

## **Dinámica y naturaleza de la actividad inventiva de las mujeres en México, 1980-2010. Un estudio de patentes**

Alenka Guzmán . UAM-I, México

María del Rosario Orozco - UAM I, México

### **Resumen**

La importancia de la economía del conocimiento ha sido reconocida por diversos autores en la literatura especializada. Las brechas científicas, tecnológicas y de innovación constituyen un factor explicativo de los enormes diferenciales de crecimiento económico y desarrollo social entre los países. Uno de los desafíos al que se enfrentan los países más rezagados económicamente y socialmente es construir capacidades científicas y tecnológicas que hagan posible la absorción del conocimiento tecnológico y el desarrollo de capacidades de innovación. En tal sentido, el incremento del gasto en educación, de la ciencia y la tecnología y del esfuerzo en investigación y desarrollo son considerados prioritarios y con un efecto positivo en las economías de los países. Considerando la importancia relativa numérica de la población femenina en el mundo, que en 2009 fue casi cerca de la mitad (49.6%) del total de la población mundial, entre los objetivos de Desarrollo del Milenio se plantea la importancia de poner en marcha acciones que incorporen a la mujer en la ciencia y la tecnología. La incorporación creciente de las mujeres en carreras científicas y tecnológicas y asimismo, su desempeño profesional en estos campos es vista como una fuente potencial del crecimiento económico y bienestar de la sociedad. En la medida en que más mujeres contribuyan a desarrollar nuevos conocimientos científicos y aporten innovaciones tecnológicas se prevé un impacto positivo sobre la productividad y el bienestar social de los países. Esta temática ha empezado a abordarse por instituciones internacionales países industrializados, pero poco se ha estudiado sobre el caso de los países en desarrollo. En México, los estudios de género se han enfocado a estudiar el problema de la discriminación social y del empleo de la mujer, las diferencias salariales entre sexos y se ha empezado a construir la base de datos que permite apreciar la evolución de la participación de las mujeres en la ciencia y la tecnología. El objetivo de este trabajo es estudiar la dinámica y la naturaleza de la actividad inventiva de las mujeres en México en el periodo 1980-2010. En particular, nos interesa: i) conocer cuáles son las tendencias de la incorporación de la población femenina en las actividades inventivas; ii) analizar las potencialidades de la contribución de las mujeres a la innovación y iii) explicar las probables causas de la propensión de invención de las mujeres. Con base en la información de todas las patentes concedidas a titulares mexicanos por la United States Patent and Trademark Office de 1980 a 2010 buscamos: identificar las mujeres inventoras que han contribuido con las innovaciones de proceso y producto; analizar cuál es la propensión de que las mujeres colaboren con otras mujeres o que colaboren con hombres; el tamaño de los equipos de investigadores; la probabilidad de que su actividad la hayan desarrollado en instituciones, empresas o sean resultado de una investigación individual; la probabilidad de que su innovación corresponda a un campo científico u otro. Finalmente correlacionar el esfuerzo de innovación de las mujeres con el esfuerzo educativo en carreras de ciencia y tecnología. Planteamos que la contribución de las mujeres a la innovación en México aún es relativamente reducida pero que a medida en que las oportunidades en la ciencia y la tecnología para las mujeres se ha incrementado, la propensión a innovar de las mujeres tiende a incrementarse.

## 1. Introducción

La importancia de la economía del conocimiento ha sido reconocida por diversos autores en la literatura especializada. Las brechas científicas, tecnológicas y de innovación constituyen un factor explicativo de los enormes diferenciales de crecimiento económico y desarrollo social entre los países. Uno de los desafíos al que se enfrentan los países más rezagados económicamente y socialmente es construir capacidades científicas y tecnológicas que hagan posible la absorción del conocimiento tecnológico y el desarrollo de capacidades de innovación. En tal sentido, el incremento del gasto en educación, de la ciencia y la tecnología y del esfuerzo en investigación y desarrollo son considerados prioritarios y con un efecto positivo en las economías de los países.

Considerando la importancia relativa numérica de la población femenina en el mundo, que en 2009 fue casi cerca de la mitad (49.6%) del total de la población mundial, habría que redimensionar los objetivos de Desarrollo del Milenio que plantean la importancia de poner en marcha acciones que incorporen a la mujer en la ciencia y la tecnología. La incorporación creciente de las mujeres en carreras científicas y tecnológicas y asimismo, su desempeño profesional en estos campos es vista como una fuente potencial del crecimiento económico y bienestar de la sociedad (Huyer, 2004). En la medida en que más mujeres contribuyan a desarrollar nuevos conocimientos científicos y aporten innovaciones tecnológicas se prevé un impacto positivo sobre la productividad y el bienestar social de los países (European Commission, 2008). Esta temática ha empezado a abordarse por instituciones internacionales de países industrializados, pero poco se ha estudiado sobre el caso de los países en desarrollo. En México, los estudios de género se han enfocado a estudiar el problema de la discriminación social y del empleo de la mujer, las diferencias salariales entre sexos y se ha iniciado con el acopio de una base de datos sobre la participación de las mujeres en la ciencia y la tecnología.

El objetivo de este trabajo es estudiar la dinámica y la naturaleza de la actividad inventiva de las mujeres en México en el periodo 1980-2010. En particular, nos interesa: i) conocer cuáles son las tendencias de la incorporación de la población femenina en las actividades inventivas; ii) analizar las potencialidades de la contribución de las mujeres a la innovación y iii) explicar la probabilidad de que el género de los inventores se asocie a la categoría tecnológica de la patente, el tipo de patente (proceso o producto) y el tamaño del equipo de los inventores. Con base en la información de todas las patentes concedidas a

titulares mexicanos por la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (United States Patent and Trademark Office -USPTO-) de 1980 a 2010 se: identifican las mujeres inventoras que han contribuido con las innovaciones de proceso y producto; analizan cual es la propensión de que las mujeres colaboren con otras mujeres o que colaboren con hombres; el tamaño de los equipos de investigadores; lugar en que se desarrollo la innovación (instituciones, empresas) o es resultado de una investigación individual; la probabilidad de que su innovación corresponda a un categoría tecnológica u otra. Planteamos que la contribución de las mujeres a la innovación en México aún es relativamente reducida pero que a medida en que las oportunidades en la ciencia y la tecnología para las mujeres se ha incrementado, la propensión a innovar de las mujeres tiende a incrementarse. En la segunda sección se exponen de manera breve algunas reflexiones relativas a las mujeres, la innovación y la propiedad intelectual. En la tercera, abordamos el análisis de la naturaleza de la actividad inventiva de las mujeres en México. En la cuarta se estima la probabilidad de la actividad inventiva de las mujeres en México con relación a la categoría tecnológica de la patente, el tipo de patente (producto o proceso) y el tamaño del equipo de inventores. Finalmente presentamos las conclusiones de la investigación.

## **2. ¿Son las mujeres inventoras una fuente potencial de crecimiento económico y desarrollo social?**

### *La innovación fuente de crecimiento económico*

Desde el siglo XVIII, Marx había identificado el progreso tecnológico como motor del desarrollo capitalista. A principios del siglo XX, Schumpeter (1912) desarrolla una teoría muy novedosa que asocia los agrupamientos de innovaciones a los ciclos de desarrollo económico; décadas posteriores sus aportes serían modelizados (Aghion y Howitt, 1998) y sus hipótesis servirían de base para numerosos estudios empíricos y nuevas propuestas teóricas como la evolucionista (Nelson y Winter, 1982). En la posguerra los trabajos de Solow (1956, 1957), que identificaron la contribución exógena de la tecnología al crecimiento económico sostenido, tuvieron una notable influencia. Bajo este nuevo enfoque teórico, diversos autores se preocuparon en probar empíricamente cómo afectan exógenamente factores tales como el conocimiento, el capital humano y la educación al crecimiento de la producción per cápita. Más recientemente en las nuevas teorías del crecimiento endógeno, se encuentra que la investigación y desarrollo (ID) y las derramas de conocimiento tecnológico (Romer, 1990 y Aghion y Howitt 1998), el capital humano, la

inversión pública Barro (1990), e l comercio exterior (Grossman y Helpman, 1994) contribuyen endógenamente al crecimiento económico de los países.

El estudio del papel de la tecnología, el capital humano y la innovación tecnológica cobra relevancia en la actual economía del conocimiento. Los países con mayores tasas de crecimiento económico han orientado su desarrollo industrial y de servicios hacia aquellas con mayor intensidad tecnológica y científica. Lo anterior supone la puesta en marcha de políticas que favorezcan la inversión en educación y el incremento de doctores por millones de habitantes en los campos científicos y tecnológicos, la transferencia tecnológica, el fomento del esfuerzo en ID privada y pública, la colaboración entre empresas y universidades en la creación del conocimiento científico y tecnológico. En el marco de la interacción de las políticas macro, micro y meso para contribuir a la innovación, destaca como meta de varios países la política del triángulo del conocimiento: investigación, educación e innovación (European Commission Communication, 2005)

#### *Las mujeres en la economía del conocimiento y de la innovación*

Además de la inversión en investigación e innovación, algunos estudios han subrayado el papel determinante del capital humano y la acumulación de éste en el crecimiento económico (Schultz 1961, Becker, 1962, Lucas, 1988). La educación formal constituye un elemento clave en la capacidad de absorción de conocimientos.<sup>1</sup> La educación superior y en especial la formación en las carreras en el ámbito de la ingeniería y las ciencias poseen un potencial de aprendizaje y creación de nuevas ideas científicas y tecnológicas. Estas habilidades tecnológicas contribuyen al incremento de la productividad y el crecimiento económico, tal como lo han mostrado numerosos estudios. En tal contexto, los países se esfuerzan por incrementar la población formada en estas áreas del conocimiento y que eventualmente puedan incorporarse como investigadores o empresarios innovadores.

Las mujeres constituyen la mitad de la población en el mundo. Pese al enorme potencial de contribución del sector femenino en actividades científicas, tecnológicas, invención, gestión y empresarial al crecimiento económico de los países, éstas han sido históricamente marginadas de la educación y particularmente de las carreras científicas y tecnológicas. De acuerdo a las estadísticas de la OCDE (2005) “solo cerca de 30 por ciento de graduados universitarios en ciencias e ingenierías corresponden a mujeres y de

---

<sup>1</sup> Según Schultz (1961) el valor del capital humano dependerá de las inversiones que se realicen en: i) salud y nutrición; ii) migración ligadas a oportunidades laborales; iii) entrenamiento en las actividades laborales; iv) educación formal y v) programas de estudio para adultos.

25 a 35 por ciento de investigadores en los países de la OCDE son mujeres (Ásgeirdóttir, 2005). Estos datos promedio pueden resultar elevados si se considera que en estos países se concentran los países industrializados, pero en los países en desarrollo la participación de las mujeres en estos ámbitos es marginal.

La contribución de las mujeres es vista como complementaria a la de los hombres. Las mujeres pueden aportar nuevas ideas científicas y tecnológicas en colaboración con los hombres que pueden traducirse en artículos científicos, patentes, diseños industriales y otro tipo de novedades que mejoren la productividad y diversifiquen los bienes y servicios. En la medida en que las mujeres sean más activas en la ciencia y la tecnología colaborando con los hombres, la sociedad puede ser más rica en conocimientos, en crecimiento y en bienestar. Especialmente cuando hay una tendencia de envejecimiento de la población, la incorporación de las mujeres puede ser muy provechosa (Ásgeirdóttir, 2005).

#### *Las mujeres en las Metas del Milenio, actividad inventiva y propiedad intelectual*

La inclusión de las mujeres en la actividad económica se consigna en las Metas del Milenio (meta 3): *promoción igualitaria de género y empoderamiento de las mujeres*. De inicio la meta apuntaba a eliminar las disparidades en educación primaria y secundaria preferentemente hacia 2005 y en todos los niveles hacia 2015, para después promover la incursión de las mujeres en la ciencia y tecnología.

Históricamente la participación de las mujeres en la actividad inventiva ha sido marginal, así como las oportunidades educativas y su inclusión en actividades científicas y tecnológicas, hasta recientemente, ha sido escasa. Aunque, no se tiene un registro preciso del origen de las invenciones en etapa prehistóricas, existe la presunción de que las mujeres fueron inventoras anónimas, que aportaron ideas y crearon utensilios y herramientas para la recolección de alimentos, preparación de éstos, actividades agrícolas, preparación de pieles, etc. (Autumn, 1993). Durante la revolución industrial, algunas mujeres aportaron invenciones que fueron industrializadas y constituyeron prósperos negocios, como el caso de la industria de los sombreros, así también algunas de sus creaciones no les fueron jamás reconocidas (Davis, 1999). En el siglo XIX, las oficinas de propiedad industrial tienen registro de mujeres que patentaron artefactos útiles para la cocina, para el hogar, en la industria del vestido, y en métodos curativos. La creatividad de las mujeres no siempre fue recompensada y en muchas ocasiones ni siquiera reconocida (Vare y Ptacek, 1987; Khan, 1996; Warrick, 1993).

Aún en la actualidad la participación de las mujeres inventoras con respecto a los hombres es minoritaria, pero existen evidencias de que gradualmente hay una mayor participación en el número de patentes y la diversificación de los campos tecnológicos con una tendencia hacia aquellos de mayor intensidad científica y tecnológica. De la creación de enseres para el hogar, las mujeres han pasado a contribuir en campos como la medicina, la biotecnología, la ingeniería genética y la nanotecnología. Las oportunidades para las mujeres en la actividad inventiva en los campos científicos tecnológicos abren nuevas perspectivas de igualdad de género que abonen a sociedades más prósperas.

En concordancia con las Metas del Milenio, la promoción de la igualdad de género y empoderamiento de las mujeres, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMI) y la Unión Europea (European Commission, 2008) se han propuesto promover entre las mujeres una cultura de la invención y la propiedad intelectual y la generación de nuevos negocios o empresas<sup>2</sup>, realizando reuniones sobre la temática, estableciendo premios para las mujeres inventoras<sup>3</sup> y haciendo un acopio estadístico de las mujeres en la ciencia y la tecnología por países (OCDE). La cultura de la propiedad intelectual se extiende desde áreas del conocimiento tradicional pasando por los recursos genéticos y abarca una diversidad de agrupamientos o instituciones (comunidades locales, ONGs, instituciones privadas, universidades). Desde 1998, a través de la WIPO Worldwide Academy, la OMPI se preocupa por desarrollar actividades de enseñanza y entrenamiento relativas a la propiedad intelectual y se pone un énfasis especial en las mujeres. Reconociendo el papel que tienen las mujeres en las pequeñas y medianas empresas (Pymes) en la creación de empleo y el crecimiento económico de los países, la OMPI se preocupa en vincular la actividad innovativa de las mujeres y la creación de Pymes. Asimismo, en la Agenda de Lisboa se proponen la puesta en marcha de políticas que promuevan la actividad de mujeres inventoras

### **3. La naturaleza de la actividad inventiva de las mujeres en México**

*Fuente de datos*

---

<sup>2</sup> Véase: <http://www.wipo.int/women-and-ip/en/activities>

<sup>3</sup> Tal es el caso de la Feria de la invención de las mujeres (Women's Invention Fair) la Competencia de la invención de las mujeres (Women's Invention Competition) Consúltese: <http://www.wipo.int/ip-outreach/en/awards/women/>

Nuestro estudio utiliza la información de las patentes concedidas de 1980 a 2010 en la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO) a titulares mexicanos, por las siguientes razones: i) la importancia que los Estados Unidos tienen como el mercado tecnológico más importante del mundo; ii) el modelo de industrialización de México basado en las exportaciones manufactureras; iii) la importancia de Estados Unidos como socio comercial; iii) la probabilidad de que las patentes sean una fuente de negocio en el país vecino; iv) base de datos de patentes que dan cuenta de las fechas de la solicitud y la concesión de las patentes, los titulares de las patentes, los inventores y la nacionalidad, citas hechas por la patente, resumen de la patente, áreas tecnológicas a la que corresponde la novedad, reivindicaciones de la patente.

*Evolución de las patentes de USPTO concedidas a titulares mexicanos y en la que participan mujeres inventoras*

La generación de patentes en México ha registrado un crecimiento lento. En particular, las patentes que han sido concedidas a titulares mexicanos en Estados Unidos han sido reducidas si se compara con países industrializados, países de reciente industrialización e incluso con otros países emergentes. De 1980 a 2010, la USPTO concedió 671 patentes a titulares mexicanos. No obstante que durante todo el período de estudio no se registra un crecimiento significativo de las patentes concedidas, se advierten dos tendencias, la primera de 1980 a 1992 el número de patentes por año es muy reducido; de 1993 a 2010, el número de patentes por año se duplica con respecto al primer periodo. Este cambio coincide con el fortalecimiento de las leyes de propiedad intelectual y con el inicio en vísperas de la firma el TLCAN.

De las 671 patentes concedidas a mexicanos por USPTO de 1980 a 2010, sólo en 91 patentes hay participación de mujeres inventoras. Al comparar las patentes totales con aquellas en las que se identifica la participación de inventoras mujeres, se observa que a principios de los años 80 la participación de mujeres es prácticamente nula. Es hasta 1989 que en 21 por ciento de las patentes se registra la participación de mujeres inventoras; este porcentaje se incrementa en los años noventa y los años 2000 hasta alcanzar un valor máximo en 2009 cuando en 50 por ciento de las patentes concedidas participan mujeres. La participación de las mujeres inventoras ha sido reducida en el tiempo, pero la tendencia es creciente.

Gráfico 1a



Gráfica 1b



En relación al tamaño de los equipos de inventores, dos quintas partes de las patentes concedidas de 1980 a 2010 se caracterizan porque han participado en la generación de la novedad o novedades un solo inventor, la mitad de las patentes ha sido resultado del trabajo de equipos de 2 a cuatro inventores y sólo en 9 por ciento se registra participación de 5 o más inventores. Lo anterior da cuenta de que en la actividad inventiva en México, los equipos de inventores no son grandes sino más bien pequeños o de participación individual. Esta característica se mantiene durante todo el periodo.

En el caso de patentes con participación de mujeres inventoras, se advierten más cambios. Durante los años ochenta los equipos de inventores son de 2 a 4 y desde los años noventa hay patente en los que sólo una mujer inventora participa; asimismo, se concedieron patentes donde participan de 2 a 4 inventores y de 5 o más inventores. En el total de las 91 patentes en que participan mujeres inventoras, sólo 17 por ciento de éstas son resultado de la actividad inventiva individual de mujeres; cerca de dos tercios se han generado en equipos de 2 a 4 inventores y una quinta parte de las patentes los equipos se componen de 5 o más inventores.

Grafico 2a

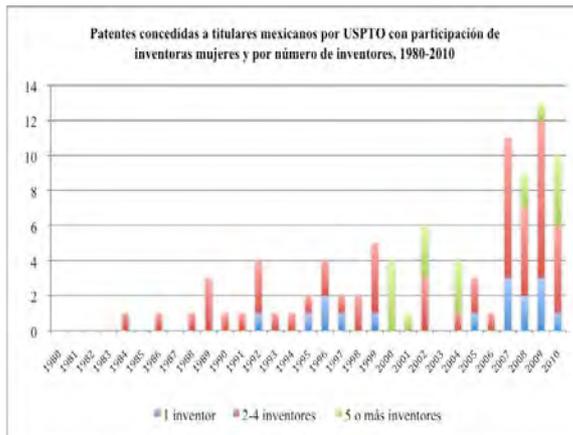


Grafico 2b



Siguiendo la clasificación de patentes por categorías tecnológicas propuesta por Jaffe y Trajtenberg (2000), identificamos las patentes de mexicanos concedidas por USPTO en seis categorías tecnológicas: i) química, ii) computadoras y comunicaciones, iii) medicina y medicamentos; iv) electricidad y electrónica, v) mecánica y vi) otras . Durante todo el periodo de estudio destacan las que se ubican en otras, que son una miscelánea de diferentes áreas tecnológicas, especialmente industria textil, enseres relativos a la agricultura y otros. Las patentes en el campo de la mecánica tuvieron una importancia mayor en los años ochenta y poco menos en los años noventa, pero en los últimos años las patentes se han visto reducidas; las patentes en el área de química tienen una mayor participación a finales de los años ochenta pero, disminuyen en la última década. Finalmente, en un menor nivel, se registra un incremento en el campo de Medicina y medicamentos. Entre 1980 y 2010, la mayor importancia relativa la tienen las patentes en la categoría mecánica (casi un tercio) y otro tercio son las que se agrupan en la categoría “otros”; el otro tercio se divide en los demás categorías tecnológicas, destacando química con 19 por ciento.

Las patentes en las que participan mujeres inventoras se diferencian por el peso que tiene cada categoría tecnológica. Poco más de un tercio de las patentes en las que participan mujeres inventoras corresponden al área Medicina y medicamentos, otro tercio de patentes se agrupan en la categoría “química”; en otros se identifica 28 por ciento de las patentes y 7 por ciento en mecánica y electricidad y electrónica.

Gráfico 3a

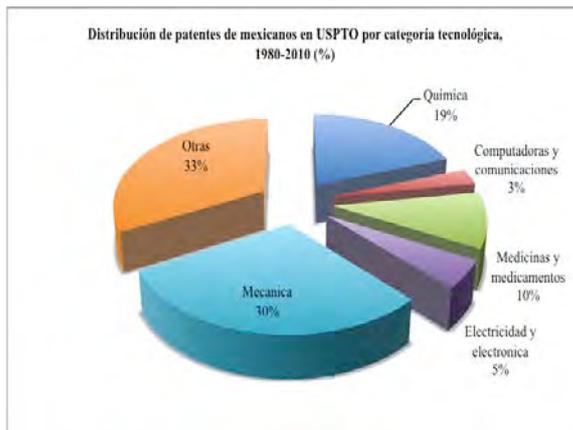
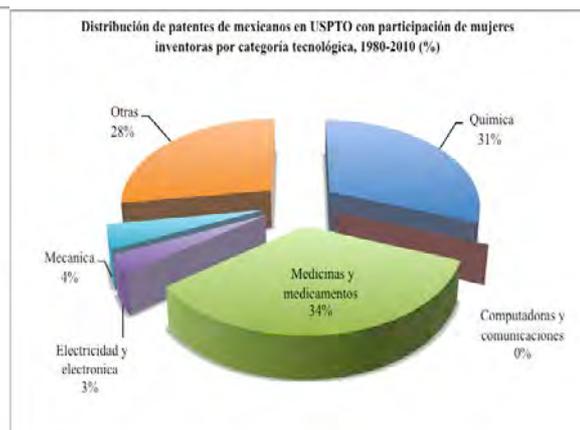
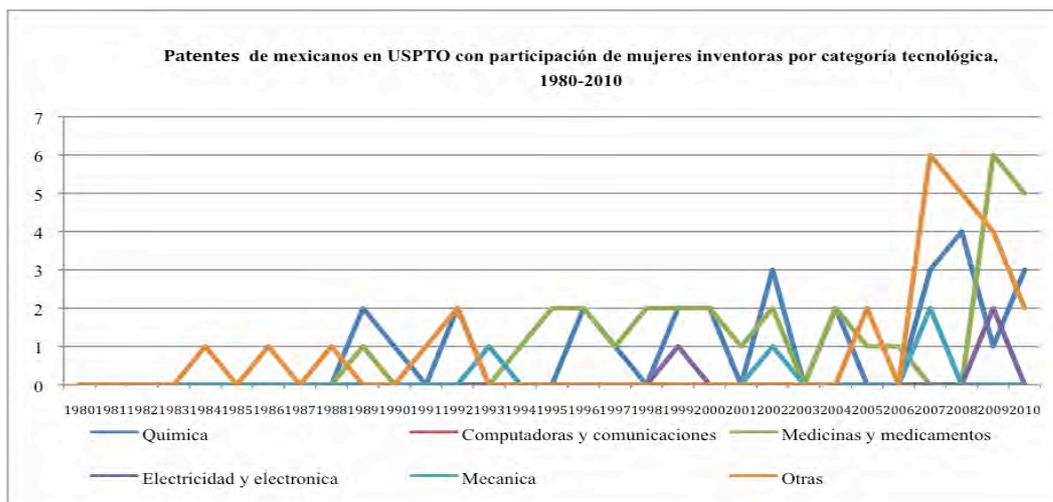


Gráfico 3b



La evolución de la importancia de las categorías tecnológicas de las patentes concedidas por USPTO con participación de mujeres inventoras revela la creciente participación de éstas en Medicina y medicamentos y química.

Gráfico 4



En las 91 patentes donde hay presencia de mujeres inventoras, se identifican 308 inventores, de los cuales 180 son hombres y 120 mujeres. Hay mujeres inventoras que participan en más de una patente. Con respecto a la colaboración de mujeres y hombres en la creación de las novedades, se observa que hay años en los que predominan igual número de hombres que de mujeres y en otros mayor número de hombres que mujeres, pero, excepcionalmente, las mujeres predominan en los equipos de inventores. Durante todo el periodo se registra que en casi dos quintas partes de las patentes hay mayor número de hombres que de mujeres, casi un tercio igual número de hombres y mujeres, 9 por ciento

más mujeres que hombres, pero no se registran equipos donde solo participen mujeres inventoras, aunque si hay 15 patentes donde sólo participa una mujer.

Gráfico 5a

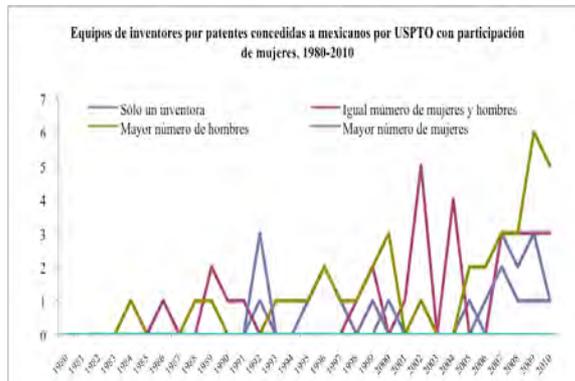
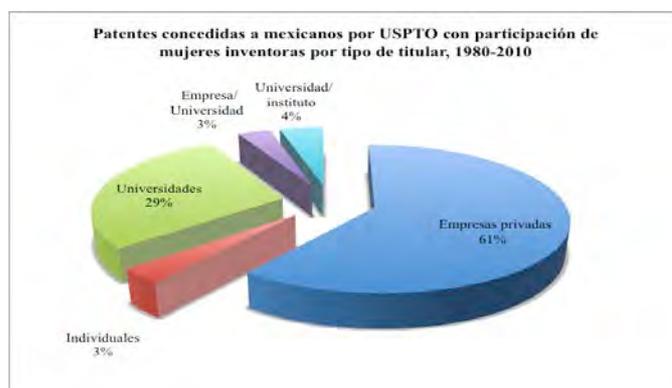


Gráfico 5b



Con relación a la titularidad de las patentes concedidas a mexicanos por USPTO en donde participan mujeres inventoras, se identifica que poco más de 3 quintas partes corresponden a empresas privadas, 29 por ciento a universidades, 7 por ciento tienen titularidad compartida (empresa/universidad, 3% y universidad/instituto, 4%), las individuales son marginales. Lo anterior supone que las mujeres inventoras han tenido una mayor incursión en empresas que en universidades. Considerando la importancia que tienen las innovaciones en la competitividad y crecimiento de las empresas, la participación de las mujeres se revela como un importante potencial.



#### 4. Probabilidad de género en las patentes asociado a otras variables de las patentes en México

En este apartado nos proponemos primero, estimar la probabilidad de que las mujeres contribuyan como inventoras en las patentes de titulares mexicanos concedidas por la

USPTO de 1980 a 2010 con respecto a los hombres. Segundo, la probabilidad de que exista relación entre el género del inventor y las categorías tecnológicas, el tamaño del equipo de investigación y el tipo de innovación. Para tal efecto, utilizamos el análisis estadístico.

De 671 patentes que son el total de observaciones, en 580 patentes hay la participación de hombres inventores y sólo en 91 patentes se identifica la participación femenina.

En relación a la primera estimación, la probabilidad de encontrar patentes con participación femenina en la invención es de 13.56%. Es decir, la probabilidad es relativamente muy reducida si se le compara con la probabilidad de encontrar una patente con participación masculina (86.44%).

I

Género		Razón	%
p1	P( participación masculina)	0.86438152	86.438152
p2	P( participación femenina)	0.13561848	13.561848

Con respecto al segundo propósito de encontrar la probabilidad de que exista relación entre las variables consideradas en la investigación (género y categoría tecnológica; género y tipo de innovación y género y tamaño del equipo de investigación), se utilizó el método estadístico de tablas cruzadas para cada una de estas tres combinaciones.<sup>4</sup> Una vez obtenida la información de tablas cruzadas se aplicó la prueba Chi cuadrada ( $\chi^2$ ) para saber si las variables consideradas son independientes o por el contrario se encuentran correlacionadas entre sí.

#### *Primer caso*

- Variable género del investigador (variable independiente)
- Variable categoría tecnológica de la patente (variable dependiente).

#### Condiciones estadísticas previas:

- Se plantea la Hipótesis nula (Ho): las variables son independientes.
- El nivel de significancia que se ha establecido para la prueba es de 90%,95% y 99%.
- La condición para rechazar o aceptar la hipótesis nula (Ho) es: si Chi cuadrada muestral es mayor a chi cuadrada tablas se rechaza Ho.

<sup>4</sup> Se utilizó el programa Excel, pero esta prueba también se puede realizar en programas estadísticos alternativos como Eviews y SPSS.

Valores reales

Género	Química	Computadoras y comunicaciones	Medicina y medicamentos	Electricidad y electrónica	Mecánica	Otras	Total
Mujeres	27	0	31	3	4	26	91
Hombre	105	20	37	31	193	194	580
Total	132	20	68	34	197	220	671

Valores esperados

	Probabilidad	q1	q2	q3	q4	q5	q6
Probabilidad	Género	Química	Computadoras y comunicaciones	Medicina y medicamentos	Electricidad y electrónica	Mecánica	Otras
p2	Mujeres	17.90163934	2.712369598	9.222056632	4.611028316	26.71684054	29.83606557
p1	Hombre	114.0983607	17.2876304	58.77794337	29.38897168	170.2831595	190.1639344

	Valor muestral
Chi cuadrada	3.16892E-18
Chi cuadrada muestral	91.5534

Nivel de confianza

a	(1-a)	Grados de libertad	Valor tablas
0.05	0.95	5	11.0705
0.1	0.90		9.2363
0.01	0.99		15.0863

En este caso, la Chi cuadrada muestral es mayor a la Chi tablas entonces se rechaza  $H_0$ , por lo tanto, las variables son dependientes y en consecuencia se cumple la condición. Lo anterior significa que las variables de género y campo científico si están relacionadas. Habrá que analizar posteriormente cómo la mayor participación de mujeres en carreras científicas en los campos de Medicina y química influyen a a que se incorporen más investigadoras en estos campos donde se registró un mayor número de patentes.

*Segundo caso*

- Variable género del inventor (variable independiente)
- Variable tipo de innovación de la patente (método o proceso y producto) (variable dependiente).

Condiciones estadísticas previas

- Se plantea la Hipótesis nula ( $H_0$ ): las variables son independientes.
- El nivel de significancia que se ha establecido para la prueba es de 90%,95% y 99%.

- o La condición para rechazar o aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ) es: Si Chi cuadrada muestral  $>$  chi cuadrada tablas se rechaza  $H_0$ .

Género	P( participación de		Tipo de innovación	
p1	hombre)	0.86438152	q1	P(producto) 0.66318927
p2	femenina)	0.13561848	q2	P(método) 0.33681073

Valores reales

	Producto	Método o proceso	Total
Hombre	382	198	580
Mujer	63	28	91
Total	445	226	671

Valores esperados

	Producto	Método o proceso
Hombre	384.6497765	195.3502235
Mujer	60.35022355	30.64977645

Chi cuadrada	0.527285103
Chi cuadrada muestral	0.399621

Nivel de confianza

a	(1-a)	Grados de libertad	Valor tablas de CHI cuadrada
0.05	0.95	1	3.8415
0.1	0.90		2.7055

Los resultados de Chi cuadrada muestran que el valor muestral es menor al valor de las tablas de distribución Chi. Por lo que no se rechaza la hipótesis nula. Lo que significa que las variables género del inventor y el tipo de innovación de la patente son independientes.

#### Tercer caso

- o Variable género del inventor (variable independiente)
- o Variable tamaño del equipo: dividido por categorías: individual, 2-4 investigadores, de 5 o más investigadores, (variable dependiente).

#### Condiciones estadísticas previas

- o Se plantea la Hipótesis nula ( $H_0$ ): las variables son independientes.
- o El nivel de significancia que se ha establecido para la prueba es de 90%, 95% y 99%.

- o La condición para rechazar o aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ) es: Si Chi cuadrada muestral  $>$  chi cuadrada tablas se rechaza  $H_0$ .

Género			Tamaño del equipo		
p1	P(participación de hombres)	0.86438152	Q1	P(individual)	0.41132638
p2	P(participación femenina)	0.13561848	Q2	P(2-4 inventores)	0.50223547
			Q3	P(5 o más)	0.08643815

Valores reales

	1 inventor	2-4 inventores	5 o más inventores
Mujeres	16	57	18
Hombres	260	280	40
Valores esperados			
Género	1 inventor	2-4 inventores	5 o más
Mujer	37.43070045	45.70342772	7.865871833
Hombre	238.5692996	291.2965723	50.13412817

Probabilidad asociada a Chi cuadrada	8.63208E-08
Valor muestral	32.529989

Nivel de confianza

a	(1-a)	Grados de libertad	Valor tablas
0.05	0.95	2	9.2104
0.1	0.90		5.9915
0.01	0.99		4.6052

En el tercer caso caso Chi cuadrada muestra es mayor al valor de Chi en las tablas de distribución estadísticas de esta función, por tanto se cumple la condición y en consecuencia, se rechaza  $H_0$ . La conclusión es que si existe una relación entre la variable género y la variable tamaño del equipo.

## 5. Conclusiones

Históricamente las mujeres han estado marginadas de la educación y las actividades científicas y tecnológicas. Muy probablemente hubo mujeres inventoras anónimas pero también existe un registro a partir de las bases de patentes de los países industrializados que evidencian la contribución de las mujeres al ámbito de la invención aunque escasa. Algunos de los inventos generados por mujeres se convirtieron en prósperos negocios que crearon empleo y contribuyeron al crecimiento de la economía, pero aún la participación de las mujeres en este campo es muy reducida.

Considerando que las mujeres representan la mitad de la población en el mundo y la relevancia que han adquirido las actividades productivas basadas en la ciencia y la tecnología, varios organismos internacionales y en la Metas del Milenio se han planteado la incorporación de las mujeres a la educación y a las actividades científicas y tecnológicas que permitan lograr una igualdad de género y un empoderamiento de las mujeres. Esta meta se supone conllevará a generar más innovaciones que mejoren la productividad, contribuyan al crecimiento económico y favorezcan al bienestar de los países.

En tal contexto, esta investigación se propuso identificar la naturaleza de la actividad inventiva de las mujeres en México a partir del análisis de las patentes concedidas a titulares mexicanos por USPTO. Aunque la participación de las mujeres inventoras es aún reducida se advierte una tendencia creciente que ocurre en colaboración con hombres o también de manera individual. El tamaño de los equipos de inventores es aún reducido. Las patentes en las que se identifica la participación de mujeres inventoras ocurren especialmente en las categorías tecnológicas: Medicina y medicamentos y química. Además la titularidad de esas mismas patentes es predominantemente de empresas, lo cual revela la inserción de las mujeres en las actividades productivas innovadoras. Aún cuando la probabilidad de que las mujeres participen en las patentes es reducida, existe un potencial que en el futuro muy probablemente se incrementará. De acuerdo a las estimaciones estadísticas, el género se asocia a las categorías tecnológicas de las patentes y al tamaño de los equipos pero no a los tipos de patentes (proceso o producto).

Nuestra investigación deja como un objetivo pendiente, el análisis de cómo se correlaciona el esfuerzo de innovación de las mujeres con el esfuerzo educativo en carreras de ciencia y tecnología. Así, como proponer una forma en que se pueda evaluar la contribución de las mujeres en la economía a partir de la creación de nuevos productos y procesos en los diferentes categorías tecnológicas.

### **Referencias Bibliográficas**

Aghion, P. y P. Howitt, *Endogenous Growth Theory*, The MIT Press, Cambridge/ Londres, 1998.

Ásgeirdóttir, Berglind, "Women in Scientific Careers: Unleashing the Potential", Speech given at the OCDE-French Research Ministry Workshop, Paris 16 Noviembre, 2005.

Autumn, Stanley, *Mothers and Daughters of Invention: Notes for a Revised History of Technology*. Metuchen, NJ: Scarecrow, 1993.

Becker, G. S., "Investment in Human Capital: A theoretical Analysis", *The Journal of Political Economy*, Vol. 70, No.5, 1962, pp. 9-49

Barro, R.J. (1990): "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth", *Journal of Political Economy*, Vol. 98, no. 5, II, pp. 103-125

Davis Herring, Susan, "Women in the history of technology -- women inventors", Documento presentado en the Society of Women Engineers, Huntsville capítulo, 4 de marzo, 1999, para Women's History Month

<http://www.uah.edu/colleges/liberal/womensstudies/inventor.html> (consultada 20\_XII-10).

Je-hae, Do, "Women inventors can revitalize economy", *The Korea Times*,

European Commission Communication, "Implementing the Community Lisbon Programme Modern SME Policy for Growth and Employment", 2005

European Commission, "Evaluation on policy: Promotion of women innovators and entrepreneurship". Final report DG enterprise and industry, European Commission 2008. En línea] disponible en: [http://ec.europa.eu/enterprise/dg/files/evaluation/women\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/dg/files/evaluation/women_en.pdf) (Fecha de consulta: 14/02/2011).

Grossman, G. y E. Helpman (1994): "Endogenous Innovation and the Theory of Growth", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8 (1).

Huyer, S., "Position paper on gender and science and technology from an International perspective", Washington, junio, 2004. Gender\_0426\_07\_OAS-CIM-GAB\_SOPHIA HUYER\_all.doc.

Jaffe, A.B y M. Trajtenberg, Patents, citations & innovations. A Windows on the Knowledge Economy, Cambridge (Massachusetts), London (England) The MITT Press.

Khan, B. Zorina. "Married Women's Property Laws and Female Commercial Activity: Evidence from United States Patent Records, 1790-1895." *The Journal of Economic History*, 56(2), June 1996, pp. 356-88.

"Industrial History Includes Women Inventors." *National Engineer*, April 1997, pp. 10-12.

Macdonald, Anne L. *Feminine Ingenuity: How Women Inventors Changed America*. NY: Ballantine, 1992.

Lucas, R.E. (1988): "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, no. 22.

Nelson, R. Y S. Winter, *An evolutionary Theory of Economic change*, Cambridge (Mass.), The Belknap Press of Harvard University Press.

Romer P. M. (1990): "Endogenous Technical Change", *Journal of Political Economy*, vol. 98

Solow, R. (1956): "A contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70.

Solow., R. (1957): "Technical Change and the Aggregate Production Function, *Review of Economics and Statistics*, vol. 39.

Schultz, T. W., "Education and Economic Growth," in *Social Forces Influencing American*

*Education*, N.B. Henry, ed., Chicago: University of Chicago Press, 1961.

Schumpeter, J. A. (1912): *Theory of Economic Development*, Harvard University Press, edición 1961.

Vare, Ethlie Ann and Greg Ptacek. *Mothers of Invention: From the Bra to the Bomb, Forgotten Women and Their Unforgettable Ideas*. Nueva York, William Morrow, 1987.

OCDE, “Women in Science, Engineering and Technology (SET): Strategies for a Global Workforce” Ottawa, Canadá, 28-29 Septiembre 2006 Workshop summary

Warrick, Pamela. "Mothers of Invention." *U.S. Woman Engineer*, March/April 1993, pp. 22-23.

## Anexo estadístico

I. Probabilidad de Chi-cuadrada de que el género del inventor esté relacionado con las categorías tecnológicas de las patentes

Probabilidad	estadística Chi-cuadrada
0.001249731	20
1.47486E-05	30
1.49337E-07	40
1.3858E-09	50
1.21546E-11	60
1.02479E-13	70
8.39183E-16	80
7.52779E-17	85
1.76728E-17	88
6.71932E-18	90
4.14209E-18	91
3.2519E-18	91.5
3.17416E-18	91.55
3.16879E-18	91.5535

II. Probabilidad de Chi-cuadrada de que el género del inventor esté relacionado con el tipo de patentes (proceso o producto)

Probabilidad	Estadística Chi-cuadrada
0.157299265	2
0.317310813	1
0.479500124	0.5
0.527089257	0.4
0.521969506	0.41
0.532299402	0.39
0.526573267	0.401
0.516937045	0.42
0.527140906	0.3999
0.527099586	0.39998
0.537603237	0.38
0.527104751	0.39997
0.527109916	0.39996
0.52711508	0.39995
0.527120245	0.39994
0.527192564	0.3998

0.52724423	0.3997
0.527295906	0.3996
0.527285054	0.399621

III. Probabilidad de Chi-cuadrada de que el género del inventor esté relacionado con el tamaño del equipo de inventores

Probabilidad	estadística
Chi-cuadrada	
4.53999E-05	20
3.05902E-07	30
2.511E-08	35
1.95557E-08	35.5
1.523E-08	36
6.8256E-08	33
5.31579E-08	33.5
6.49271E-08	33.1
6.17606E-08	33.2
6.52852E-08	33.089
8.76425E-08	32.5
8.80818E-08	32.49
8.72054E-08	32.51
8.67704E-08	32.52
8.67271E-08	32.521
8.63808E-08	32.529
8.6342E-08	32.5299
8.63808E-08	32.529
8.63765E-08	32.5291
8.63381E-08	32.529989