

LAS MUJERES EN LAS ACTIVIDADES INVENTIVAS EN MÉXICO, 1980-2015: UN ESTUDIO DE SUS DESAFÍOS

Alenka Guzmán^a y Flor Brown^b

Fecha de recepción: 4 de enero de 2022. Fecha de aceptación: 18 de abril de 2022.

<https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2022.210.69887>

Resumen. En este trabajo se analizan los desafíos que enfrentaron las mujeres científicas en México para incorporarse a actividades de innovación entre 1980 y 2015. Particularmente, el trabajo busca: *i)* caracterizar la evolución y la naturaleza de la actividad inventiva con participación femenina; *ii)* identificar qué factores influencian la propensión de mujeres a ser inventoras y *iii)* contribuir con propuestas de política para fomentar su inclusión equitativa en la economía del conocimiento y de la innovación. Los hallazgos del estudio empírico sugieren que la propensión a ser inventoras es favorecida por: *stock* de conocimientos tecnológicos, tamaño de equipo de inventores, patentes de empresas o instituciones, categoría tecnológica, y presencia de inventores extranjeros.

Palabras clave: mujeres inventoras mexicanas; factores de propensión a innovar; patentes mexicanas USPTO; economía del conocimiento.

Clasificación JEL: O31; O39.

WOMEN IN INVENTIVE ACTIVITIES IN MEXICO, 1980-2015: A STUDY OF THE CHALLENGES THEY FACE

Abstract. This article analyzes the challenges faced by women scientists in Mexico to participate in innovation activities during 1980-2015. Specifically, this article seeks to: *i)* describe the evolution and nature of inventive activity with female participation; *ii)* identify which factors influence the propensity of women to be inventors; and *iii)* contribute policy proposals to foster women's equitable inclusion in the knowledge and innovation economy. Findings from the empirical study suggest that the following factors promote women's propensity to become inventors: stock of technological knowledge, inventor team size, company or institutional patents, technological category, and presence of foreign inventors.

Key Words: Mexican women inventors; propensity to innovate factors; Mexican USPTO patents; knowledge economy.

^a Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Unidad Iztapalapa, México. ^b Universidad Autónoma de Querétaro, México. Correos electrónicos: alenka.uami@gmail.com y flor.brown@uaq.mx, respectivamente.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las mujeres constituyen la mitad del mundo. Sin embargo, las desigualdades de género¹ continúan vigentes en la escena económica y social, agravadas por las condiciones de miseria y de atraso que caracterizan, especialmente, a los países en desarrollo (Jayachandran, 2015). Incluso los países desarrollados reportan brechas de género. Algunos estudios se centran en analizar las desigualdades de género y el crecimiento económico (Cuberes y Teignier, 2014); otros en la división del trabajo en el hogar (Treas y Tai, 2016). También se estudian los diferenciales laborales asociados a los patrones culturales de la familia y la sociedad (Bishu y Alkadry, 2017; Korpi *et al.*, 2013). Un hallazgo relevante es el papel que juega la educación para superar las tradiciones culturales origen de las disparidades entre hombres y mujeres en distintas sociedades (Korpi *et al.*, 2013), y sus efectos en las brechas salariales (Livanos y Nunez, 2010). Así, el acceso de las mujeres a mayores niveles de educación, ciencia y tecnología, y en general de todos los habitantes, es crucial para remontar los rezagos de género.

Históricamente se considera a las mujeres como el sexo débil, y con menores atributos intelectuales con relación a los hombres (véase Schiebinger, 1991). El involucramiento y las contribuciones de las mujeres en el desarrollo de la ciencia y la tecnología son ampliamente ignoradas por los historiadores o deliberadamente ocultadas detrás de figuras masculinas (Eynde, 1994). Así, su potencial creativo está marginado, limitado y, en ocasiones, no es reconocido debido al trato desigual de género en las diferentes etapas de la humanidad. La cultura masculina ha sido poco propensa a reconocer los atributos intelectuales del sexo femenino, aunque existen honrosas excepciones.

No obstante a la exclusión del sexo femenino en el desarrollo de la ciencia y la tecnología (Schiebinger, 1991), destacan importantes contribuciones de las mujeres en estos ámbitos desde la antigüedad. Por ejemplo, en la Edad Media fueron los conventos el refugio de algunas mujeres para realizar sus estudios y desarrollar su creatividad. En el siglo XIII se fundan las universidades y todavía hasta principios del siglo XX estuvieron relegadas de la educación formal. Las ocasionales aportaciones individuales fueron ignoradas o reivindicadas por sus padres o maridos, o reconocidas excepcionalmente (véanse Eynde, 1994; Guil, 2016).

¹ La igualdad de género se concibe como la paridad en derechos políticos, económicos, sociales, educativos, etcétera, entre hombres y mujeres. Apela al estatuto jurídico y al principio de no discriminación basado en la diferencia sexual. Ambos deben acceder a las mismas oportunidades de vida (Zamudio *et al.*, 2014).

Con el ingreso de las mujeres a las universidades –en el siglo xx– en distintas disciplinas científicas, sus notables contribuciones al saber universal pudieron visibilizarse (Martínez *et al.*, 2016; UNESCO, 2016). Marie Curie (física-química) precisó que “el camino del progreso no era ni rápido ni fácil” (Currie, 2001); una vez incorporada a la investigación, admitía que un científico cree en ideas, no en personas. Pese a constantes ninguneos, las valiosas aportaciones de Madame Curie en el campo de la radiología fueron reconocidas con un doble Premio Nobel (1903 y 1911); el primero compartido con su esposo Pierre Curie y Henri Becquerel, y el segundo fue sólo para ella. A su vez, la meritoria aportación de la inglesa Rosalind Franklin (química y cristalógrafa de rayos X), en el descubrimiento de la estructura del ADN, pese a las reticencias de sus colegas Watson y Crik por reconocer la grandeza de los hallazgos de la científica. Ella consideraba que la ciencia y la vida cotidiana no pueden ni deben separarse.

El combate de algunas mujeres por traspasar las murallas impuestas por el género masculino para mostrar sus talentos en el desarrollo de los saberes de la ciencia y la tecnología en diferentes momentos históricos, así como su exclusión en la educación y las actividades mencionadas aún continúan (Eynde, 1994; Khan, 2015).

En la economía del conocimiento es indispensable la inclusión extensa de la mujer en el campo de los sistemas formales de la educación, la ciencia y la tecnología y, por tanto, en los mercados laborales y con mayores remuneraciones. Al superar los diferenciales de acceso, generación, tratamiento y control de los ámbitos del conocimiento, las mujeres tendrán mejores oportunidades para emprender sus potencialidades intelectuales (Milli *et al.*, 2016). Lo anterior supone un trabajo colaborativo entre ambos sexos, enriqueciendo el conocimiento y, por tanto, el crecimiento económico y social de los países, sobre todo, en aquellos que registran un mayor rezago.

En los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)² se promovió eliminar las disparidades de la educación primaria y secundaria en 2005 y de todos los niveles de educación para 2015. Pese a los sustanciales avances, las desigualdades de género subsisten mundialmente y con mayor intensidad en algunas regiones. Así, los Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS) (ONU, 2015) enfatizan la equidad de género, entre otros objetivos, y pretenden erradicar la pobreza, proteger al planeta, y asegurar la paz y prosperidad hacia el año 2030.

² Frente a las enormes desigualdades existentes en el mundo, los integrantes de las Naciones Unidas suscribieron los ODM en el año 2000, con el propósito general de luchar contra la pobreza en sus múltiples dimensiones.

Aterriza la equidad de género y el empoderamiento de las mujeres en la economía del conocimiento, se traduce en acceder equitativamente a la educación y al conocimiento científico. En tal contexto, organizaciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO] 2016), promueven entre sus miembros la igualdad de género en la ciencia, tecnología e innovación mediante novedosos programas, como el STEM and Gender Advancement (SAGA, por sus siglas en inglés).

Actualmente se dispone de estadísticas de género desagregadas sobre educación del nivel superior, actividades de investigación científica y de innovación. Se puede decir que a nivel global la igualdad de género en graduados de licenciatura en el 2018 se rebasó (53% mujeres; 47% hombres); en graduados de maestría también (55% mujeres y 45% hombres). Sin embargo, a nivel de doctorado el porcentaje de egresados (56%) supera al de egresadas (44%). Respecto al nivel de regiones y de países, las disparidades varían. La mayor brecha de género se aprecia en los egresados que son empleados como investigadores (71%) frente a las investigadoras (29%). Los mayores diferenciales de la participación de mujeres investigadoras se identifican en regiones y países de África, el Este de Asia y el Pacífico. Por otro lado, países de algunas regiones (Asia Central y América Latina) alcanzan la igualdad de género en el rubro de investigadores empleados (UNESCO, 2018).

La incorporación creciente de las mujeres a carreras científicas y tecnológicas, y su desempeño profesional en estos campos es vista como una fuente potencial del crecimiento económico, la productividad y el bienestar de la sociedad (European Commission, 2008; Hunt *et al.*, 2012; Kahler, 2011; Huyer, 2015). En promedio, las mujeres representan 29% del total de investigadores en el mundo, y el porcentaje más alto registrado en 2015 corresponde a Tailandia (56.1%) (UNESCO, 2016).

En este tenor, un tema de creciente relevancia concierne a mujeres inventoras. Sin embargo, la literatura en el tema es limitada, en particular la relativa a los factores que influyen en su propensión. La contribución de esta investigación radica en examinar la evolución, la naturaleza y los factores que explican la propensión femenina a innovar en México.

Por igual, este artículo se propone visibilizar los desafíos que emprenden las mujeres inventoras en México para traspasar los muros de la desigualdad en la economía del conocimiento, que sin duda aportarán con creces al desarrollo económico del país. En particular se busca lo siguiente: *i)* caracterizar la evolución y la naturaleza de la actividad inventiva femenina; *ii)* identificar qué

factores influencian la propensión de mujeres a ser inventoras y *iii)* contribuir con propuestas de política orientadas a fomentar la participación inventiva de ellas, reduciendo la desigualdad de género en la economía del conocimiento.

Las preguntas ejes de esta investigación son las siguientes: ¿cuál ha sido la evolución de la actividad inventiva femenina en México? ¿Qué factores de la naturaleza inventiva influencian la propensión de las mujeres a inventar? Con base en los hallazgos empíricos, ¿cuáles son las propuestas de política para fomentar crecientemente la actividad inventiva de mujeres?

Como hipótesis se maneja que la baja participación del género femenino en la actividad inventiva tienda a incrementarse paulatinamente. Entre las variables de la naturaleza inventiva, que influyen en la propensión de mujeres a ser inventoras, están el *stock* de conocimientos tecnológicos, el tamaño del equipo de investigadores, la titularidad de las patentes concedidas, el campo tecnológico de la patente, la movilidad de los inventores y el valor de la patente.

El trabajo se desarrolla en cinco secciones incluyendo la introducción. En la segunda sección se expone la literatura especializada sobre el tema. La tercera bosqueja las políticas puestas en marcha para disminuir las desigualdades de género en los ámbitos de la educación, la ciencia y el conocimiento tecnológico con respecto a los ODM. La siguiente sección identifica la evolución y caracteriza la naturaleza de la actividad inventiva de género en México, especifica el modelo empírico, analiza los resultados y formula propuestas de política. Finalmente, se presenta la sección de las conclusiones.

2. BREVE REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE MUJERES INVENTORAS

Varios estudios de género relativos a la actividad inventiva en el ámbito histórico dan cuenta del impacto social de las invenciones hechas por el sexo femenino en diferentes períodos, especialmente industrializados (Blashfield, 1996; Braun, 2007; Whittington y Smith-Doerr, 2008; Karnes y Bean, 1995). Otros identifican a mujeres inventoras entre países y regiones, diferenciando campos tecnológicos y sectores (Martínez *et al.*, 2016). Asimismo, se analizan invenciones patentadas con participación femenina en áreas de nuevos paradigmas tecnológicos, como las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) (Ashcraft y Breitzman, 2007; Kahler, 2011). Otros estudios abordan la enorme brecha de género en la actividad inventiva, la titularidad de patentes y su comercialización (Ejermo y Jung, 2014; Frietsch *et al.*, 2009; Hunt *et al.*, 2012; Kahler, 2011; Whittington y Smith-Doerr, 2008). La gran mayoría de las investigaciones involucran a países industrializados. En cam-

bio, pocos constatan el caso de países emergentes y en desarrollo como México (Guzmán y Orozco, 2011) y América Latina (Morales y Sifontes, 2014). La identificación de sectores tecnológicos de involucramiento y las causas de la aún reducida participación de mujeres inventoras para Brasil (Maldonado y Guzmán, 2015; Sifontes y Morales, 2020).

La información disponible en documentos y patentes revela la escasa presencia de mujeres en la investigación y en el desarrollo e invención. Pero ¿por qué las mujeres no han jugado un papel activo en tales actividades?

En el terreno de la tecnología, las mujeres aportaron innovaciones con un impacto sustantivo a escala industrial y en exitosos negocios en diferentes períodos. Entre las importantes invenciones desarrolladas se encuentran el lavavajillas mecánico (Josephine Cochran, 1886); limpiaparabrisas (Mary Anderson, 1903); sistema de teléfono de interruptor automático (Erna Schneider, 1954); antibióticos anti-hongos (Rachel Fuller Brown y Elizabeth Lee Hazen, 1957); y refinación de petróleo (Edith Flanigen, 1956). En 2006, la Red Global de Mujeres Inventoras e Innovadoras (Global Women Inventors and Innovators Network, GWIIN, por sus siglas en inglés) inició la premiación y el reconocimiento a mujeres científicas e inventoras mexicanas.³

Las mujeres inventoras son aquellas que forman parte de los equipos de investigación que crean productos o procesos patentados. Pese a que no todas las invenciones son patentadas, los documentos de patentes proveen información clasificada, consistente y de largo plazo para identificar inventores, aunque no se diferencia el sexo. Estudios recientes se preocupan por identificar la participación de inventoras de las bases de datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (Martínez *et al.*, 2016).

La aportación femenina en la invención se aprecia en la esfera del conocimiento tecnológico, con probables antecedentes de hallazgos en publicaciones científicas. En efecto, el desarrollo de éste puede ocurrir en las fronteras de la ciencia básica. En tal contexto, contribuciones científicas nutrirán la emergencia de novedades tecnológicas, sin que necesariamente participen en tales actividades. Por lo tanto, se tendrá una diferenciación entre mujeres científicas distinguidas y mujeres inventoras.

Este análisis pretende contribuir a valorar la incorporación de las mujeres en la economía del conocimiento y en actividades inventivas, que conjuntamente con hombres, fortalecen las capacidades de innovación en México, y favorecen el crecimiento de la economía y el bienestar social.

³ Tal es el caso de María del Socorro Flores González, quien obtuvo el premio MEXWII 2006 por sus trabajos de diagnóstico de la amibiasis invasiva.

3. ¿HACIA LA IGUALDAD DE GÉNERO EN EDUCACIÓN, CIENCIA Y CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO?

Pese a los avances en el acceso a la educación, la ciencia y la tecnología de las mujeres en la últimas década en países en desarrollo, el rezago con respecto a países de mayores ingresos per cápita continúa. Las brechas de género están asociadas a otros indicadores (salud, laboral, salarial), que contribuyen a comprender las desigualdades. En ese tenor, ¿podrían las mujeres que accedan a la economía del conocimiento mejorar sus condiciones de vida con respecto al sexo masculino?

Con el fin de superar la desigualdad de género en el acceso al conocimiento, son indispensables las estadísticas desagregadas para evaluar el problema y poner en marcha políticas adecuadas. En tal sentido, algunas instituciones internacionales y nacionales recopilan tales datos. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (UNDP, 2020), calcula el Índice de Desigualdad de Género (IDG), que incluye a 166 países, divididos en cuatro grupos. En el primero se incluyen a las naciones de muy alto desarrollo humano (VHHD); en el segundo alto desarrollo humano (HHD); el tercero reúne a aquellas de desarrollo humano medio (MHD), y el último a los de bajo desarrollo humano (LHD).

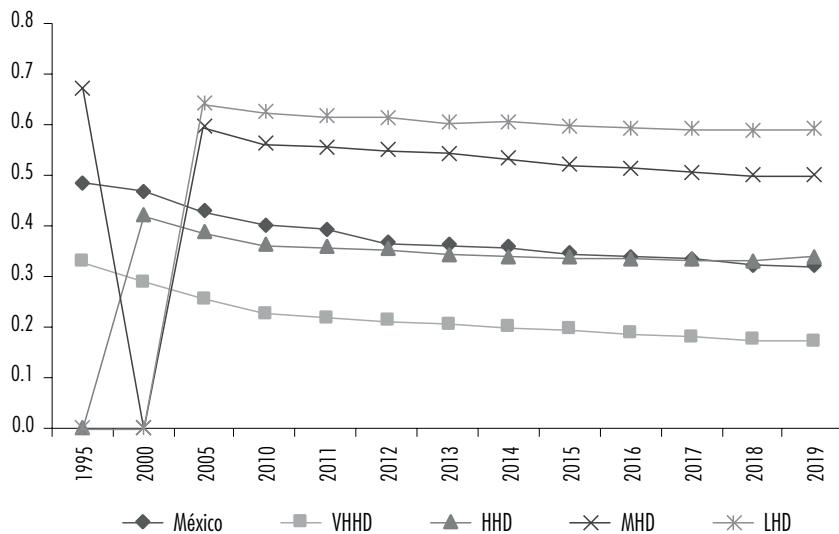
Este índice, basado en el género, muestra la desventaja en tres dimensiones: *i)* salud reproductiva, *ii)* empoderamiento y *iii)* mercado laboral. El índice oscila entre 0 y 1. Cuando está cerca de 1, las mujeres tienen una mayor desigualdad con respecto a los hombres. Por el contrario, cuando el índice está cerca de 0, ambos se acercan a condiciones de igualdad.

Conforme a las estimaciones del PNUD,⁴ el IDG en México pasó de 0.469 en el año 2000, al momento de la puesta en marcha de los ODM, a 0.322 en 2019, subsistiendo evidentemente la inequidad de género (véanse figuras 1a y 1b). Los ODS (2015) refrendan la necesidad de alcanzar la igualdad de género para contribuir a sociedades pacíficas, prósperas y sostenibles. Al compararse con otro grupo de países clasificados por su nivel de desarrollo, se observa que la tendencia ha sido converger con el IDG de los HHD. Sin embargo, aún subsiste una brecha de los LHD con respecto a VHHD (véase figura 1a); en los países de VHHD se encuentran los miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), que incluye a México, con mayor desigualdad que el promedio (véase figura 1b).

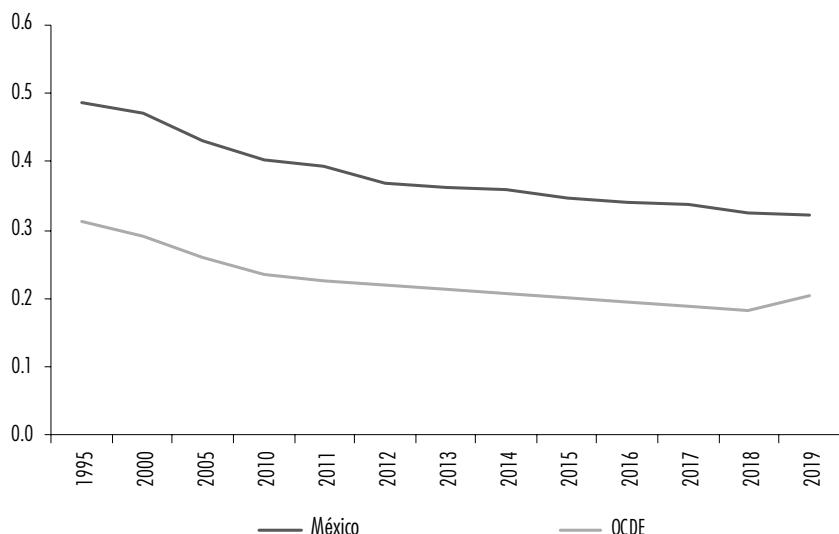
⁴ PNUD es el acrónimo en español de United Nations Development Programme (UNDP, por sus siglas en inglés).

Figura 1. Índice de Desigualdad de Género de México

a) Con respecto a grupo de países por nivel de desarrollo



b) con respecto país de la OCDE*



Nota: *cercano a 1 = mayor desigualdad; cercano a 0= menor desigualdad.

Fuente: UNDP 2020. Human Development Report, 2019. <http://hdr.undp.org/en/indicators/68606United>

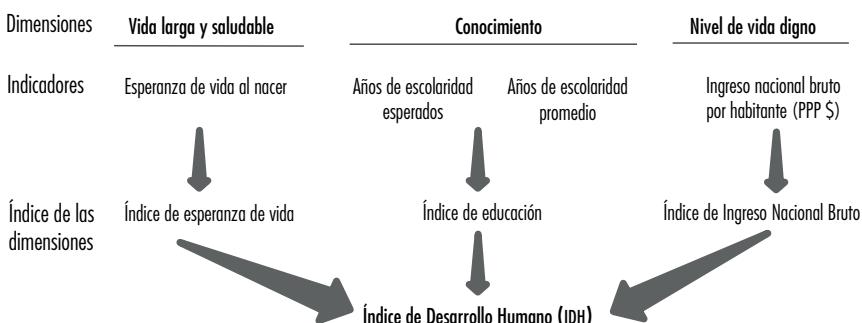
El IDG tiene trascendencia por el hecho de identificar la brecha de desarrollo humano entre mujeres y hombres. Por tanto, es útil para la construcción de políticas que disminuyan la brecha de género.

A su vez, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) se integra por tres dimensiones: *i)* vida larga y saludable; *ii)* conocimiento y *iii)* nivel de vida digno. La primera se integra por la expectativa de vida al nacer y el índice de expectativa de vida; la segunda integra expectativa de años de escolaridad y promedio de años de escolaridad, ambas dan lugar al índice de educación. Finalmente, la tercera, el ingreso nacional bruto per cápita a paridad de poder adquisitivo, que da lugar al Índice del Ingreso Nacional Bruto (véase figura 2).

En México la esperanza de vida al nacer de las mujeres es superior respecto a la de los hombres. En 1990 se estimó en 73.8 años para las mujeres y 68 años para los hombres. Este indicador se incrementó a 77 años para el sexo femenino, siete meses superiores que el sexo masculino en 2000. Diecinueve años después, la mejora fue marginal: 77.9 años para mujeres y 71.7 años para hombres. Al comparar el indicador de género de México con el promedio de los países miembros de la OCDE, se observa un diferencial significativo (77.9 años frente a 82.9 años). Es decir, la OCDE mejoró en promedio dos años y nueve meses la esperanza de vida al nacer para las mujeres (UNESCO, 2020), mientras que en México sólo nueve meses.

Con respecto a la dimensión educativa, dos indicadores permiten construir el índice de educación por género: *i)* años esperados de escolarización (AEE) y *ii)* años promedio de escolarización (APE). El primero sugiere el número de años de escolaridad esperados desde que se ingresa como escolar, si prevalecen los patrones de inscripción durante su vida. El segundo corresponde al nú-

Figura 2. Índice de Desarrollo Humano (IDH)



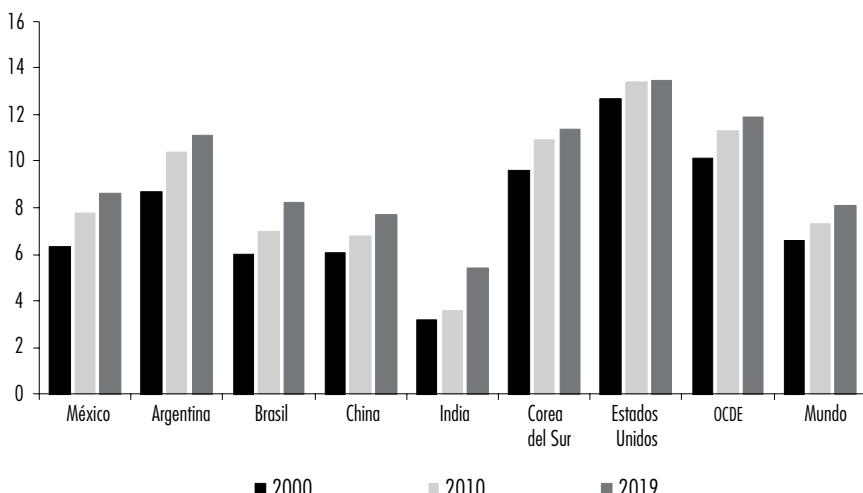
Fuente: UNDP 2020. Human Development Report, 2019. <http://hdr.undp.org/en/indicators/68606>

mero de años promedio de educación recibidos por la población hasta los 25 años o más, considerando los años consecutivos de cada nivel oficial. En todos los países se prevé que el AEE será mayor y tienden hacia la equidad de género.

Por diversas razones, niños, jóvenes o adultos de ambos sexos ven truncados sus estudios, en particular, en países donde se registra menor nivel desarrollo económico y social. Así, el APE da cuenta del nivel real de escolaridad que la población alcanzó. En consecuencia, de los diferenciales que guardan los países con relación a las habilidades, incluyendo las vocacionales y técnicas, indispensables para el empleo, los trabajos decentes y el espíritu emprendedor de la población.

México reporta un sustancial avance en el promedio de escolaridad de mujeres al pasar de 6.3 a 8.6 años entre el año 2000 y el 2019, muy próximo al de hombres (8.9) y lejano de los años esperados (15). Comparando el nivel promedio de escolaridad de los hombres con el de las mujeres en México, respecto al de otras naciones seleccionadas, se advierte, por un lado, que la desigualdad de género no se ha logrado superar –en India, Brasil y China las mujeres registran mayor rezago educativo–; por otro lado, una brecha relativa del APE con respecto a países de la OCDE (Argentina, Corea del Sur y Estados Unidos) evidencia que superan a México con más de 11 años de escolaridad en mujeres (véase figura 3).

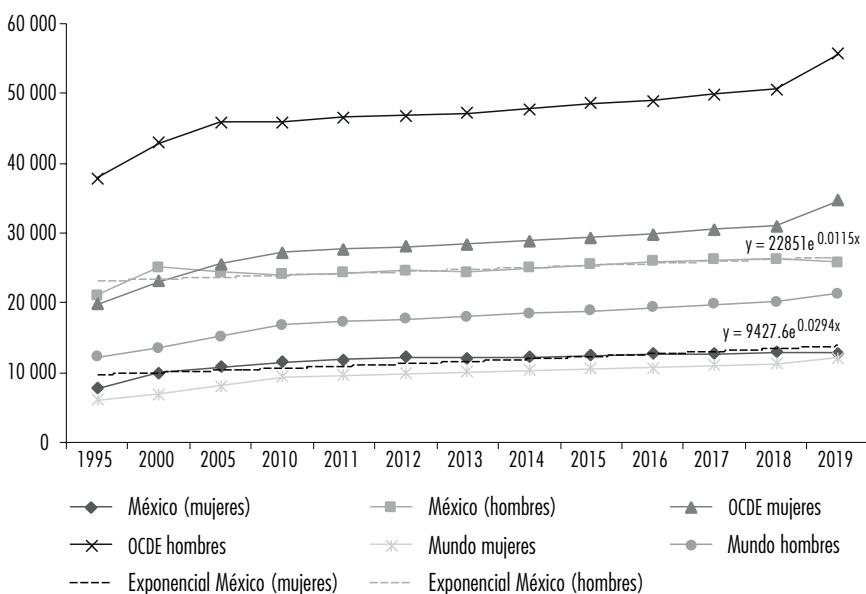
Figura 3. Años promedio de escolaridad de la población femenina de México frente a países seleccionados, 2000-2019



Fuente: UNDP 2020. Human Development Report, 2019. <http://hdr.undp.org/en/indicators/68606>

Por último, la dimensión de nivel de vida digno considera el ingreso nacional bruto per cápita por género. Este indicador muestra las enormes desigualdades del ingreso que existen entre países, así como dentro de una misma nación entre mujeres y hombres. El ingreso de las mexicanas se estimó en casi dos quintas partes de los ingresos de los hombres en el año 2000 y pasó a casi la mitad en 2019. Es importante señalar que los salarios de los varones registraron una magra tasa de crecimiento de 0.16% promedio anual en este periodo, frente a 1.29% de las mujeres. A su vez, los ingresos promedio de las mujeres en los países de la OCDE fue de 52.3% del correspondiente a los varones en el año 2000, y pasó a equivaler 62.1% en 2019. Es decir, una variación de 3.0% promedio anual, por encima del crecimiento registrado por el ingreso de los hombres de 2.6%. La dinámica de crecimiento de los salarios en el conjunto de las naciones del mundo también fue superior a México (3.65% mujeres y 3% hombres) (véanse figuras 4a y 4b).

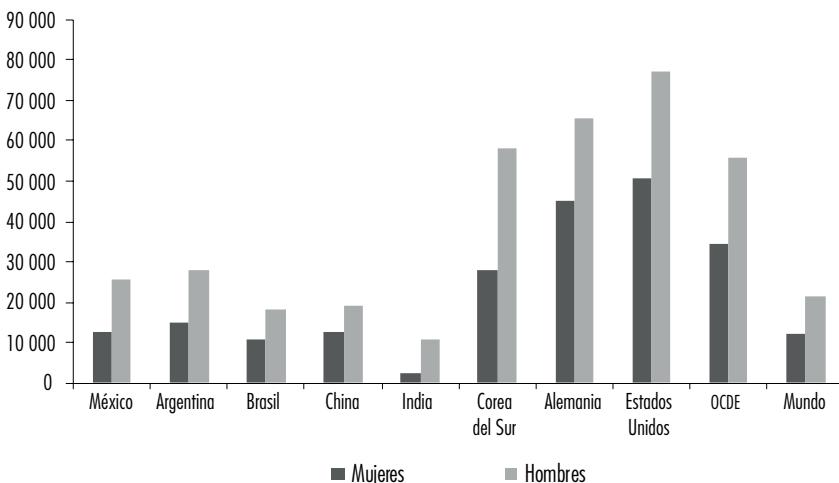
**Figura 4a. Evolución de la brecha de género del ingreso nacional bruto per cápita, 1995-2019
(Dls PPP de 2017)**



Continúa

Figura 4b. Diferencial de ingreso nacional bruto per cápita de género por países, 2019

(DIs PPP de 2017) (*continuación*)

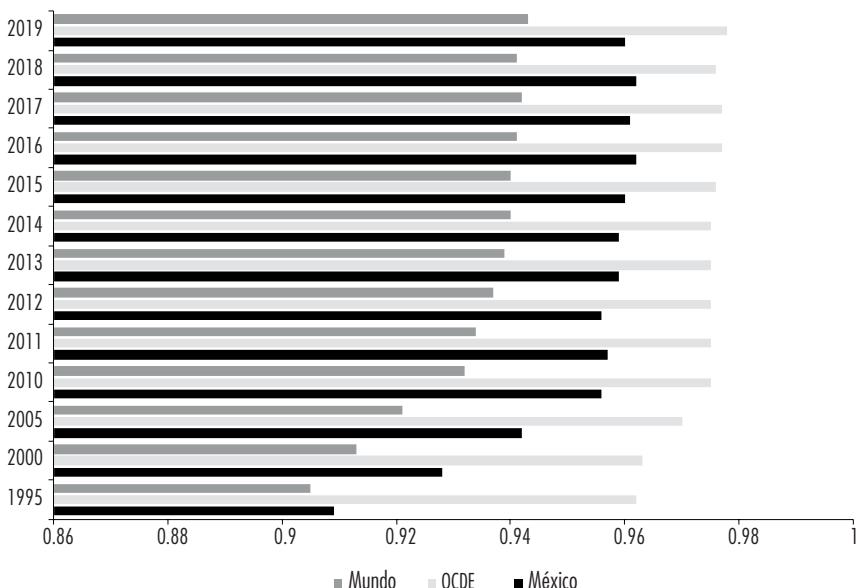


Fuente: UNDP 2020. Human Development Report, 2019. <http://hdr.undp.org/en/indicators/68606>

El IDG de México, que sólo incluye mujeres, es superior al del conjunto de las naciones del mundo (igualmente con género femenino). En la medida en que los países de LHD y MHD son numerosos y las desigualdades de género son mayores, el IDG mundial es menor. Sin embargo, México se encuentra por debajo del promedio de la OCDE. México pasó de tener un IDG de 0.928 a 0.960 del 2000 al 2019 (véase figura 5).

En suma, se aprecia que las desigualdades de género con respecto a la esperanza de vida, la escolaridad y el ingreso en México, si bien es cierto disminuyeron, no ocurrió a la velocidad de otros países miembros de la OCDE y países emergentes. A continuación, se analiza el acceso de las mujeres a los niveles superiores de educación y a las disciplinas científicas, que permitirá entender su incorporación al terreno de la innovación.

Figura 5. Índice de Desarrollo de Género: México frente a promedio OCDE y mundo



Fuente: UNDP 2020. Human Development Report, 2019. <http://hdr.undp.org/en/indicators/68606>

Especialización en el capital humano de género. ¿Hacia qué disciplinas científicas se orientan las mujeres en la educación superior?

Considerando las desigualdades de género en la economía del conocimiento expresadas en: *i)* la integración de las mujeres en la educación terciaria (licenciatura, maestría y doctorado) y *ii)* los campos científicos de ciencias y tecnologías en ingenierías y matemáticas (STEM) de graduación y probable participación en la investigación, con potencial contribución a nuevas ideas científicas y tecnológicas, se analizan los cambios a raíz de los compromisos adquiridos en el marco de los ODM y los ODS.

La brecha de género de graduados por campos científicos tiene diferentes dimensiones; es mayor en ingeniería, manufactura y ciencias de la construcción; así también para ingeniería tecnológica y matemáticas. El rezago de la inclusión del sexo femenino en estos campos científicos no registró avances en 2017. En contraste, se advirtió mayor porcentaje del sexo masculino en los posgrados de las ciencias de la información, comunicación, tecnologías, agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria (véase tabla 1).

Tabla 1. México: egresados de educación terciaria por programas de campos científicos, 2014-2017 (%)

<i>Años</i>	<i>Programas</i>	<i>Femenino</i>	<i>Masculino</i>
2014	Agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria	36.3	63.7
2017		36.8	63.2
2014	Ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas	31.2	68.8
2017		30.6	69.4
2014	Ingeniería, manufactura y construcción	27.9	72.1
2017		28.5	71.5
2014	Ciencias naturales, matemáticas y estadística	52.6	47.4
2017		51.1	48.9
2014	Salud y bienestar	66.3	33.7
2017		68.2	31.8
2014	Tecnología de la información y la comunicación	58.4	41.6
2017		58.0	42.0
2014	Artes y humanidades	58.4	41.6
2017		58.0	42.0
2014	Negocios, administración y derecho	56.2	43.8
2017		55.1	44.9
2014	Ciencias sociales, periodismo e información	68.9	31.1
2017		70.4	29.6
2014	Educación	66.3	33.7
2017		68.2	31.8
2014	Servicios	28.7	71.3
2017		50.0	50.0

Fuente: UNESCO, 2018.

Con respecto a la formación en la educación terciaria de las mujeres y su paulatina incorporación en disciplinas científicas –limitadas para ellas en el pasado–, resulta útil analizar su integración a las actividades de investigación. En un entorno de adecuada gobernanza del conocimiento, el esfuerzo conjunto que empresarios, instituciones públicas y privadas emprendan en la Investigación y Desarrollo (I+D) potenciará los senderos dinámicos de innovación al incluir al género femenino en estas actividades.

Más de dos quintas partes de mujeres forman parte de la comunidad de investigadores en nueve de once países de diferentes regiones y la media de la Unión Europea, con una mejora sustancial en su participación en el campo de las ciencias de la vida y de la salud, entre los periodos 1996-2000 y 2011-2015. Aunque en las ciencias físicas, aún subsiste una magra participación de las mujeres, conforme lo revela el estudio de Elsevier Research Intelligence (2017).⁵

Con respecto a México, la participación de las mujeres en el total de investigadores en el periodo 2011-2015 con respecto a 1996-2000 fue mejor (véase tabla 2). En general, se puede decir que el número de investigadores masculinos tuvo un mayor incremento (39 mil más), y fue menor en el del sexo femenino (26.3 mil), pasando de 8.1 a 34.4 mil investigadoras. Sin embargo, comparado con otros países, esta mejoría es marginal debido al raquíntico gasto en I+D con respecto al Producto Interno Bruto (PIB) (0.4% en promedio).⁶

Al identificar a investigadores por áreas científicas en México, entre 2011 y 2015, se observa una diversificación y mayor integración de mujeres en campos tradicionales de los varones (véase figura 6). El área de medicina concentra 22% de los investigadores. Otras áreas de importancia son ciencias agrícolas y biológicas y bioquímicas (11%), biología genética y biología molecular (11%) y en menor grado inmunología y microbiología (5%). En conjunto, en ingeniería química y química las mujeres alcanzan 8% de participación, los demás campos son porcentualmente marginales. La diversidad científica en la que se distribuyen las investigadoras resulta importante frente a las actuales tendencias de convergencia cognitiva de los campos científicos para estudiar la complejidad de los diversos fenómenos a los que se enfrenta la humanidad.

⁵ Los países estudiados son: Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Australia, Francia, Brasil, Japón, Dinamarca, Portugal, México, Chile y la media de 28 de la Unión Europea.

⁶ En México se erogó un gasto en defensa militar un 1% del PIB (INEGI, 2015).

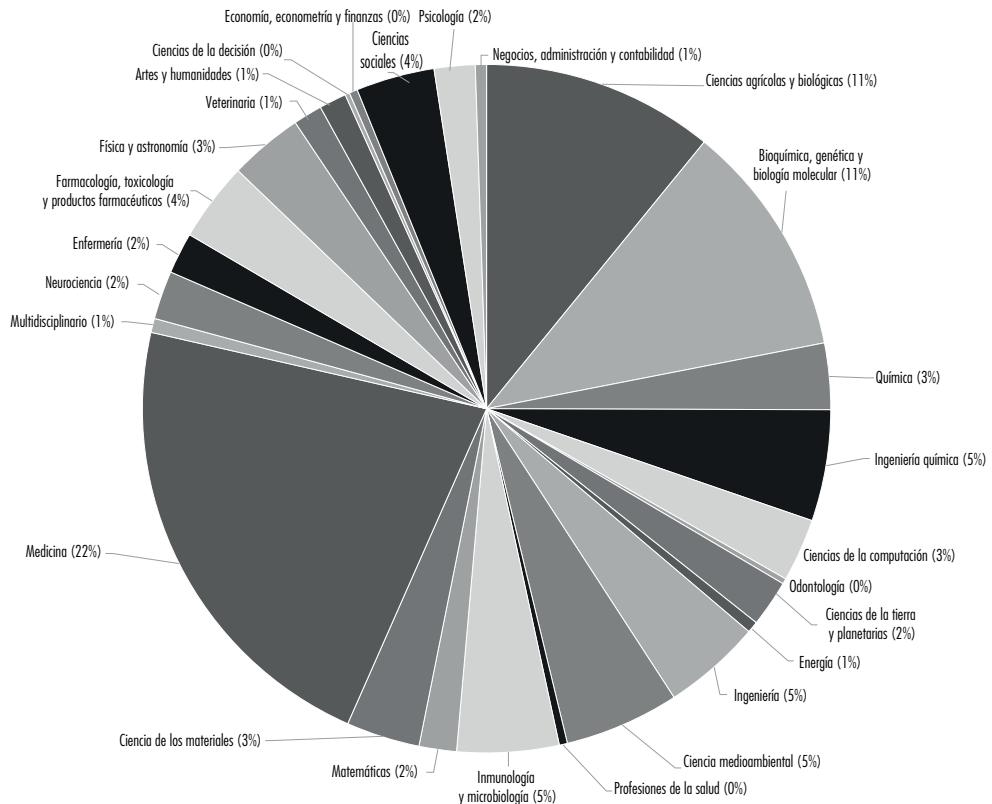
Tabla 2. Número de investigadores mexicanos por género y campo científico, 1996-2000 en comparación con 2011-2015 (Méjico)

Campo científico	Periodo	Mujer	Hombre
Ciencias agrícolas y biológicas	1996-2000	1 652	3 014
	2011-2015	8 578	13 067
Artes y humanidades	1996-2000	50	70
	2011-2015	1 010	1 406
Bioquímica, genética y biología molecular	1996-2000	1 877	2 287
	2011-2015	8 690	11 305
Negocios, administración y contabilidad	1996-2000	15	60
	2011-2015	413	869
Química	1996-2000	328	962
	2011-2015	2 451	4 454
Ingeniería química	1996-2000	821	1 497
	2011-2015	4 111	6 690
Ciencias de la computación	1996-2000	146	800
	2011-2015	2 333	7 833
Ciencias de la decisión	1996-2000	10	78
	2011-2015	168	557
Odontología	1996-2000	34	76
	2011-2015	199	272
Ciencias de la tierra y planetarias	1996-2000	4 468	8 763
	2011-2015	1 722	3 902
Economía, econometría y finanzas	1996-2000	36	119
	2011-2015	306	771
Energía	1996-2000	145	1 037
	2011-2015	423	2 453
Ingeniería	1996-2001	423	2 453
	2011-2015	3 638	11 806

<i>Campo científico</i>	<i>Periodo</i>	<i>Mujer</i>	<i>Hombre</i>
Ciencia medioambiental	1996-2000	819	1 495
	2011-2015	4 247	7 550
Profesiones de la salud	1996-2000	61	135
	2011-2015	301	453
Inmunología y microbiología	1996-2000	996	1 347
	2011-2015	3 766	4 552
Matemáticas	1996-2000	151	967
	2011-2015	1 384	5 614
Ciencia de los materiales	1996-2000	483	1,603
	2011-2015	2 723	6 745
Medicina	1996-2000	3 721	5 784
	2011-2015	17 282	21 205
Multidisciplinario	1996-2000	61	179
	2011-2015	520	1 039
Neurociencia	1996-2000	434	602
	2011-2015	1 790	1 376
Enfermería	1996-2000	60	82
	2011-2015	1 524	1 027
Farmacología, toxicología y productos farmacéuticos	1996-2000	828	1 037
	2011-2015	2 930	3 175
Física y astronomía	1996-2000	506	2 383
	2011-2015	2 727	8 259
Psicología	1996-2000	254	236
	2011-2015	1 512	1 424
Ciencias sociales	1996-2000	282	468
	2011-2015	2 904	4 077
Veterinaria	1996-2000	153	309
	2011-2015	1 072	2 178

Fuente: UNESCO, 2018.

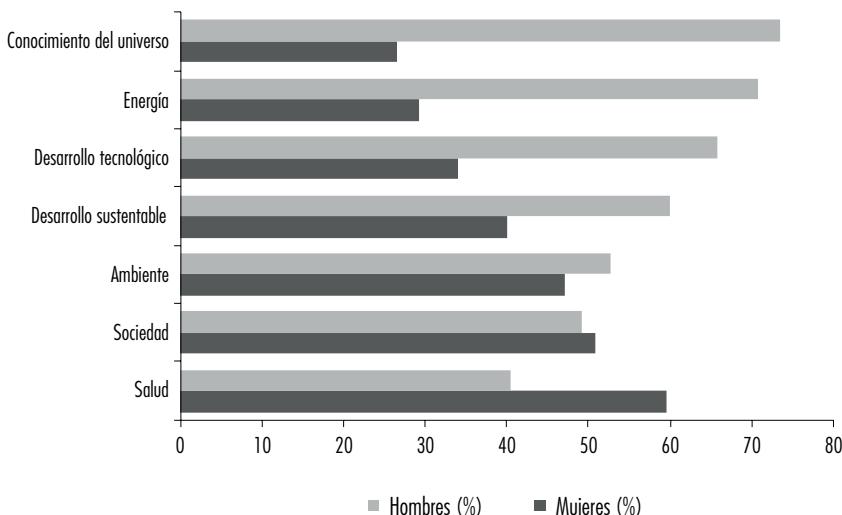
Figura 6. Distribución de investigadoras mexicanas en los diferentes campos científicos, 2017 (%)



Fuente: con base en la tabla 2.

Los diferenciales de la participación de las mujeres en las disciplinas científicas se aprecia en los proyectos de investigación financiados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Así, entre 2014 y 2017 fueron más evidentes en los proyectos relativos a conocimiento del universo, energía, desarrollo tecnológico y desarrollo sustentable. En cambio, en salud las mujeres registran un porcentaje sustantivo de participación mayor. En ambiente y sociedad hubo una tendencia paritaria.

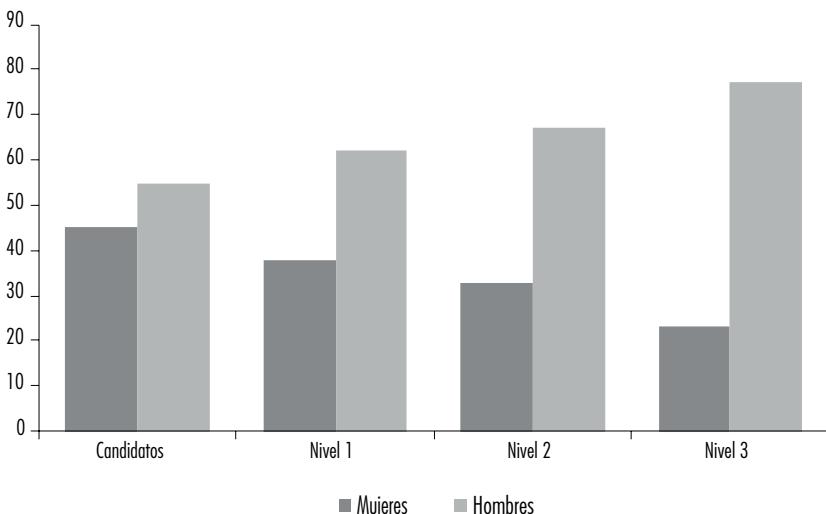
Figura 7. Participación de mujeres y hombres en proyectos de investigación científica, 2014-2017 (%)



Fuente: Instituto Nacional de las Mujeres (INMUJERES) (2018), con base en CONACYT.

Con base en las estadísticas del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del CONACYT (2020), se observan importantes brechas de género en los diferentes niveles, sobre todo en el 3, en el que 23% corresponde a investigadoras y 77% a investigadores. El avance en este nivel para las mujeres es todavía marginal con respecto a 2015 (21.2%), así como en todos los niveles. Las jóvenes generaciones ubicadas en el nivel de candidatura tienden a disminuir el diferencial (véase figura 8).

Figura 8. Participación de investigadoras e investigadores del padrón del SNI, CONACYT, 2020 (%)



Fuente: estadísticas básicas del CONACYT, 2020.

Estos hechos estilizados revelan los importantes desafíos en materia de política para que las desigualdades de género en México en la economía del conocimiento sean superadas. Por tanto, se destaca la importancia de estudiar qué factores contribuyen a que las mujeres desplieguen sus potenciales en materia de innovación.

4. FACTORES QUE INCIDEN EN LA PROPENSIÓN INVENTIVA DE LAS MUJERES

Esta sección aborda la evolución y naturaleza de la actividad inventiva de las mujeres y, posteriormente, se propone un modelo para probar la hipótesis acerca de los factores que inciden en la propensión inventiva de las mismas.

La fuente de datos proviene de 1 193 patentes concedidas por la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos⁷ a titulares mexicanos de 1980 a 2015. La elección de esta base de datos se justifica por el acceso a la información completa del documento de la patente y, por tanto, la elaboración de un mo-

⁷ United States Patent and Trademark Office's (USPTO, por sus siglas en inglés).

delo microeconómico. Del total de patentes, se seleccionaron aquellas que al menos contaban con una mujer inventora, contabilizando 218 patentes, equivalentes al 18.27% del total. La información seleccionada de cada patente permitió construir las variables que inciden en la propensión a innovar.

Evolución y naturaleza de la actividad inventiva patentada de mujeres mexicanas

La actividad inventiva femenina durante la década de los ochenta y la mayor parte de los noventa del siglo XX fue prácticamente inexistente o marginal. Es hasta el año 2007 en que el número de patentes inicia una tendencia a la alza, como resultado de equipos de investigación donde al menos participó una mujer. De 1980 a 2006 de las 542 patentes concedidas, sólo 42 incluyeron investigadoras. En cambio, de 2007 a 2015, en 176 de las 651 patentes se registró la actividad inventiva de 108 mujeres (véase figura 9).

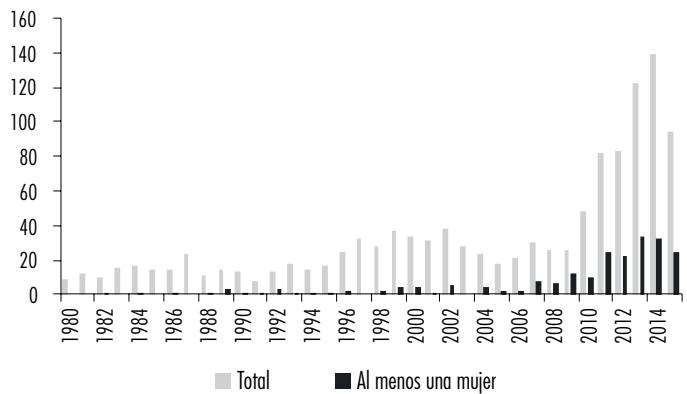
No obstante, la creciente participación femenina en el desarrollo de nuevos productos o procesos, la inequidad de género en México persiste en las actividades de innovación.

De las 108 mujeres que contribuyeron a novedades tecnológicas de titularidad mexicana, y cuyas patentes fueron otorgadas por la USPTO, se caracterizaron por ser inventoras en tres o más patentes. En especial, la estadounidense Mary Therese Jernigan, quien registró una actividad inventiva en ocho patentes del grupo Petromex S. A. de C.V. de San Pedro García, Nuevo León; y que podría ser considerada inventora prolífica en la categoría de química. Otras tres inventoras se reconocen en seis patentes, en las áreas de medicinas y otros productos médicos, química y otros (agricultura, alimentos, instrumentos de diversión, vestidos y textiles, muebles de casa). La presencia de investigadoras extranjeras se identifica con el liderazgo innovador.

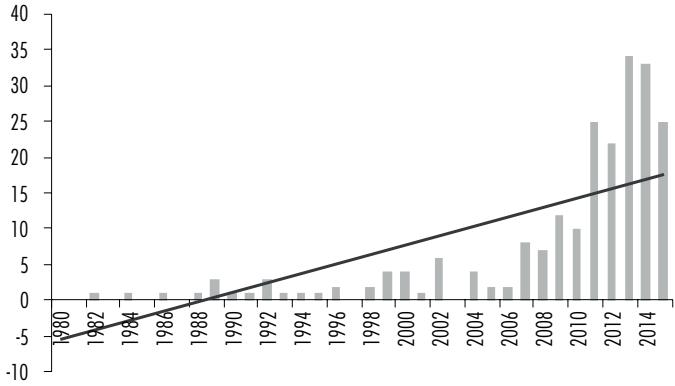
La titularidad de las patentes con presencia de mujeres inventoras corresponde en un 44% a empresas, 54% a institutos-universidades, 2% a individuos y la cotitularidad es marginal. Entre las empresas con mayor número de patentes y participación femenina se clasifican en la categoría de otros que corresponden a alimentos como: *Sabritas*, *Tequila Don Julio*; además, en mecánica y química destacan: grupo *Petromex*, *Hylsa*, y *Dynasol Elastómeros*. Instituciones y universidades con tales características en esos sectores son el Instituto Mexicano del Petróleo, la UNAM, la UAM y CINVESTAV (véase tabla 4).

Figura 9. México: total de patentes concedidas y al menos con una mujer inventora, 1980-2015

a) Total con al menos una mujer inventora



b) Al menos una mujer inventora



Fuente: USPTO DATA BASE, 1980-2015.

Tabla 3. Mujeres inventoras con mayor participación en patentes concedidas a México por USPTO, 1982-2015

<i>Mujeres inventoras</i>	<i>Número de patentes</i>	<i>Categoría de la clasificación</i>
Jernigan; Mary Therese	8	Química
Colin; Maria Alejandra Noble	6	Otros
Morrow; Ardythe L.	6	Medicinas y prods. médicos
Vazquez Gastell; Alma Rosa	6	Química; otros
Hariford; Jennifer	5	Otros
Torres Sanchez; Fabiola Maria Teresa	5	Otros
Noble Colin; Maria Alejandra	4	Otros
Azuara; Lena R.	3	Química
De Lourdes Garcia Aleman; Maria	3	Otros; medicinas y prods. médicos
Garcia; Carolina Gonzalez	3	Otros

Fuente: USPTO DATA BASE, 1980-2015.

Tabla 4. Empresas, institutos y universidades con mayor número de patentes, con al menos una inventora mujer, 1982-2015

<i>Empresas</i>	<i>Número de patentes</i>
Sabritas. S. de R.L. de C.V.	28
Grupo Petrotex. S.A. de C.V.	16
Mexichem Amanco S.A. de C.V.	7
Hylsa, S.A. de C.V.	6
Dynasol Elastomeros, S.A. de C.V.	5
Tequila Don Julio S.A. de C.V.	5

<i>Institutos/ Universidades</i>	<i>Número de patentes</i>
Instituto Mexicano del Petróleo	30
Universidad Nacional Autónoma de México	17
Universidad Autónoma Metropolitana	7
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional	4

Fuente: USPTO DATA BASE, 1980-2015.

Acerca del tamaño de equipos de investigación, se identifica 72% entre dos a cinco inventores/inventoras; a su vez, 11% sólo por una inventora y 17% promedio por más de seis investigadores/investigadoras. En promedio están compuestos de 3.9 investigadores, incluyendo al menos una mujer. En las categorías tecnológicas de eléctrico y electrónico, computación y comunicación y, mecánica, los equipos varían de uno a tres integrantes; en otros el promedio es de cuatro y en química de cinco. Por tanto, el tamaño de los equipos es más bien pequeño, si se compara con países industrializados o algunos emergentes (véase tabla 5).

Otro aspecto que caracteriza a estos equipos de investigación es la presencia de inventores de nacionalidad extranjera en el conjunto de patentes con un 7.5% y el restante 92.5% los inventores son nacionales.⁸

La estimación de participación femenina (número de inventoras/total de inventores), muestra que cerca de dos tercios de las patentes registran entre 10 y 40% la inclusión de género; casi una quinta parte entre 50 y 75% y sólo 13% tiene presencia de mujeres.

En patentes clasificadas en la categoría eléctrico y electrónico se registra una presencia femenina del 100% en equipos de inventores –se trata de patentes individuales–; en computación y comunicación, tres cuartas partes son mujeres; en las demás clases agrupadas en categoría, la participación de investigadoras es mayor que la de investigadores. En química sí hay equidad de género.

Con respecto al número de citas hacia atrás (*BwPatCit*),⁹ el mayor porcentaje se concentra en química (51%), seguido por otros (38%). A su vez, el promedio de citas hacia adelante (*FwPatCit*),¹⁰ como aproximación al valor de la patente, es mucho menor con sólo 2.7% por patente y, destaca entre los tres primeros: otros, química y medicina y productos médicos. Por último, se observa que el mayor porcentaje de participación de las mujeres en el campo tecnológico y las reivindicaciones¹¹ de las patentes ocurre en medicina y productos médicos, química y otros.

⁸ Esta información se incluyó en el modelo econométrico como una aproximación a la variable movilidad internacional.

⁹ Las citas hacia atrás son aquellas que hacen las patentes a patentes previas. Esta información es de gran utilidad porque permite identificar las fuentes de conocimiento tecnológico codificado utilizadas para el desarrollo de novedades de procesos y productos patentados.

¹⁰ Las citas hacia adelante corresponden a las citas recibidas por patentes posteriores. Entre mayor número de patentes hacia adelante acumule la patente, se vincula al valor o importancia de la innovación.

¹¹ Las reivindicaciones (*claims*, en inglés) señalan el número de novedades contenidas en una patente. Por tal razón, en la literatura se identifica esta variable como el alcance de la innovación.

Tabla 5. Variables de la naturaleza de la innovación por categoría tecnológica (México)

<i>Categoría tecnológica de la patente</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Química	16	26
Computación y comunicación	2	3
Medicinas y productos médicos	19	31
Eléctrico y electrónico	2	3
Mecánico	1	2
Otros	21	34
Total	61	100

<i>Stock de conocimientos</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Química	1 449	51
Computación y comunicación	17	1
Medicinas y productos médicos	226	8
Eléctrico y electrónico	66	2
Mecánico	7	0
Otros	1 100	38
Total	2 865	100

<i>Valor de la patente</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Química	90	34
Computación y comunicación	0	0
Medicinas y productos médicos	49	18
Eléctrico y electrónico	2	1
Mecánico	0	0
Otros	126	47
Total	267	100

<i>Reivindicaciones de la patente</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Química	462	38
Computación y comunicación	34	3
Medicinas y productos médicos	344	28

Continúa

Tabla 5. Variables de la naturaleza de la innovación por categoría tecnológica (México) (continuación)

<i>Reivindicaciones de la patente</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Eléctrico y electrónico	20	2
Mecánico	0	0
Otros	349	29
Total	1 209	100
<i>Titular de la patente</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Individuo	1	2
Institución	33	54
Firma	27	44
Total	61	100
<i>Movilidad internacional de los inventores</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
0	57	93
1 o más	4	7
Total	61	100
<i>Tamaño de equipo de inventores</i>	<i>Promedio</i>	
Química	5	
Computación y comunicación	2	
Medicinas y productos médicos	5	
Eléctrico y electrónico	1	
Mecánico	3	
Otros	4	
Total	3	
<i>% mujeres en patentes</i>	<i>Promedio</i>	
Química	50	
Computación y comunicación	75	
Medicinas y productos médicos	67	

<i>% mujeres en patentes</i>	<i>Promedio</i>
Eléctrico y electrónico	100
Mecánico	66
Otros	60
Total	70
<i>Propensión de mujeres a ser inventoras</i>	<i>Promedio</i>
Química	0.19
Computación y comunicación	0.08
Medicinas y productos médicos	0.22
Eléctrico y electrónico	0.08
Mecánico	0.16
Otros	0.14
Total	0.15

Fuente: USPTO DATA BASE, 1980-2015.

Especificación del modelo econométrico

La propensión de las mujeres a ser inventoras (*WmPropInv*) se refiere al número de mujeres inventoras en la patente con relación al número de patentes con al menos una mujer en el total concedidas por USPTO. En este estudio sólo se abordará el caso de titulares mexicanos.

Con la intención de probar la hipótesis de que la *WmPropInv* está asociada a variables que caracterizan a la innovación, se propone el siguiente modelo de econométrico. Este se especifica en la siguiente ecuación:

$$WmPropInv_i = \hat{A}, SizeRT, AssigPat, TechField, TechInnScope, MobInv, ValuePat$$

Donde:

$$WmPropInv_i = \text{Propensión de las mujeres a ser inventoras.}$$

Es decir, número de mujeres inventoras en la patente / número de patentes con al menos una mujer en el total concedidas por USPTO a titulares mexicanos.

Donde:

i = para cada inventora.

\dot{A} = Stock de conocimientos tecnológicos previos. Se utiliza el número de citas de patente hacia atrás – $BwPCit$ – como variable proxy.

$SizeRT$ = Tamaño del equipo de los inventores.

$AssigPat$ = Titular de la patente

Donde: 1 = Firma; 2 = Institución; 3 = Individual; 4 = Co-patentes entre firmas; 5 = Co-patentes firma-institución.

$TechField$ = Categoría tecnológica de la patente

Donde: 1 = Químico; 2 = Computadoras y comunicación; 3 = Medicamentos y productos médicos; 4 = Eléctrico y electrónico; 5 = Mecánico y 6 = Otros.

$TechInnScope$ = Alcance de la invención de cada patente; se utiliza el número de reivindicaciones como variable proxy.

$MobInv$ = Movilidad internacional de inventores; es decir, presencia inventores extranjeros como variable dummy.

Donde, 0 = inventores de la misma nacionalidad; 1 = inventores extranjeros.

$ValuePat$ = Valor de la patente; se utiliza el número de citas de patente hacia delante – $FwPatCit$ – como variable proxy.

Análisis de los resultados

Los resultados muestran que las hipótesis se verifican parcialmente. Las variables estadísticamente significativas son: \dot{A} , $SizeRT$, $AssigPat$, $TechField$ y $MobInv$. En cambio, no resultó significativa $ValuePat$ y no se incluyó la variable $TechInnScope$ para evitar problemas de multicolinealidad.

Las estimaciones del modelo que se presentan en tabla 6 fueron satisfactorias con una R^2 relativamente alta (0.67), y con coeficientes que en conjunto son estadísticamente significativos (prueba F $pvalue = 0.00$). Se evitó la posible heteroscedasticidad al estimar con el método de errores robustos. Las pruebas de diagnóstico también fueron satisfactorias con relación a la multicolinealidad ($VIF = 6.73$), correcta especificación (prueba Reset $pvalue = 0.0002$) y normalidad de los errores (prueba Shapiro-Wilk $pvalue = 0.00136$).

El stock de conocimientos tecnológicos previo resultó estadísticamente significativo con una elasticidad de 0.012. Esto implica que, si el número de citas hacia atrás aumenta 10%, la propensión a innovar de las mujeres se

incrementa en 0.12%. Siguiendo la tradición de Griliches (1990), diversos autores se han valido de la cita de patente hacia atrás –*BwPatCit*– para estudiar los flujos de conocimiento. En esta investigación, se consideró como el *stock* de conocimientos tecnológicos previos (\hat{A}) con el que los inventores cuentan para desarrollar una novedad.¹² El hecho de que \hat{A} impacte positivamente a la propensión a innovar deja la lección en torno a las externalidades del conocimiento tecnológico. En este sentido, la divulgación de las patentes debe ser aprovechada con crecientes esfuerzos de I+D. Es decir, profundizar la frontera del conocimiento de las patentes en el campo científico que se requiera, incorporar más investigadoras, invertir en laboratorios de investigación totalmente equipados que contribuiría a la propensión de mujeres a devenir inventoras. Alcanzar al menos 1% del PIB en gasto en I+D es un reto aún no logrado.

El coeficiente asociado al tamaño de los equipos de investigación es positivo. Conforme a la estimación de la elasticidad, cuando el equipo de investigación creció en 10%, la propensión a investigar aumentó 4.9%. Según Bianco y Venezia (2019), un equipo integrado por más investigadores aportará mayores y diversos conocimientos, que darán mejores frutos en el terreno de la innovación. Así, resulta relevante que los equipos de investigación sean mayores, permitiendo la colaboración de género.

La titularidad de las instituciones y de las empresas en las patentes tiene una influencia positiva en la propensión a innovar (.02 y .08%, respectivamente). Asimismo, los vínculos entre empresas e instituciones son clave para entender la participación de las mujeres en la investigación científica y, eventualmente, el descubrimiento de nuevos productos y procesos que podrían llegar a la esfera productiva. De acuerdo a Murray (2004), se reivindica la red local del laboratorio académico establecida por el inventor a lo largo de su vida, integrada por estudiantes y asesores, como antecedente potencial de las empresas. Aunque Martínez *et al.* (2016), en su estudio sobre mujeres inventoras de 182 países con patentes registradas como PCT (Tratado de Cooperación en Materia de Patentes),¹³ no analizan los efectos causales de la titu-

¹² No obstante que en ocasiones no son los mismos inventores quienes acrediten la cita, sino las oficinas de propiedad intelectual, los examinadores lo hacen. En ocasiones, los inventores tienen conocimiento de los progresos que realizan otros agentes nacionales e internacionales mediante congresos o interacciones con colegas del ámbito de su especialidad científica y tecnológica, pero no cuenta con la información precisa de la patente.

¹³ Conforme al PCT de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (World Intellectual Property Organization, WIPO, por sus siglas en inglés) al presentar una solicitud internacional de patente, los solicitantes tienen la posibilidad de proteger su invención a nivel mundial en numerosos países.

laridad sobre la propensión a innovar. Sólo identifican que 48%, en promedio, corresponde al género femenino participando en el sector académico, y una menor presencia en el sector de negocios (28%), coincidiendo con estudios previos (Whittington y Smith-Doerr, 2008). China, Brasil y España cuentan con mayores porcentajes de solicitudes de patentes PCT con mujeres inventoras en el sector académico (alrededor de dos tercios). En particular, México tiene una participación de 69% en el sector académico y 26% en empresas (Martínez *et al.*, 2016). El país cuenta con pocos empresarios emprendedores y la dependencia tecnológica domina en todos los sectores, a diferencia de los países industrializados y otros emergentes como son India y Brasil.

La participación de las mujeres inventoras en diferentes categorías tecnológicas de la patente ha sido examinada en diversos trabajos, y evidencia diversidad entre países (Martínez *et al.*, 2016); el campo de la mecánica resultó estadísticamente significativo en la propensión femenina a innovar; sin embargo, no sucede en medicinas y equipo médico. En contraste, otros estudios corroboran el avance de las mujeres en ciencias de la vida, en los ámbitos de innovación y comercialización del sector, tal es el caso de México (Guzmán y Orozco, 2011) y de otros países emergentes como Brasil (Maldonado y Guzmán, 2015) e industrializados (Cook y Kongcharoen, 2010).

Son escasas las investigaciones que analizan las características de los factores de la innovación que afectan la propensión de las mujeres a ser inventoras, mucho menos utilizando un modelo a nivel microeconómico teniendo en cuenta a cada inventora. Hunt *et al.* (2012), por ejemplo, encuentran que para cerrar las brechas de patentamiento de género es indispensable remontar la participación de mujeres en física e ingeniería. Esto podría incrementar el PIB 2.7%, si se considera que las patentes constituyen una variable explicativa en el crecimiento económico de largo plazo entre países (Guzmán *et al.*, 2018).

La influencia favorable de la movilidad de investigadores en la innovación destaca en la literatura económica. El coeficiente asociado a la presencia de investigadores extranjeros en el equipo de la patente, como una variable *proxy* de la movilidad internacional, es estadísticamente positivo. Al incrementar 10% la participación de extranjeros la propensión a innovar de las mujeres aumenta 0.05%. Así, se refuerza el hallazgo de Bianco y Venezia (2019) al señalar que al ampliar la presencia de inventores extranjeros, también ocurre un mayor número de reivindicaciones por patente y el valor tecnológico. En efecto, la mayor experiencia laboral de los inventores parece incidir en la capacidad de generar productos novedosos de mayor reconocimiento. Además, estas autoras constatan la consistencia con las contribuciones de autores previos, quienes subrayan que la apertura y la experiencia influyen positivamente en las capacidades de innovación de los equipos.

Tabla 6. México: factores que inciden en la propensión de las mujeres a ser inventoras

<i>Propensión a innovar de las mujeres inventora</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>Elasticidad</i>
À	0.00004**	0.012
SizeRT	0.020***	0.49
AssigPat		
Institución	0.020***	0.002
Firma	0.081***	0.008
Individual		
TechField		
Computación y comunicación	-0.004	
Medicinas y productos médicos	-0.007	
Eléctrico y electrónico	-0.035	
Mecánico	0.039**	0.07
Otros	-0.031	
MobInv	0.140***	0.05
ValuePat	-0.00039	
constante	0.046	
	0.236	
N	61	
R ²	0.67	
F	6.89	

Notas: p < 0.01 ***; p < 0.05 **; p < 0.010 *.

Fuente: estimaciones propias.

Por último, no se corroboró la influencia del valor de la patente y el alcance de la invención de cada patente en la propensión a innovar de las mujeres. Al ser México un país marginalmente innovador y con escasas patentes, tanto en el ámbito nacional como internacional, la no significancia de *ValuePat* parece asociarse a ese hecho. Es decir, las citas recibidas por las patentes mexicanas no son relevantes; tampoco cada patente cuenta con muchas reivindicaciones, especialmente cuando las innovaciones son incrementales. La otra cara de la

moneda del reducido porcentaje de la I+D pública y privada con respecto al PIB, es la frágil capacidad de innovación de empresas e instituciones que conlleva a la necesidad de acrecentar el número de mujeres en los equipos de investigación de diversas instituciones e incluso de empresas.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

A más de 20 años del planteamiento de los ODM y cinco años de los ODS, se tienen avances sustantivos con relación a las desigualdades de género y, particularmente, al acceso de las mujeres a la educación, la ciencia y la tecnología; resta aún mucho por hacer en países menos desarrollados. Las políticas fomentadas por la UNESCO, entre otras instituciones internacionales, en colaboración con diversas naciones parece tener frutos crecientes en el número de mujeres graduadas en los diferentes niveles de educación terciaria, orientadas a ciencias médicas y de la salud, aunque en menor grado en disciplinas de ciencia, ingeniería y tecnología. En tal contexto, México avanza en disminuir las disparidades de género en la educación, con diferencias en la especialización. Sin embargo, aún quedan desafíos en la agenda de la equidad de género en la economía del conocimiento.

Los hallazgos de esta investigación permitieron confirmar la creciente propensión de las mujeres mexicanas a devenir inventoras. Así también, corroborar que Δ , *SizeRT*, *AssigPat*, *TechField* y *MobInv* son factores que caracterizan la actividad innovadora e influyen positivamente en tal propensión. Con base en las elasticidades de cada variable significativa, se sugieren propuestas de políticas para fomentar la inclusión de las mujeres en actividades innovadoras.

En primera instancia, aumentar el tamaño de los equipos de investigación, asociado a incorporar mujeres, es crucial. Lo anterior presupone incrementar el gasto en I+D que, a su vez, fomentaría la investigación del stock de conocimientos tecnológicos previamente codificado en patentes. Asimismo, se recomienda incentivar la participación femenina en instituciones y en empresas, con visos a incrementar la propensión de ellas a ser inventoras. Al destacar las patentes de México en mecánica, se sugiere integrar mujeres, disminuyendo las desigualdades de género y, desplegar sus habilidades creadoras, potenciando el desarrollo e innovación de este sector. Si bien es cierto que existe participación de las mujeres en proyectos de investigación sobre salud de CONACYT, la incurción de las mujeres en otros campos con mayor intensidad de conocimiento como medicamentos y sus productos; tecnologías de información y comunicación, y eléctrico y electrónico debería reforzarse. A mayor involucramien-

to de las investigadoras en proyectos de ciencia y tecnología se alcanzará un porcentaje paritario en los distintos niveles del SNI. Finalmente, la presencia de investigadores extranjeros en los equipos de inventores favorecería el acrecentamiento de la propensión femenina a ser inventoras.

En la actualidad México requiere del potencial creativo de las mujeres conjuntamente al de varones para desarrollar nuevos productos y procesos tecnológicos necesarios en industrias, instituciones y la sociedad misma, superando la equidad de género en economía del conocimiento, la sustentabilidad y el bienestar social.

BIBLIOGRAFÍA

- Ashcraft, C. y Breitzman, A. (2007). Who invents IT? An analysis of women's participation in information technology patenting. *National Center for Women & Information Technology*. http://www.ncwit.org/sites/default/files/legacy/pdf/PatentReport_wAppendix.pdf
- Bianco, F. y Venezia, M. (2019). Features of R&D teams and innovation performances of sustainable firms: evidence from the “sustainable pioneers” in the IT hardware industry. *Sustainable*, 11(4254). <https://doi.org/10.3390/su11174524>
- Bishu, S. y Alkadry, M. G. (2017). A systematic review of the gender pay gap and factors that predict it. *Administration & Society*, 49(1). <https://doi.org/10.1177/0095399716636928>
- Blashfield, J. F. (1996). *Women inventors*. Capstone Press.
- Braun, S. (2007). *Incredible women inventors*. Second Story Press.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) (2020). Estadísticas Básicas del CONACYT.
- Cook, L. D. y Kongcharoen, C. (2010). The Idea Gap in Pink and Black. *NBER Working Paper No. 16331*. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w16331/w16331.pdf
- Cuberes, D. y Teignier, M. (2014). Gender inequality and economic growth: A critical review. *Journal of International Development*. 26(2). <https://doi.org/10.1002/jid.2983>
- Currie, S. (2001). *Women inventors*. Lucent Books. San Diego, California.
- Ejermo, O. y Jung, T. (2014). Demographic patterns and trends in patenting: Gender, age, and education of inventors. *Technological Forecasting and Social Change*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.08.023>

- Elsevier Research Intelligence (2017). Gender in the global research landscape. Analysis of research performance through a gender lens across twenty years. Elsevier. elsevier.com/research-intelligence
- European Commission (2008). Evaluation on policy: promotion of women innovators and entrepreneurship (DG Enterprise and industry European Commission, Issue. Report (EU and other). <http://bookshop.europa.eu/en/evaluation-on-policy-pbNB0114152/>
- Eynde, Á. (1994). Género y ciencia, ¿términos contradictorios? Un análisis sobre la contribución de las mujeres al desarrollo científico. *Revista Iberoamericana de Educación*, 6. <https://doi.org/10.35362/rie601208>
- Frietsch, R., Haller, I., Funken-Vrohlings, M. y Grupp, H. (2009). Gender-specific patterns in patenting and Publishing. *Research Policy*, 38. [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048-7333\(09\)00024-9](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048-7333(09)00024-9)
- Griliches, Z. (1990). Patent statics as economic indicators: A survey. *Journal of Economic Literature*, 28(4). <https://www.jstor.org/stable/2727442>
- Guil, B. A. (2016). Género y construcción científica del conocimiento. *Revista Histórica de Educación Latinoamericana*, 18(27). <https://doi.org/10.19053/01227238.5532>.
- Guzmán, A. y Orozco, M. R. (2011). Dinámica y naturaleza de la actividad inventiva de las mujeres en México, 1980-2010. Un estudio de patentes. En I. Perrotini (eds.). *Crecimiento y Desarrollo Económico* (pp. 127-153). Benemérita Universidad de Puebla.
- _____, Gómez V., H. y López-Herrera, F. (2018). Patentes y crecimiento económico en México durante el Tratado de Libre Comercio de América del Norte. *Economía teoría y práctica, Nueva Época*, número especial 4. <https://doi.org/10.24275/ETYPUAM/NE/E042018/>
- Hunt, J., Jean-Philippe, G., Hannah, H. y Munroe, D. J. (2012). Why don't women patent. *NBER*. <http://www.nber.org/papers/w17888>
- Huyer, S. (2015). Is the gender gap narrowing in science and engineering? En UNESCO (ed.). *Science Report Towards 2030* (pp. 84-104). UNESCO.
- Instituto Nacional de las Mujeres (INMUJERES) (Feb. 2018). *Boletín*, 4(2). http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/BoletinN2_2018.pdf
- Jayachandran, S. (2015). The roots of gender inequality in developing countries. *Annual Review of Economics*, 7. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080614-115404>
- Kahler, A. (2011). Examining exclusion in woman inventor patenting. A comparison of educational trend and patent data in the era of computer engineer barbie. *Social Policy and the Law*, 19(3). <https://digitalcommons.wcl.american.edu>

- Karnes, F. A. y Bean, S. M. (1995). *Girls & young women inventing: twenty true stories about inventors plus how you can be one yourself*. Free Spirit Pub.
- Khan, Z. (2015). Invisible women: entrepreneurship, innovation and family firms in France during early industrialization. Research Working paper series, Issue. National Bureau of Economic.
- Korpi, W., Ferrarini, T. y Englund, S. (2013). Women's opportunities under different family policy constellations: gender, class, and inequality trade-offs in western countries re-examined. *Social Politics*, 20(1). <https://doi.org/10.1093/sp/jxs028>
- Livanos, I. y Nunez, I. (2010). The effect of higher education on gender wage-gap. Munich personal RePEc archive. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/25487/>
- Maldonado, K. y Guzmán, A. (2015). La actividad inventiva de las mujeres en Brasil, 1997-2013. *Economía: Teoría y Práctica, Especial 3*. <https://doi.org/10.24275/ETYPUAM/NE/E032015/Maldonado>.
- Martínez, G. L., Raffo, J. y Saito, K. (2016). Identifying the gender of PCT inventors. Economic Research Working Paper, Issue. World Intellectual Property Organization -WIPO.
- Milli, J., Barbara Gault, E., Williams-Baron, J. X. y Berlan, L. (2016). The gender patenting gap. Briefing paper, Issue. Institute for Women's Policy Research. https://iwpr.org/wp-content/uploads/2016/07/C441_Gender-Patenting-Gap_BP-1.pdf
- Morales, R. M. y Sifontes, D. (2014). La actividad innovadora por género en América Latina: un estudio de patentes. *Revista Brasileira de Inocacao*, 13(1). <https://doi.org/10.20396/rbi.v13i1.8649075>
- Murray, F. (2004). The role of academic inventors in entrepreneurial firms: sharing the laboratory life. *Research Policy*, 4(4). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.013>
- Organización de las Naciones Unidas (2015). Agenda 2030 sobre el desarrollo sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2016). Measuring gender equality in science and engineering: The SAGA science, technology and innovation gender objectives list (STI goal). Working Paper, Issue. UNESCO.
- _____ (2018). Telling SAGA: Improving measurement and policies for gender equality in science, technology and innovation. STEM and Gender Advancement (SAGA). UNESCO. *United States Patent and Trademark Office, Advanced Research, 1980-2015. uspto.gov/patents/search*

- Schiebinger, L. (1991). *The mind has no sex. Women in the Origins of Modern Science*. Harvard University Press.
- Sifontes, D. y Morales, R. (2020). Gender differences and patenting in Latin America: understanding female participation in commercial science. *Scientometrics*, 124(3) <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03567-6>
- Treas, J. y Tai, T. (2016). Gender inequality in housework across 20 European nations: Lessons from gender stratification theories. *Sex Roles*, 74. <https://doi.org/10.1007/s11199-015-0575-9>
- United Nations Development Programme (UNDP) (2020). Human Development Reports 2019. <http://hdr.undp.org/en/indicators/68606>
- United States Patent and Trademark Office (USPTO) (1980-2015), Data Base. <https://www.uspto.gov>
- Whittington, K. B. y Smith-Doerr, L. (2008). Women inventors in context: Disparities in patenting across academia and industry. *Gender and Society*, 22(2). <https://doi.org/10.1177/0891243207313928>
- Zamudio, S., Ayala, F. J., Carrillo, M. R. y Ovalle, R. I. (2014). Mujeres y hombres. Desigualdades de género en el contexto mexicano. *Estudios Sociales*, 44. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572014000200010.