres científicas a otras mujeres.

Con esto concluimos que existen varias etapas clave, o pivote, en las trayectorias académicas y laborales de las mujeres, en las cuales se puede incidir con políticas, programas o intervenciones que fortalezcan la formación, incrementen acceso, influyan en actitudes y motivación, y faciliten el desarrollo de las mujeres en las disciplinas STEM, especialmente ingenierías, matemáticas, física y computación. Al ser una problemática compleja y multifactorial, las brechas persistentes de género en estas carreras deben abordarse desde un enfoque integral, con iniciativas de largo alcance y duración, y la participación de actores en diversos ámbitos (familiar, escolar, social).



Referencias

- Banco Mundial (2020). La participación laboral de la mujer en México. Washington: Banco Mundial. Obtenido de: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/753451607401938953/pdf/La-Participacion-Laboral-de-la-Mujer-en-Mexico.pdf>
- Bong, M. y Skaalvik, E.M. (2003). Academic Self-Concept and Self-Efficacy: How different are they really? *Educational Psychology Review*, Vol. 15, No. 1.
- Castillo, R., Grazi M. y Tacsir E. (2014). Women in Science and Technology What Does the Literature Say? Washington: BID. Obtenido en: <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Women-in-Science-and-Technology-What-Does-the-Literature-Say.pdf>
- Cech, E.A. y Blair-Loy, M. (2019). The changing career trajectories of new parents in *STEM*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Mar 2019, 116 (10), 4182-4187. Obtenido de: <https://www.pnas.org/content/116/10/4182>
- Cvencek, D., Meltzoff, A. N., & Greenwald, A. G. (2011). Math-Gender Stereotypes in Elementary School Children. *Child Development*, 82(3), 766-779.
- England, P., Levine, A. y Mishel, E. (2020). Progress toward gender equality in the United States has slowed or stalled. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Mar 2020, 117 (13) 6990-6997. Obtenido de: <https://www.pnas.org/content/117/13/6990>
- Ferriman, K., Lubinski, D., Benbow, C.P. (2009). Work preferences, life values, and personal views of top math/science graduate students and the profoundly gifted: Developmental changes and gender differences during emerging adulthood and parenthood. *Journal of Personality and Social Psychology*, Sep. 97(3): 517-32.
- Finkelstein, M. J., Conley, V. M., & Schuster, J. H. (2016). Taking the measure of faculty diversity. Advancing higher education. Obtenido de: https://www.tiaainstitute.org/sites/default/files/presentations/2017-02/taking_the_measure_of_faculty_diversity.pdf
- Garduño, E. y Reyes, A. (2021). *La Centena: Oportunidades y desafíos para ser científica en México*. Blog publicado en el sitio web de MUxED: <https://www.muxed.mx/blog/diferenciaciongenero>.
- Garduño, A.E. (2016). *Preschool and Educational Technology: Evaluating a Tablet-Based Math Curriculum in Mexico City*. Doctoral dissertation, Harvard Graduate School of Education.
- Ginther, D.K. y Kahn, S. (2006). Does science promote women? Evidence from academia 1973-2001. NBER working paper series, Working Paper 12691. Obtenido de: <http://www.nber.org/papers/w12691>.
- Halpern, D. F., Benbow, C. P., Geary, D. C., Gur, R. C., Shibley Hyde, J. y Gernsbacher, M. A. (2007). The science of sex differences in science and mathematics. *Psychological Science in the Public Interest*, Vol. 8, No. 1, pp. 1-51.



Zambrano Jurado, J.C. (2015). Un estudio multinivel del rendimiento escolar en matemáticas para tercer grado de educación básica primaria en América Latina. *Revista Sociedad y Economía*, núm. 30, 2016, pp. 91-120 Cali, Colombia: Universidad del Valle.

Normatividad

Ley de Ciencia y Tecnología, Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2002 TEXTO VIGENTE Última reforma publicada DOF 06-11-2020.

Gráficos

Investigadores y Especialistas en Ciencias Exactas, Biológicas, Ingeniería, Informática y en Telecomunicaciones. (Datos con base en la ENOE). Obtenido de: <https://datamexico.org/es/profile/occupation/investigadores-y-especialistas-en-ciencias-exactas-biologicas-ingenieria-informatica-y-en-telecomunicaciones>

Especialistas en Ciencias Económico-Administrativas, Ciencias Sociales, Humanistas y en Artes (Datos con base en la ENOE). Obtenido de: <https://datamexico.org/es/profile/occupation/especialistas-en-ciencias-economico-administrativas-ciencias-sociales-humanistas-y-en-artes>



Sobre las organizaciones

Movimiento STEM

Es una asociación sin fines de lucro, que transformando las mentes de las y los jugadores clave, impulsa la Educación y el talento STEM, los empleos del futuro y la innovación, con visión social e incluyente. Es el máximo órgano de representación del Ecosistema STEM en América Latina, iniciativa avalada por Global STEM Alliance y STEM Learning Ecosystems.

www.movimientostem.org

Twitter: @MovimientoSTEM

Linkedin y Facebook: Movimiento STEM

Red de Mujeres Unidas por la Educación (MUxEd)

Somos una red plural integrada por más de 160 mujeres que impulsamos una educación con calidad, equidad y perspectiva de género desde diversos ámbitos de acción; nos articulamos a través de grupos de trabajo; creamos espacios de diálogo, formación e investigación y construimos alianzas en un marco plural, nacional y global.

www.muxed.mx

Twitter: @muxed

[Instagram](#)

Linkedin y Facebook: Red Mujeres Unidas por la Educación

Sobre las autoras

Eugenia Garduño es doctora y maestra en Educación por la Universidad de Harvard, y licenciada en Psicología por la Universidad Iberoamericana. Se ha desempeñado como Secretaria Académica en el CREFAL; como directora del Centro de la OCDE en México para América Latina; como Coordinadora General de @aprende.mx en la SEP; y como asesora en la UPN y el ILCE. Ha sido también catedrática en universidades de Estados Unidos y México. En la Universidad de Texas, Arlington, fue instructora de los cursos *The Neuroscience of Typical and Atypical Development of Mathematical and Reasoning Ability* y *Building Online and Hybrid Experiences*. Sus actividades de investigación se han centrado en el uso de tecnología en educación y, en especial, la evaluación de programas curriculares en matemáticas y en ciencias implementados a través de tecnologías digitales. Actualmente funge como Directora Adjunta de Laspau, institución afiliada a la Universidad de Harvard, cuyo objetivo es promover el intercambio académico entre instituciones de educación superior en las Américas.

Anaid Reyes Hernández. Politóloga e internacionalista por el Centro de Investigación y Docencia Económicas y estudiante de posgrado en Educación, en la Universidad de San Andrés, Argentina. Se ha desempeñado en el diseño, implementación y seguimiento de políticas educativas con un enfoque de equidad e inclusión y de derechos de los NNA. Ha colaborado en proyectos para los tres niveles educativos desde los sectores gobierno, academia, civil y privado. Ha fungido como asesora técnica para tres secretarios de educación federales y ha facilitado la coordinación interinstitucional para el desarrollo de programas estratégicos como la articulación entre niveles educativos y estrategias vinculadas a la formación inicial y continua de docentes. Ha sido interlocutora para el diseño de políticas interinstitucionales de educación, empleo, innovación y productividad; diseñado la operación de programas piloto estatales de atención a la primera infancia; y coordinado trabajo de campo para evaluaciones de impacto. Ha colaborado con el Banco Mundial, la OCDE y con investigadores de la universidad de Stanford, Harvard y Hong Kong.