



GENDER GAPS IN IBERO-AMERICAN SCIENTIFIC PRODUCTION



**PAPELES DEL OBSERVATORIO N° 09
OCTOBER 2018**

Papeles del Observatorio N° 09

Octubre de 2018

ISSN: 2415- 1785

Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la Organización de Estados Iberoamericanos (OCTS-OEI)

Dirección: Paraguay 1510 (C1061 ADB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina.

Teléfonos: (54-11) 4813-0033 / 4813-0034

Correo electrónico: observatoriocts@oei.org.ar

Facebook: Observatorio Iberoamericano CTS

Twitter: [@ObservatorioCTS](https://twitter.com/ObservatorioCTS)

Las brechas de género en la producción científica Iberoamericana

Mario Albornoz,¹ Rodolfo Barrere,² Lautaro Matas,³ Laura Osorio³ y Juan Sokil³

1. La problemática de las brechas de género en la ciencia y la tecnología

La perspectiva de género comenzó a tener mayor presencia en los estudios sociales de la ciencia y tecnología desde que se asumió como problema la limitada participación de las mujeres en la producción del conocimiento científico y tecnológico. Algunos estudios se han enfocado en analizar la ausencia e invisibilización de las mujeres en la ciencia, así como la desigualdad de su acceso a la formación y a la investigación, lo cual termina incidiendo en su ingreso y permanencia en carreras científicas, grupos de investigación y cargos de decisión jerárquico, entre otros (Holloway, 1993; Grant, 1995; González y Pérez, 2002; González, 2016).

De acuerdo con la ampliación de la información sobre esta problemática, diversos fenómenos como el “techo de cristal”, el “efecto Matilda” o el “efecto Curie”⁴, entre otros, han sido tomados como referencia para interpretar la situación las mujeres en la estructura científica en todo el mundo y para demostrar que, por más que el acceso de éstas a la educación superior en varios países ha llegado a ser equitativo y hasta en algunos casos supera el de los hombres, aún se siguen presentando diferencias significativas en el ascenso (segregación vertical) y permanencia en las carreras de especialización y posgrado.

Se ha señalado que existen sesgos en la elección de temas de trabajo y disciplinas científicas por parte de las mujeres, hacia disciplinas de corte histórico, sociológico, económico y biomédico, pero no de carreras de tipo tecnológico, lo que es interpretado

¹ Coordinador del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS-OEI)

² Coordinador de la RICYT

³ Miembros del equipo técnico del OCTS y la RICYT

Los autores agradecen los valiosos comentarios de María Elina Estébanez.

⁴ El término “efecto Matilda” fue definido por Margaret W. Rossiter (1993), historiadora de la ciencia, en referencia a Matilda Joslyn Gage, sufragista y defensora de los derechos de las mujeres de finales de Siglo XIX. Este efecto junto con el “efecto Curie”, dan cuenta de la falta de reconocimiento del trabajo de las mujeres en la ciencia y por ende, su marginalidad en el sistema de recompensas del sistema científico comparado con el de los hombres. Asimismo, el denominado “efecto de cristal” descrito por Marilyn Loen (1978) se refiere a los obstáculos “a veces invisibles” que enfrentan las mujeres para ascender en sus carreras profesionales.

como una tendencia a perpetuar los estereotipos construidos en torno al género, lo que consolida y aumenta la brecha (González, 2016). Los datos corroboran que las mujeres tienden a seguir carreras tecnológicas y de ingeniería menos frecuentemente que los hombres y, por el contrario, se concentran en ciencias sociales y en ciertas áreas de las ciencias naturales o médicas (también denominada segregación horizontal) (BID, 2018).

Para hacer frente a tales sesgos, la cuestión del género en educación y ciencia ha sido gradualmente incorporada a las agendas políticas de los países de Iberoamérica, repercutiendo en programas y proyectos enfocados en promover la formación, capacitación y desarrollo profesional de las mujeres en disciplinas científicas, tecnológicas, ingeniería y matemáticas (denominadas en inglés como STEM). Sin embargo, a pesar de que la participación de estas ha ido aumentando notablemente, se mantiene en varios países y en ciertos sectores disciplinarios una brecha de género que incide en el reconocimiento del trabajo de las mujeres en ciencia, su acceso y permanencia en puestos relevantes y en la remuneración económica. Esto no siempre se explica por diferencias en su preparación, experiencia o habilidades, sino que remite a razones propias de autoexclusión de las mujeres originadas por tensiones que provienen de la dificultad de conciliación de la vida privada y profesional. También tiene incidencia la falta de apoyo laboral durante el tránsito de la maternidad y ciertos estereotipos culturales que generan prejuicios sobre las posibilidades de éxito profesional de las mujeres y sus aptitudes para asumir posiciones de poder. Todos estos factores de tipo estructural desalientan el avance en sus carreras.

Para analizar la situación actual y las tendencias de la brecha de género en la producción científica, es necesario contar con datos actualizados sobre la educación superior, las actividades científicas y tecnológicas (ACT) y las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en la región. No es siempre una tarea sencilla, dado que algunos países aún mantienen un sesgo informativo que dificulta el conocimiento de la situación de las mujeres, lo que dificulta disponer de parámetros actualizados y confiables para elaborar diagnósticos que sean el soporte de políticas específicas. Esto ocurre particularmente en algunos países de América Latina que adolecen de una dificultad estructural en la construcción de indicadores que vuelvan visible la diversidad de la situación de género (Estébanez, 2010).

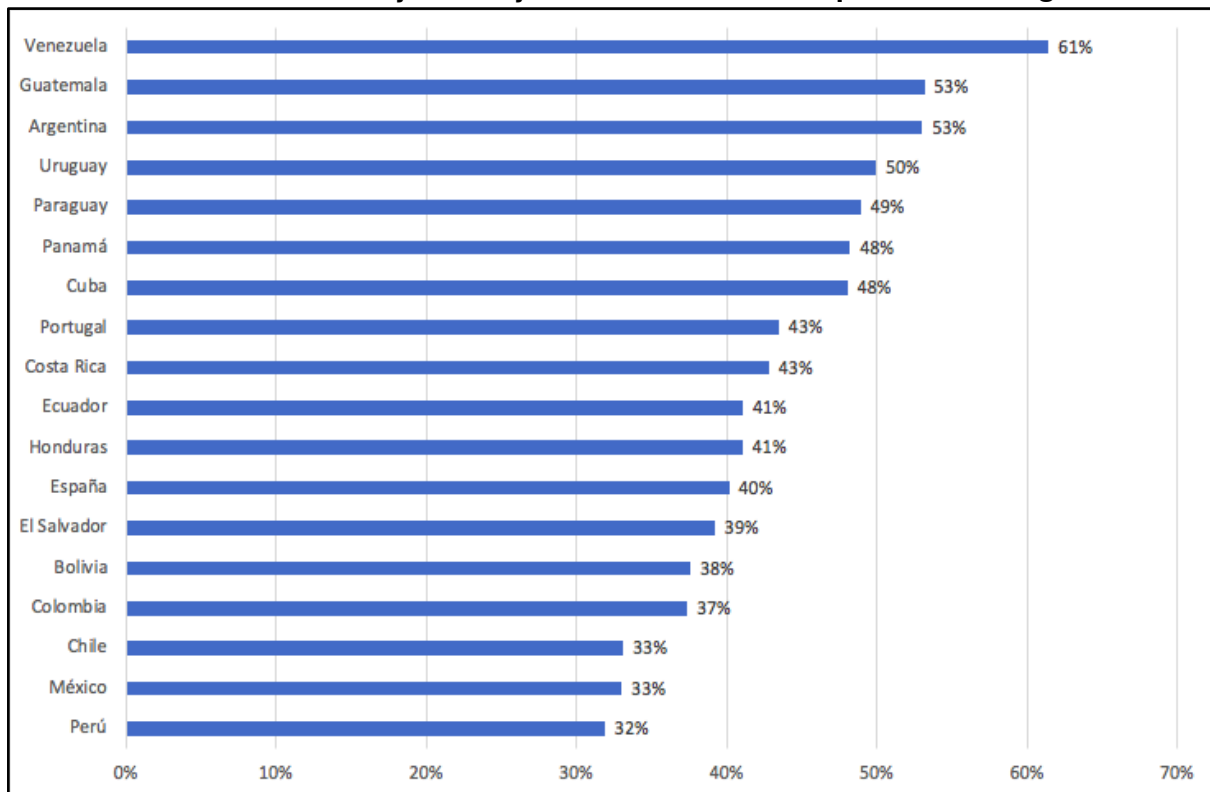
Por tal motivo, la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y la Red Iberoamericana de Indicadores de Educación Superior (INDICES), procuran enriquecer el debate aportando información relevante sobre las mujeres en la educación superior, la producción científica de las investigadoras y las colaboraciones científicas que se producen en el ámbito iberoamericano, con el propósito de observar cómo evoluciona la brecha en los diferentes países y campos de conocimiento.

2. La brecha de género entre quienes investigan

La población de los países iberoamericanos está dividida en partes prácticamente iguales entre hombres y mujeres. Según datos del Banco Mundial, el 50,6% de la población regional es femenina y no existen entre los países variaciones significativas en esta distribución.⁵ Sin embargo, en cada país la participación de las mujeres en el conjunto de quienes investigan alcanza niveles muy variados. Si se toman en cuenta las estadísticas oficiales producidas por los organismos de ciencia y tecnología de la región, se observa que un tercio de los países muestra una cierta paridad de género, con porcentajes de participación femenina de entre el 48% y el 53%. En los restantes, la brecha es amplia y abarca, desde una llamativa mayoría de mujeres en Venezuela, con el 61%, hasta una marcada minoría en países como Chile, México y Perú, en los que las mujeres son un tercio del total de la base científica.

Una primera observación es que las diferencias en la brecha de género no necesariamente están relacionadas con el nivel de desarrollo de los sistemas de ciencia y tecnología. Argentina muestra un patrón equilibrado. También Brasil, ya que, pese a no construir de manera sistemática este indicador, aparece balanceado en otros datos que se presentarán en este documento. Pero países con sistemas altamente desarrollados para el contexto iberoamericano, como España (40%) o México (33%), presentan brechas de género significativas (Gráfico 1).

Gráfico 1. Porcentaje de mujeres sobre el total de quienes investigan



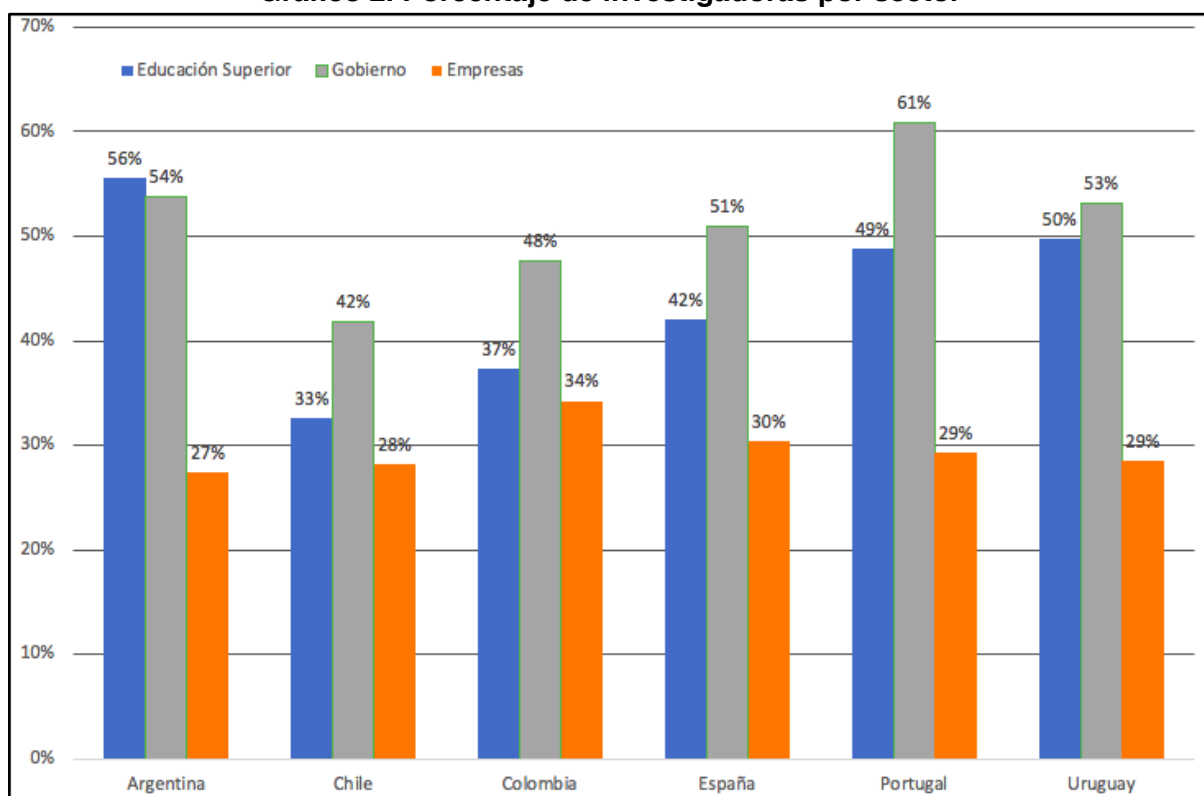
Fuente: RICYT - 2016 o último dato disponible.

⁵ <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL.FE.ZS>

Si bien los indicadores agregados a nivel de país no dan cuenta de aspectos como la segregación vertical (“techo de cristal”), a medida que se profundiza en el análisis discriminando sectores o tipos de actividad, comienzan a aparecer brechas de género más específicas. Una de ellas es la participación de las mujeres en el conjunto de investigadores de cada sector.

La más acentuada se observa entre las investigadoras e investigadores que se desempeñan en el sector empresarial, incluso en aquellos países con paridad a nivel general. En Argentina, por ejemplo, sólo el 27% de quienes investigan en empresas son mujeres, el Portugal el 29% y en España el 30%. Algo más alto es el valor de Colombia, pero en general el porcentaje de mujeres entre quienes investigan en las empresas es inferior a un tercio (Gráfico 2). Este fenómeno puede estar explicado en parte porque los principales campos de I+D en las empresas, como las disciplinas tecnológicas y las ingenierías cuentan con un menor número de mujeres.

Gráfico 2. Porcentaje de investigadoras por sector

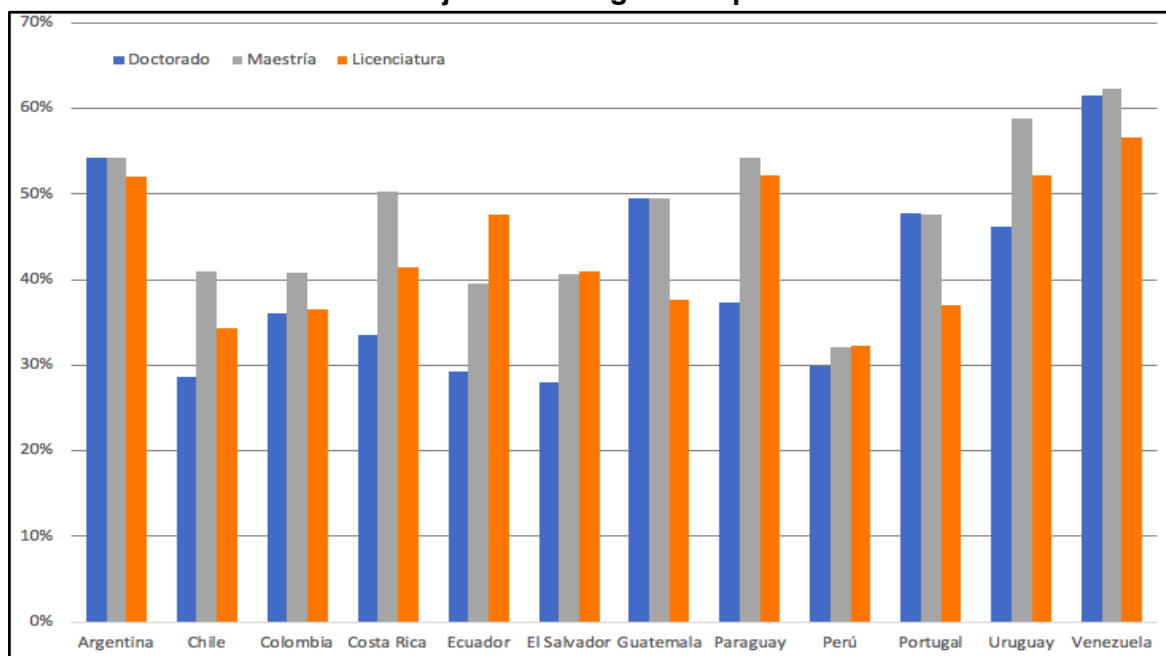


Fuente: RICYT - 2016 o último dato disponible.

En los centros públicos de I+D se registra la mayor paridad, en todos los casos. De los seis países que producen este indicador en Iberoamérica, sólo Chile muestra una brecha significativa entre hombres y mujeres en este sector, con una participación de las mujeres equivalente al 42%. Otros países muestran una situación inversa, ya que más de la mitad de quienes investigan son mujeres. Tal es el caso de Argentina, España y Uruguay, con el llamativo caso de Portugal, en el que más del sesenta por ciento de quienes investigan o desarrollan tecnología son mujeres.

En las universidades, donde se radica la mayor parte de las investigadoras e investigadores de la región, se presenta un panorama intermedio entre los valores que se registran en las empresas y los centros públicos de I+D. Dado el volumen de los recursos humanos del sector, el porcentaje de mujeres es muy cercano al del total de los investigadores: Argentina y Uruguay muestran la mayor paridad, con el 56% y el 50% de mujeres respectivamente. Chile y Colombia, con el 33% y el 37% muestran la mayor brecha. Ahora bien, si se toma en cuenta el máximo nivel de formación alcanzado, también se detectan sesgos hacia una mayoría de hombres en algunos países. Es posible observar tal fenómeno, especialmente, en el nivel de doctorado (Gráfico 3).

Gráfico 3. Porcentaje de investigadoras por nivel de formación



Fuente: RICYT - 2016 o último dato disponible.

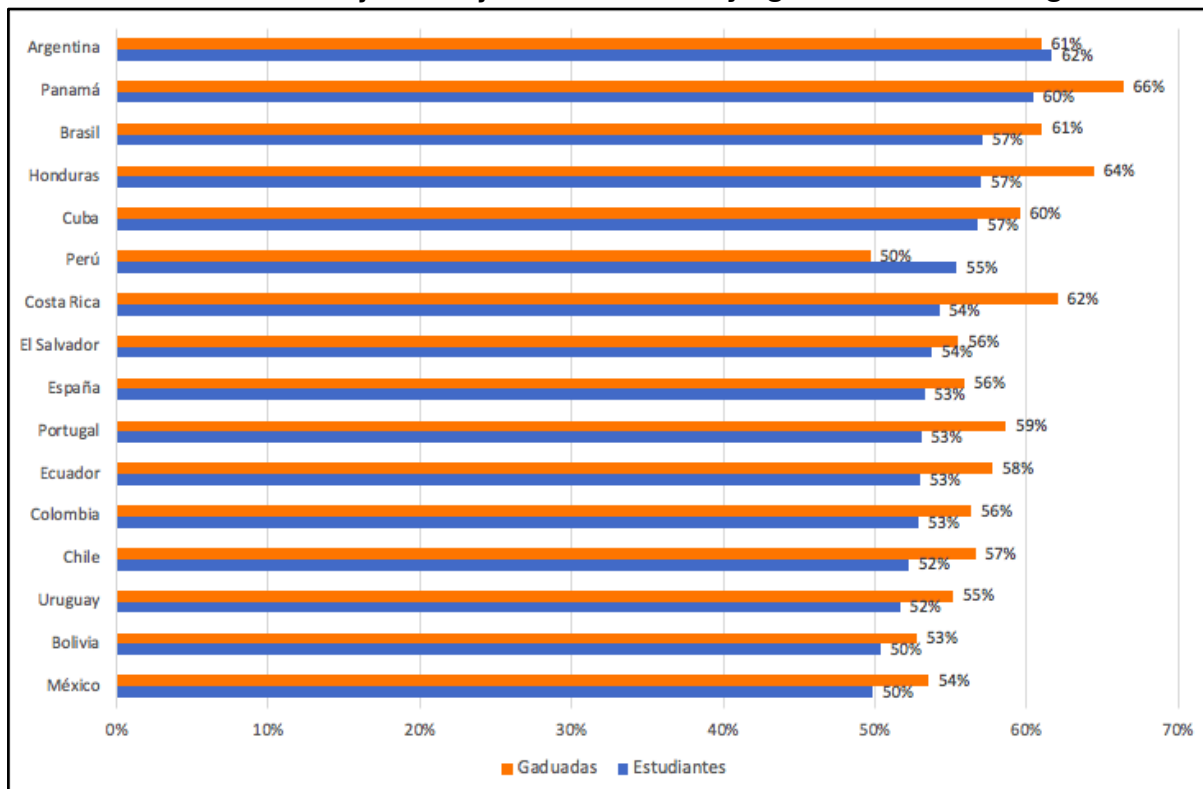
Este indicador, sin embargo, no aparece asociado directamente a los valores globales de paridad de género. En Perú, el país con la mayor brecha de género entre los investigadores de la región, no se observa una diferencia en la presencia de mujeres en los diferentes niveles de titulación alcanzada. En Uruguay, en cambio, a pesar de la paridad a nivel general, las mujeres aparecen algo rezagadas, con el 46%, entre los investigadores con nivel de doctorado. Los países con la mayor brecha entre sus investigadores con doctorado son Chile, Ecuador y El Salvador, con menos del 30% de mujeres con este nivel de titulación.

Para comprender mejor el panorama presentado por estos indicadores, es necesario analizar otros aspectos. Por un lado, las brechas de género en la educación superior están muy relacionadas con la participación de las mujeres en las actividades de I+D. Por el otro, la presencia de hombres y mujeres en la autoría de artículos científicos, sus niveles de producción, su distribución disciplinar y sus patrones de colaboración ofrecen mayores detalles sobre las dinámicas diferenciadas por género en la producción científica. Ambos aspectos se analizan en detalle a continuación.

3. La brecha de género en la educación superior

La mayoría de quienes estudian en el nivel superior en Iberoamérica es de mujeres. Sólo en México y Bolivia se observa una paridad casi exacta, mientras que en el resto de los países el porcentaje de mujeres supera el 50% y, en el caso de Argentina y Panamá, iguala o supera levemente el 60%. El aumento de las mujeres entre la población estudiantil es un fenómeno que ya lleva décadas en Iberoamérica. Desde los años 80, las mujeres comenzaron a superar en cantidad a los hombres en muchos de los países (Gráfico 4).

Gráfico 4. Porcentaje de mujeres estudiantes y egresadas a nivel de grado



Fuente: Red INDICES - 2016 o último dato disponible.

El gran número de mujeres es aún más visible entre quienes se gradúan y es así como, en todos los países, el conjunto de graduadas supera al de graduados. En algunos casos, la diferencia en la distribución entre quienes estudian y se gradúan es significativa como, por ejemplo, en Costa Rica, donde el número de mujeres que estudian es del 54% y alcanza al 62% del total de quienes se gradúan.

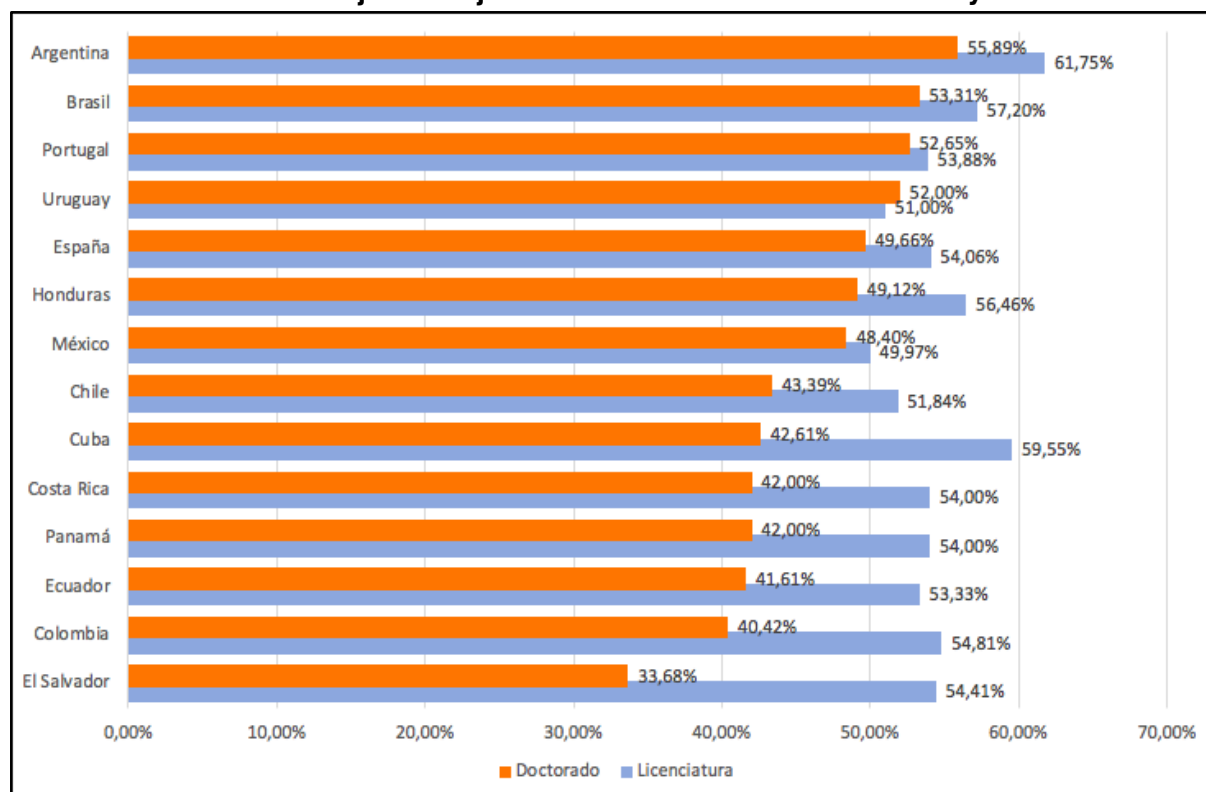
Solamente en el caso de Perú la participación de las mujeres entre quienes se gradúan es significativamente menor a su participación entre quienes estudian, con valores del 55% y 50% respectivamente. Esa distribución podría estar dando cuenta de mayores niveles de deserción de la educación superior entre las mujeres en ese país.

El panorama de paridad de género entre los estudiantes de la educación superior se ve matizado cuando se analizan los distintos niveles que la componen. En el total de la población estudiantil de la educación superior iberoamericana, las mujeres alcanzan a un

54%, pero en el nivel de doctorado son el 51%. Sin embargo, ese valor equitativo a nivel regional oculta diferencias que marcan brechas de género significativas en algunos países.

En todos los países de la región la proporción de mujeres que estudian en el nivel de licenciatura es mayor que en el de doctorado (Gráfico 5). Incluso en países con una alta paridad de género en la educación universitaria, como Argentina y Brasil, las mujeres son un 5% menos en el nivel de doctorado que en el de licenciatura. En Portugal, Uruguay y México, en cambio, no existen diferencias llamativas.

Gráfico 5. Porcentaje de mujeres en los niveles de licenciatura y doctorado



Fuente: Red INDICES - 2016 o último dato disponible.

Es de destacar el caso de México, que muestra brechas de género en muchos de los indicadores presentados anteriormente en este informe, pero no en este caso. Ello puede estar relacionado con políticas específicas para abordar el problema como, por ejemplo, los programas de becas de posgrado gestionadas con CONACYT en el marco de políticas que cuidaban la perspectiva de igualdad de género.

Por el contrario, algunos países presentan brechas muy significativas entre hombres y mujeres a nivel de doctorado, en comparación con el nivel de licenciatura. Los casos más marcados son los de El Salvador y Colombia, donde la diferencia en la presencia de mujeres en el nivel de doctorado es de 20 y 14 puntos porcentuales respectivamente, aunque también son significativas en Chile y Ecuador. Cuba, por su parte, muestra una brecha importante entre los hombres y las mujeres en quienes estudian a nivel de doctorado. A pesar de contar con un 60% de mujeres en el nivel de licenciatura, tan sólo el 43% en el nivel de doctorado son mujeres.

En cuanto a los campos de estudio, la educación superior en Iberoamérica sigue los patrones de género por disciplinas característicos, que han sido descritos en diferentes estudios a nivel internacional. El principal rasgo reside en que las ingenierías y las disciplinas tecnológicas dan cuenta de una menor participación de mujeres, en comparación con las ciencias sociales, de la educación, y de la salud, que concentran un número de mujeres muy superior al de hombres. La Tabla 1 muestra el porcentaje de mujeres entre los graduados de educación superior de los países iberoamericanos en cada campo de formación.⁶ Las celdas están coloreadas en un gradiente en el que el color verde corresponde al 100% de mujeres y el rojo al 0%.

Tabla 1. Graduados en educación superior por género y campo de conocimiento

	PR	AR	BR	PT	CL	CO	SV	ES	MX
Educación	77%	79%	77%	82%	80%	68%	67%	76%	73%
Salud y bienestar	75%	74%	76%	77%	78%	73%	75%	73%	68%
Ciencias sociales, periodismo e información	70%	68%	70%	70%	67%	69%	67%	64%	70%
Artes y humanidades	57%	70%	57%	62%	54%	51%	59%	59%	58%
Administración de empresas y derecho	58%	58%	58%	59%	56%	63%	60%	57%	55%
TOTAL	63%	61%	61%	59%	57%	56%	56%	56%	54%
Ciencias naturales, matemáticas y estadísticas	62%	66%	60%	62%	47%	56%	51%	51%	52%
Servicios	43%	44%	63%	46%	51%	47%	63%	46%	30%
Agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria	49%	41%	49%	64%	47%	42%	23%	43%	34%
Ingeniería, industria y construcción	22%	40%	35%	33%	17%	34%	17%	26%	28%
Tecnologías de la información y la comunicación	22%	19%	15%	23%	13%	27%	28%	14%	32%

Nota: Las celdas están coloreadas en un gradiente en el que el color verde equivale a 100% de mujeres y rojo a 0% de mujeres.

Fuente: Red INDICES - 2016 o último dato disponible.

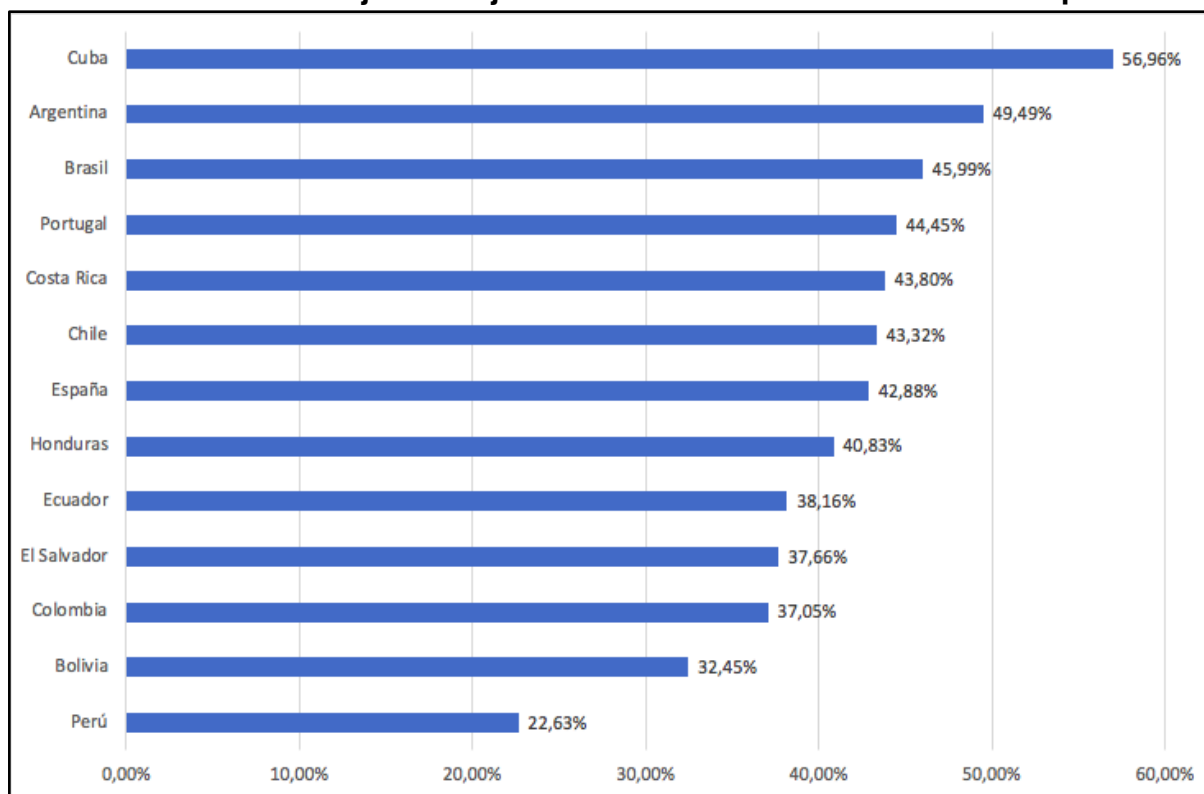
Sin embargo, una vez más, esos fenómenos son agudos en algunos países de la región. En el campo de las ingenierías, industria y construcción todos los países presentan una minoría de mujeres, aunque la situación más aguda se da en Chile y El Salvador, donde las mujeres sólo alcanzan al 17% de quienes se gradúan. Incluso en Portugal, país que tiene un 63% de mujeres en el total de quienes se gradúan, éstas alcanzan a ser tan sólo el 22% en estos campos más tecnológicos.

La ausencia de mujeres es todavía más marcada en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). En ninguno de los países iberoamericanos las mujeres alcanzan al 30% de los graduados en este campo. Chile y España presentan la mayor brecha de género en este indicador, con tan sólo un 13% y 14% de mujeres entre los graduados en TIC.

⁶ Se ha utilizado la clasificación de campos de educación y capacitación CINE 2013 (UNESCO, 2013).

Si bien entre los estudiantes universitarios iberoamericanos la mayoría son mujeres, un análisis del personal docente muestra brechas de género más similares a la de los investigadores descritas anteriormente. Sólo Cuba cuenta con mayoría de mujeres entre el personal docente y Argentina muestra un patrón equilibrado (Gráfico 6).

Gráfico 6. Porcentaje de mujeres entre docentes de educación superior



Fuente: Red INDICES - 2016 o último dato disponible.

Por el contrario, Perú sólo cuenta con un 22% de mujeres en su planta docente de educación superior. En la misma línea, Bolivia, Colombia, El Salvador y Ecuador están por debajo del 40%.

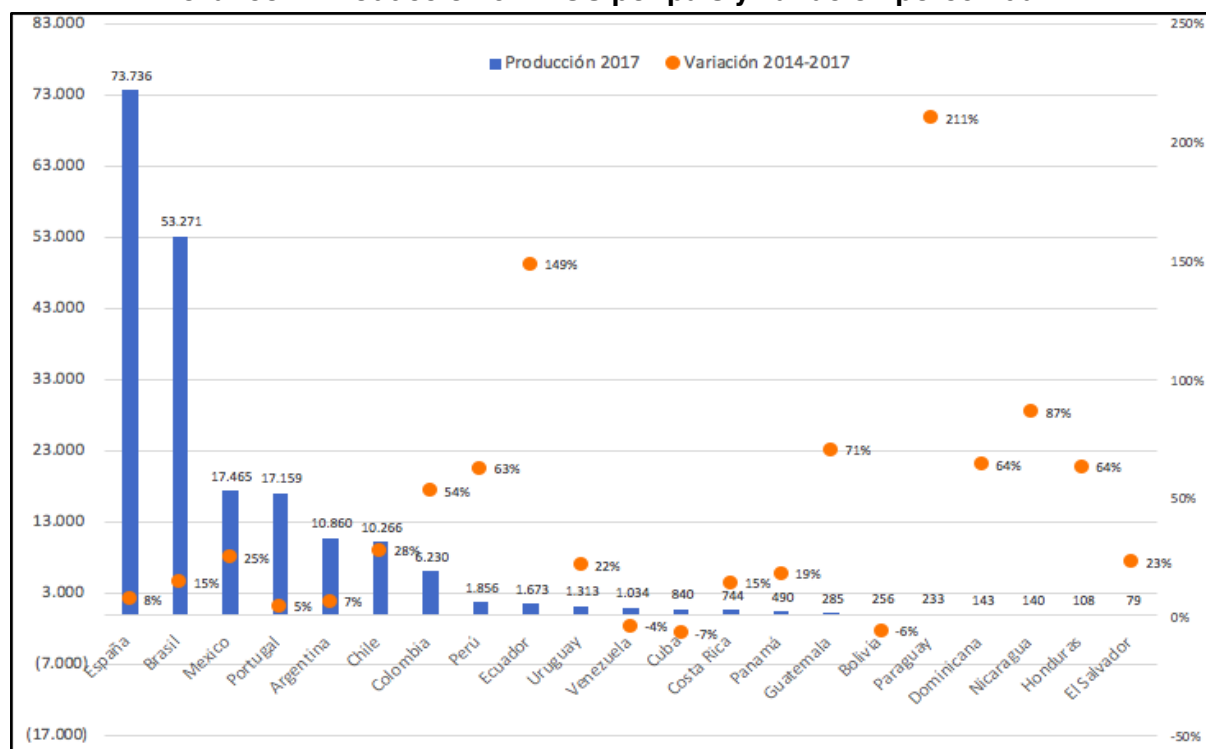
4. La brecha de género en la producción científica

Los países de Iberoamérica han mostrado en las últimas décadas una expansión de su producción científica y un aumento de su calidad, lo que es verificable en las distintas bases de datos bibliométricas. En la *Web of Science* (WOS),⁷ por ejemplo, tan sólo entre 2014 y 2017 los artículos científicos con participación de instituciones de América Latina crecieron un 11%, mientras que en el caso de Iberoamérica el incremento fue del 6%, ya que el crecimiento porcentual de España y Portugal fue menor. Al igual que en otros indicadores, como la inversión en I+D o la cantidad de investigadores, existe un fenómeno de fuerte concentración en los países con sistemas de ciencia y tecnología más desarrollados. El

⁷ *Web of Science* es una base de datos que recoge más de veinte mil revistas internacionales agrupadas en tres colecciones: *Science Citation Index*, *Social Science Citation Index* y *Art & Humanities Citation Index* y que son seleccionadas estadísticamente según su calidad editorial y niveles de citación para dar cuenta de la “corriente principal” de la ciencia internacional.

Gráfico 7 sintetiza el volumen de producción alcanzado en 2017, representado por las barras azules, y el crecimiento porcentual de la cantidad de artículos de cada país entre 2014 y 2017, señalado por los círculos de color naranja.

Gráfico 7. Producción en WOS por país y variación porcentual



Fuente: Elaboración propia a partir de WOS

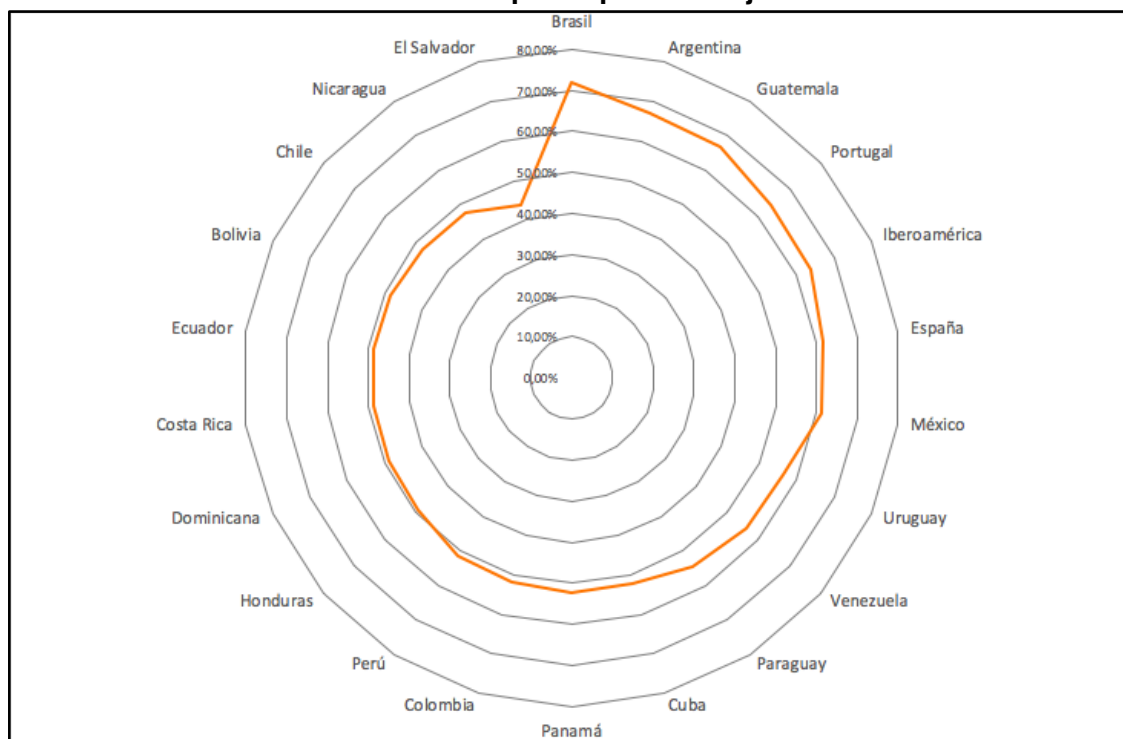
El gráfico muestra que, entre 2014 y 2017, España superó los 73.000 artículos y Brasil los 53.000. México y Portugal tuvieron una producción cercana a los 17.000, mientras que Argentina y Chile estuvieron en torno a los 10.000. Sin embargo, la mitad de los países iberoamericanos no alcanzó un total de 1.000 artículos en ese período.

Más allá de los tamaños relativos, casi todos los países han visto aumentar su producción registrada en WOS, en mayor o menor medida, principalmente en los países de menor tamaño, lo que probablemente es atribuible a que sus investigadores se esfuerzan por integrarse a redes internacionales de producción de conocimiento. En tal contexto de expansión de la producción científica en Iberoamérica, resulta interesante analizar si existe una brecha de género entre autoras y autores, que manifieste diferencias por disciplinas y niveles de productividad⁸.

⁸ Para ello fue necesario descargar de WOS un total de 704.018 registros correspondientes al total de la producción iberoamericana entre 2014 y 2017. Posteriormente se realizó una deduplicación de autoras y autores vinculados a instituciones de la región, a partir del nombre completo, institución de pertenencia y país, obteniendo un listado de 1.099.880 personas distintas, de las cuales 805.756 contaban con su nombre de pila consignado en el registro bibliográfico. Posteriormente, a partir de un diccionario preclasificado de nombres de pila por género se consiguió clasificar un total de 758.195 personas, que mantenían una correcta distribución en términos de países y disciplinas en relación con el total de las autoras y los autores presentes en la producción científica iberoamericana.

Un primer análisis de la participación de hombres y mujeres en los artículos científicos muestra que el país con mayor participación de mujeres en las firmas de documentos es Brasil, donde el 72% de los artículos de instituciones de ese país incluyen al menos una autora brasileña. Luego aparecen Argentina, Guatemala y Portugal con participación de mujeres en el 67%, 66% y 64% de sus artículos, respectivamente. En el extremo opuesto del gradiente aparecen El Salvador, Nicaragua y Chile, con mujeres participando en menos del 48% de los artículos de cada país (Gráfico 8).

Gráfico 8. Artículos con participación mujeres en Iberoamérica

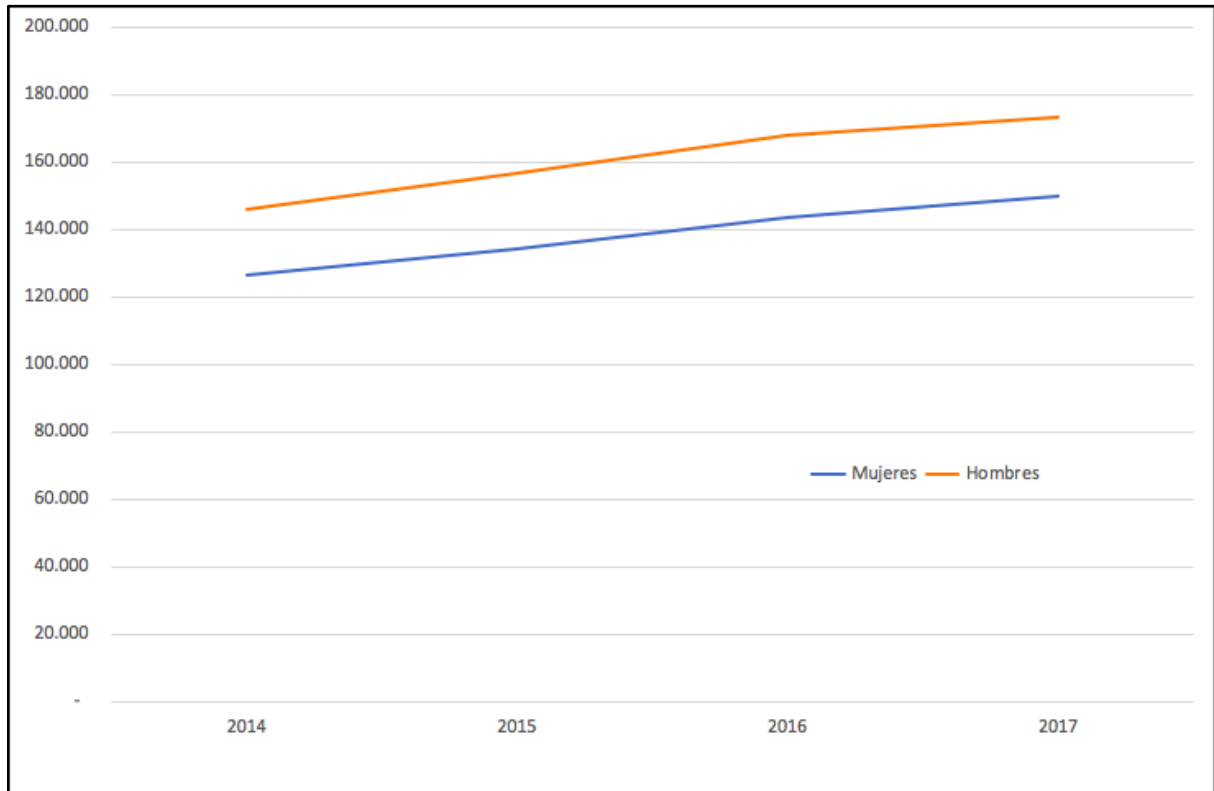


Fuente: Elaboración propia a partir de WOS - Acumulado 2014-2017.

En forma paralela al crecimiento de las publicaciones iberoamericanas, la cantidad de autoras y autores aumentó un 19% entre 2014 y 2017, sin diferencias de género en esa tendencia. Entre las personas que publican las mujeres son una leve minoría, su participación se mantuvo estable en el 46% en esos años (Gráfico 9).

La leve brecha de género entre las personas que publican en Iberoamérica puede parecer alentadora, pero esconde diferencias muy marcadas entre países y disciplinas. Siete países tienen una participación de las mujeres por encima del 46% global de Iberoamérica. El caso más destacado es Paraguay, con un 60% de mujeres y un crecimiento de 9 puntos porcentuales de participación en cuatro años, acompañando un fuerte aumento de su producción científica, aunque partiendo de un volumen bajo de documentos. Luego aparecen Guatemala, Argentina, Portugal, Uruguay, Brasil y Cuba, con niveles de participación de las mujeres entre el 55% y el 48%.

Gráfico 9. Autoras y autores en Iberoamérica

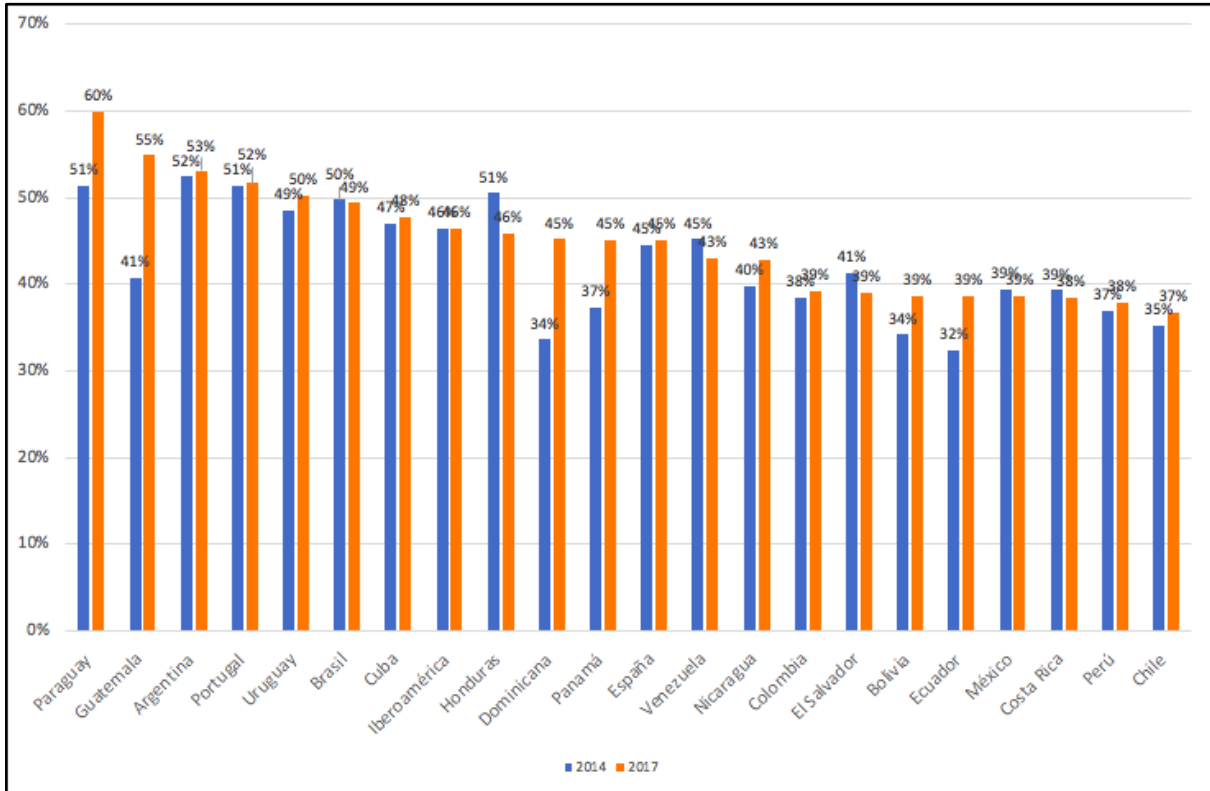


Fuente: Elaboración propia a partir de WOS

Entre los países con menor participación de las mujeres entre quienes publican aparecen Chile, Perú, Costa Rica y México, todos con valores muy cercanos al 38%. Por otra parte, ninguno de ellos muestra un incremento significativo en la participación de mujeres entre 2014 y 2017 (Gráfico 10).

Un detalle para destacar es que los países que han incrementado de manera significativa la participación de las mujeres en la autoría de artículos científicos son países con sistemas de ciencia y tecnología pequeños que han incrementado de forma destacable en este periodo su publicación en los canales internacionales de comunicación registrados en WOS. Además de Paraguay, ya mencionado, es también el caso de Guatemala, República Dominicana y Panamá, que han incorporado a las mujeres de forma muy notable en su producción científica en revistas internacionales.

Gráfico 10. Porcentaje de mujeres entre los autores de países iberoamericanos



Fuente: Elaboración propia a partir de WOS

Los distintos campos disciplinarios son también terrenos en los que se presentan brechas de género entre quienes publican. Para realizar un análisis por disciplina se ha tomado como base la categorización de las revistas científicas indexadas en WOS y que han sido agrupadas en ocho grandes áreas:⁹

- Ciencias agrícolas
- Ciencias de la vida
- Ciencias físicas y químicas
- Ciencias médicas
- Ciencias multidisciplinares
- Ciencias sociales
- Humanidades
- Ingenierías

La Tabla 2 muestra el porcentaje de mujeres entre quienes publican en los países iberoamericanos, en los distintos campos disciplinarios. Las celdas están coloreadas en un gradiente en el que el color verde corresponde al 100% de mujeres y el rojo al 0%. Los valores dan cuenta de la producción científica acumulada para cada país entre 2014 y 2017.

⁹ Cada artículo indexado tiene asignadas las disciplinas de las revistas en las que fueron publicados, que suelen ser más de una. Al mismo tiempo, las autoras y autores pueden publicar en revistas de diversas disciplinas. Para realizar el análisis por género y disciplina que se presenta a continuación se han considerado a todas las personas que publicaron en cada disciplina, por lo que una misma persona puede repetirse en varias categorías.

Para garantizar cierta representatividad estadística sólo se han considerado en cada país las disciplinas con más de 50 autoras y autores.

Tabla 2. Porcentaje de mujeres por disciplina en Iberoamérica

	PY	AR	PT	UY	BR	GT	CU	IB	VE	HN	ES	NI	DO	SV	PA	CO	MX	BO	CR	CL	EC	PE
MEDICINA	68%	56%	56%	55%	56%	52%	54%	52%	53%	52%	49%	44%	47%	47%	47%	47%	45%	44%	48%	44%	46%	40%
CS DE LA VIDA	68%	57%	58%	57%	55%	62%	52%	52%	49%	53%	50%	42%	37%	51%	44%	43%	45%	39%	41%	42%	41%	40%
CIENCIAS SOCIALES		53%	53%	50%	55%	36%	50%	49%	43%		47%		57%		48%	44%	46%	39%	38%	38%	37%	40%
AGRICULT	56%	58%	58%	53%	51%	43%	48%	49%	50%	47%	48%	41%	28%	33%	40%	44%	40%	39%	35%	40%	38%	37%
TOTAL	59%	54%	52%	52%	51%	48%	48%	48%	47%	46%	46%	44%	44%	43%	42%	41%	40%	40%	39%	39%	39%	38%
MULTIDISC		49%	51%	46%	47%	46%	35%	45%	40%		44%				37%	39%	36%	37%	36%	34%	32%	33%
HUMANID		54%	50%	42%	44%			43%	36%		41%					33%	43%			37%	43%	28%
FÍSICA Y QUÍMICA	26%	47%	46%	37%	40%	25%	32%	38%	38%		36%	34%			40%	30%	32%	33%	32%	28%	28%	28%
INGENIER		38%	36%	29%	32%		30%	30%	28%		30%				25%	24%	24%	24%	34%	21%	22%	23%

Nota: El color verde equivale a 100% de mujeres y rojo a 0% de mujeres. Las casillas sombreadas corresponden a disciplinas con menos de 50 autores para el país correspondiente y que no cuentan con suficiente volumen como para ser representativas.

Fuente: Elaboración propia a partir de WOS - Acumulado 2014 -2017.

Analizando el total de las autoras y autores a nivel Iberoamericano, las ciencias médicas y las ciencias de la vida son las que cuentan con una mayor participación de mujeres, ambas con un 52% y son las únicas con mayoría femenina. Las ciencias sociales y las ciencias agrícolas aparecen a continuación, ambas con el 49%. En el otro extremo, las ciencias físicas y químicas y las ingenierías son las de menor participación de mujeres entre quienes publican, con el 38% y el 30% respectivamente. Se verifica así el fenómeno de segregación horizontal que excluye a las mujeres en ciertas disciplinas, especialmente en las ingenierías.

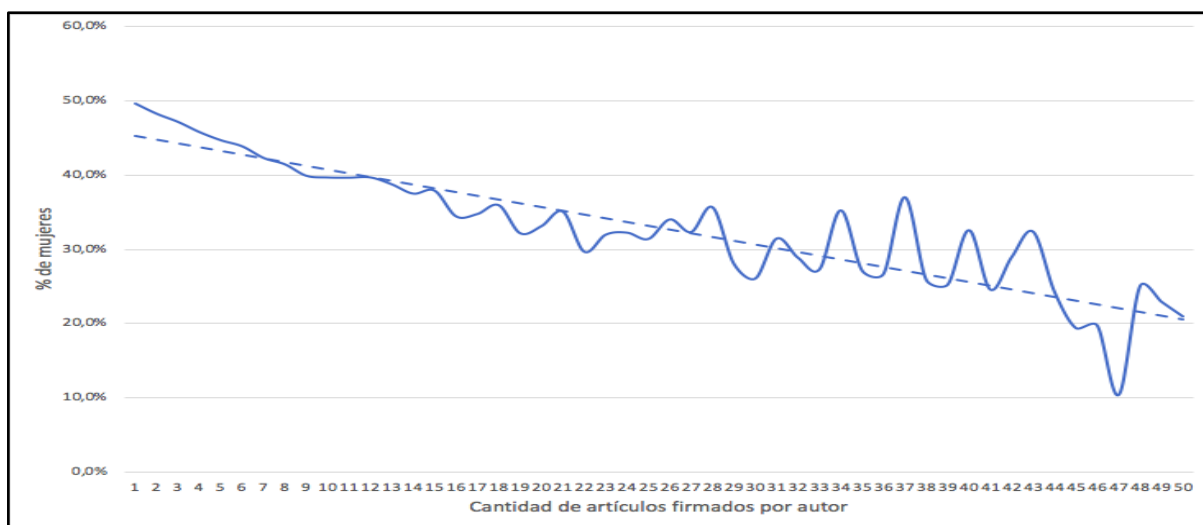
Una vez más, es posible reconocer grupos de países que conforman patrones distintos. Entre los de mayor producción científica, el balance de género más equilibrado lo presentan Argentina y Portugal. En los dos casos se reconoce una minoría relevante de mujeres solamente en las ingenierías, con el 38% y 36%. Curiosamente, muestran también una mayoría relevante de mujeres en las Ciencias Agrícolas (58% de mujeres), lo que no se repite en otros países. Brasil también muestra una distribución balanceada de género entre quienes publican, aunque la minoría de hombres en las Ciencias Físicas y Químicas y en las Ingenierías resulta algo más marcada, con el 40% y el 32% respectivamente.

En España llama la atención que, siendo el país de Iberoamérica con mayor cantidad de personas que publican, las mujeres no son mayoría en ningún área del conocimiento. En ese país, la brecha de género no sólo es significativa en las ingenierías, con un 30% de mujeres, y en las Ciencias Físicas y Químicas, con un 36%, sino también en las Humanidades, con un 41%.

Entre los diez países Iberoamericanos con mayor producción científica, brechas de género más marcadas se presentan en Perú, Ecuador, Chile, México y Colombia. En esos casos, con muy pocas excepciones, la brecha de género es igual o superior al 5% en todas las áreas. En el caso de Perú, incluso, son en todas las disciplinas superiores al 10%. La situación más desigual se produce una vez más en las Ingenierías; en estos cinco países las mujeres son menos de un cuarto de las personas que publican.

Sumando a las brechas disciplinarias, existen también diferencias marcadas entre la cantidad de autoras y autores entre quienes acumulan mayor cantidad de artículos. El Gráfico 11 representa el porcentaje de mujeres, proyectado en el eje vertical, en un gradiente ascendente de cantidad acumulada de artículos publicados entre 2014 y 2017, en el eje horizontal. Se ha puesto como límite máximo la publicación de 50 artículos, para garantizar una cantidad de casos suficiente para el análisis.

Gráfico 11. Autoras según producción acumulada



Nota: Para garantizar la suficiente cantidad de casos se puso como límite a los autores con un máximo de 50 artículos firmados entre 2014 y 2017.

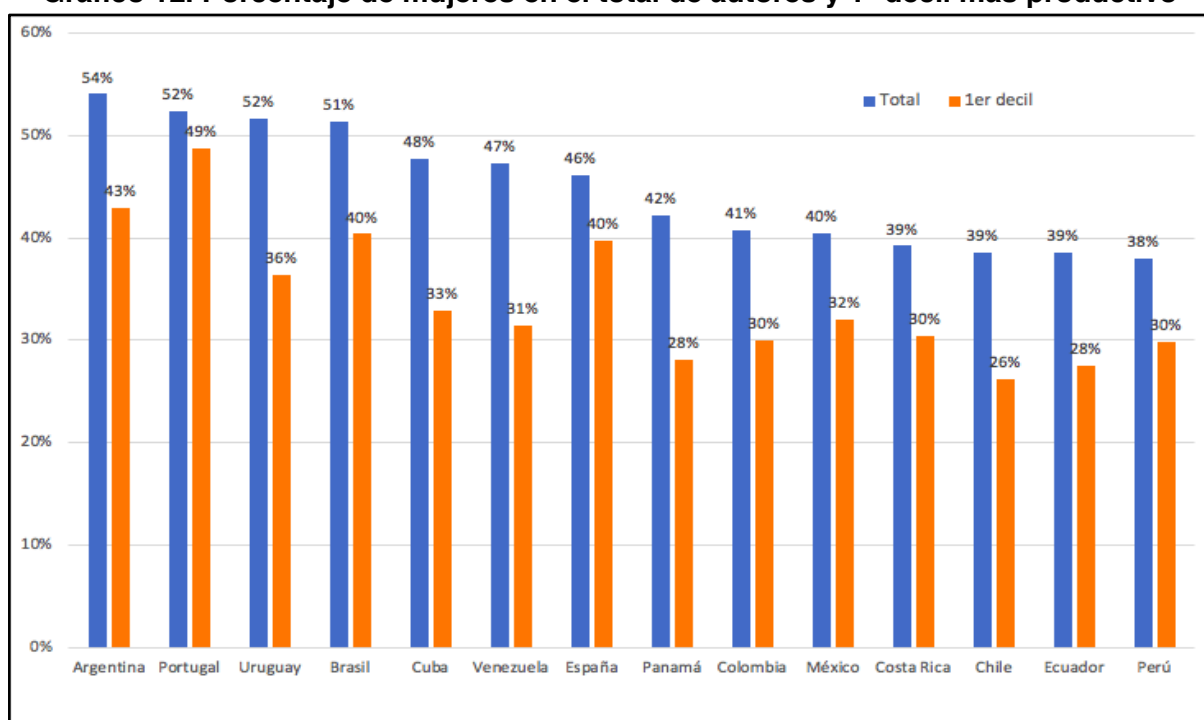
Fuente: Elaboración propia a partir de WOS. Acumulado 2014-2017.

Si bien existen oscilaciones, es posible observar una tendencia claramente descendente que correlaciona la mayor producción con una menor cantidad de mujeres entre quienes publican. Entre las personas que publicaron tan sólo un artículo, se puede observar una paridad exacta de género. Sin embargo, entre los autores de mayor producción se empiezan a observar desbalances. Entre quienes publicaron diez o más artículos en el periodo la brecha entre autores y autoras es superior al 10% a favor de los hombres. Este es un dato que merece ser analizado en detalle, ya que probablemente no expresa simplemente productividad, sino que esté “contaminado” por otros factores, tales como la posición jerárquica en la estructura de los grupos y la costumbre, en algunas disciplinas, de que los jefes de las unidades académicas o de los grupos de investigación firmen la gran mayoría de los artículos producidos por sus integrantes.

En casi todos los países iberoamericanos aparece una brecha de género más considerable entre las autoras y autores más productivos. Si se toma el 10% de las personas con más artículos publicados entre 2014 y 2017 (1° decil) sólo dos países superan el 40% de mujeres (Gráfico 12). Una excepción es Portugal, que no presenta prácticamente diferencia en la distribución de hombres y mujeres entre el total de las personas que publican y las que integran el 1° decil más productivo. La otra es Argentina, que si bien cuenta con un 43% de mujeres en el grupo más productivo, presenta una diferencia con la distribución del total de las personas que publican alcanza a 11 puntos porcentuales.

Si se toma el conjunto de los países iberoamericanos con más de 500 autores, para garantizar un número mínimo de casos en el 1° decil, la diferencia se mantiene. En promedio, la presencia de mujeres en el conjunto más productivo desciende 11 puntos porcentuales, incluso en países donde el grupo total de personas que publican ya está sesgado hacia los hombres. En el caso de Chile, que tiene un 39% de mujeres entre el conjunto total de quienes publican, la participación desciende al 25% en el 1° decil.

Gráfico 12. Porcentaje de mujeres en el total de autores y 1° decil más productivo



Nota: Se consideraron sólo a los países con más de 50 autores en el 1° decil más productivo para garantizar un número mínimo de casos.

Fuente: Elaboración propia a partir de WOS. Acumulado 2014-2017.

En algunos países la brecha de género en el grupo más productivo en relación con la proporción de mujeres entre el total de personas que publican resulta llamativa. Son los casos de Uruguay, Cuba y Venezuela, tres países con paridad de género en términos globales, pero con 15 puntos porcentuales de diferencia con el 1° decil. Esa situación da indicios de una mayor segregación vertical en estos países, que dificulta el acceso de las mujeres a los cargos de mayor responsabilidad en los grupos de investigación.

5. La brecha de género en las redes de colaboración

La colaboración entre investigadoras e investigadores en la producción de conocimiento, pueden ser relevada a partir de la firma conjunta de artículos científicos y representada como una red, en la que cada autor es un nodo y las firmas conjuntas se simbolizan como lazos. Las redes así conformadas pueden ser examinadas con el auxilio de herramientas de análisis propias del análisis de redes sociales, las que permiten medir y analizar las configuraciones que surgen de la recurrencia de las relaciones entre determinados actores o de la ocurrencia de determinados eventos. En este caso, los eventos son las firmas conjuntas de artículos científicos. El análisis de redes sociales asume básicamente, que la interpretación de fenómenos como la brecha de género puede ser refinada al estudiar la conducta de los individuos a nivel micro, los patrones de relaciones y la estructura de la red, a nivel macro.

La idea fundamental es que las interacciones entre actores, además de reflejar los flujos de conocimiento y comunicación, tienen un impacto relevante en el comportamiento de los distintos agentes y, particularmente, en los procesos de aprendizaje. Las redes sociales crean y limitan las oportunidades para la elección individual y de las organizaciones. Al mismo tiempo, los actores mantienen y rompen relaciones y, de esa manera, determinan y transforman la estructura global de la red (Newman, 2001). La aplicación de ese enfoque a la coautoría de artículos permite observar los patrones de aprendizaje y colaboración de las comunidades científicas, detectando las estructuras de poder e influencia.

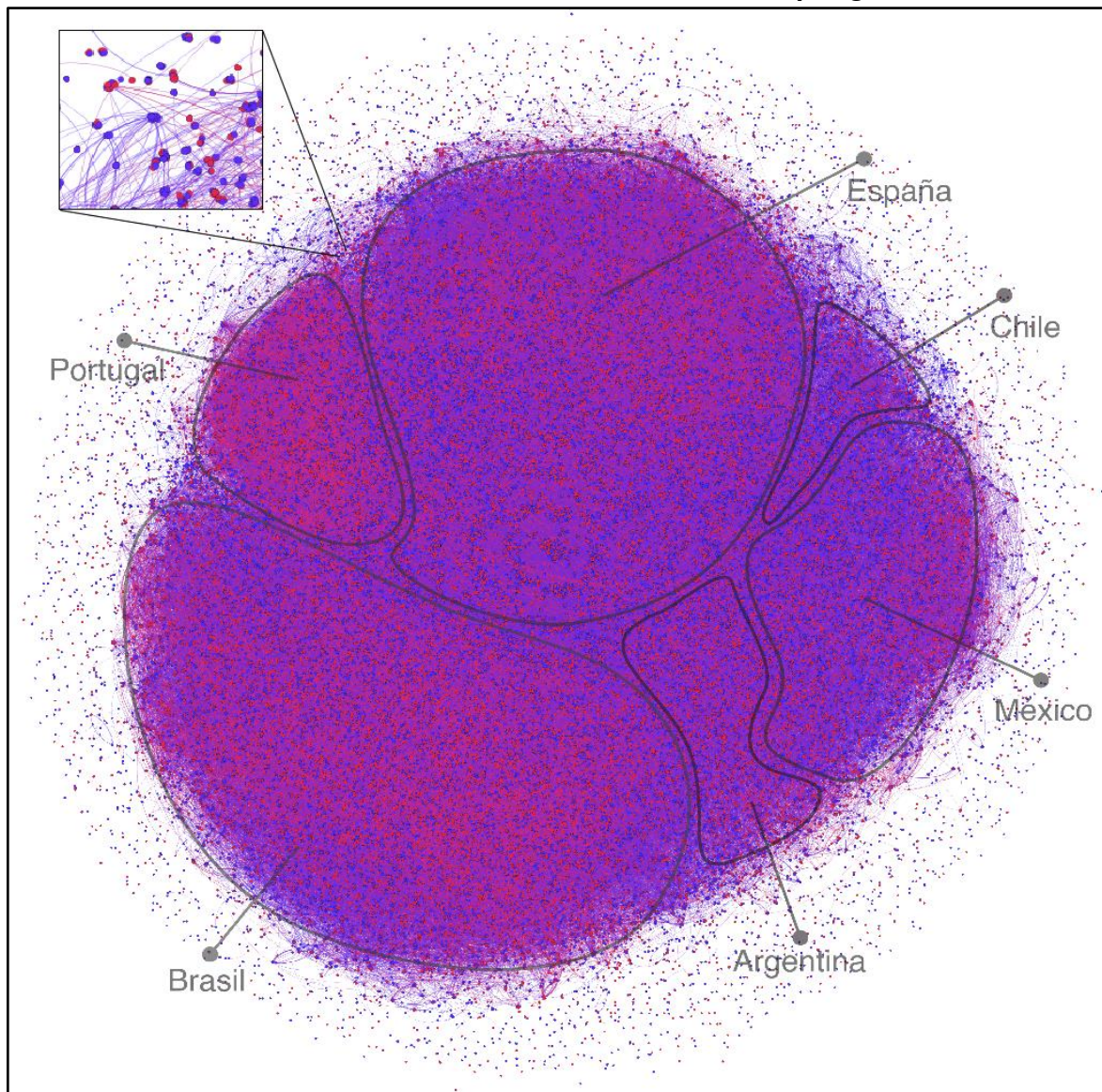
La posición que cada uno de los individuos ocupan en el conjunto de la red se puede medir. Para ello se recurre al análisis de la centralidad de los actores a partir de medidas básicas que representan estas propiedades. Las principales medidas de centralidad son el grado, la cercanía y la intermediación. Adicionalmente, este enfoque permite la representación gráfica de las redes, que mediante diferentes técnicas de visualización permiten al usuario obtener una representación del fenómeno que se está analizando, favoreciendo una interpretación más intuitiva.

El Gráfico 13 presenta la red completa de coautorías entre los más de 700 mil autores de instituciones iberoamericanas en WOS, dando cuenta de un denso entramado de colaboración. Cada uno de ellos está representado por un nodo que ha sido coloreado en rojo para mujeres y en azul para hombres y fue asignado a la disciplina en la que el autor cuenta con mayor cantidad de artículos. Los enlaces están dados por la firma conjunta de un mismo artículo. La representación espacial fue realizada con un algoritmo que ordena los nodos simulando fuerzas físicas, desarrollado específicamente para grafos de gran tamaño (Martin et al, 2011). El resultado es una distribución en la que los nodos más relacionados entre sí aparecen más cercanos, conformando conglomerados. Al mismo tiempo, los conglomerados más conectados con el resto de la red tienden a situarse en el centro del gráfico.

El primer efecto de este algoritmo es que los autores de un mismo país, al colaborar entre sí más que con colegas del exterior, aparecen agrupados espacialmente. Los países iberoamericanos de mayor producción en WOS configuran zonas en los que sus autores se concentran y cuyos contornos pueden ser identificados. Estas agrupaciones no son exactas,

dado que puede haber autores de países que por sus lazos de colaboración queden dentro de zonas de otros países, pero brindan una adecuada representación a nivel general.

Gráfico 13. Red iberoamericana de coautoría por género

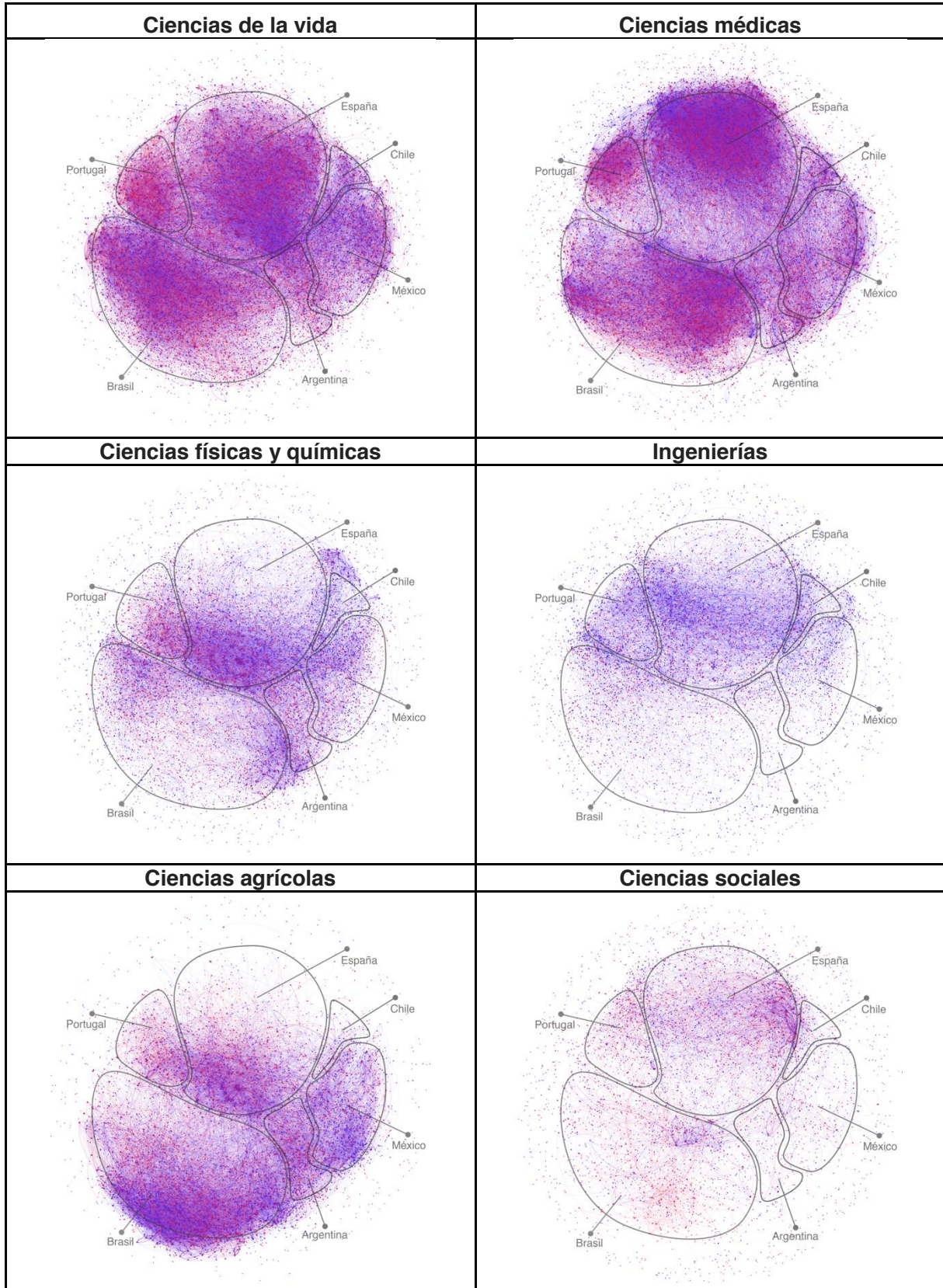


Fuente: Elaboración propia a partir de WOS. Acumulado 2014-2017.

El tamaño de la red hace que sólo sea visible a una escala que no permite identificar cada uno de los nodos, pero define zonas de mayor o menor densidad identificables por su color con una mayor o menor presencia de hombres y mujeres. De esa manera, por ejemplo, las zonas ocupadas por México y Chile tienden más al color azul.

Se pueden apreciar al interior de los distintos países zonas relacionadas con determinadas disciplinas, que conforman núcleos dentro de los conglomerados de cada país. En el Gráfico 14 se presenta la desagregación de la red anterior en cada una de las principales disciplinas consideradas en este estudio.

Gráfico 14. Redes iberoamericanas de coautoría por género y disciplina



Fuente: Elaboración propia a partir de WOS. Acumulado 2014-2017.

Las ciencias de la vida cuentan con una gran masa de autores, con presencia en toda la red y con una participación equilibrada de hombres y mujeres. Su distribución espacial y de

género guarda relación con la de las ciencias médicas, aunque quienes publican en estas disciplinas aparecen concentrados en conglomerados más densos, que dejan más despejado el centro del grafo y las zonas que conforman los límites de los países más grandes de la región. Este fenómeno ofrece indicios de que se trata de una disciplina con una mayor integración nacional que internacional.

Las ciencias físicas y químicas, y más aún las ingenierías, son las disciplinas con menor cantidad de mujeres. Sus redes muestran entramados donde predomina el color azul. Las ciencias físicas y químicas conforman el campo disciplinario más internacionalizado y por lo tanto se ubican en principalmente en el centro del grafo y sobre lo límites de las zonas de concentración de los países. Se observan regiones con mayor presencia de mujeres, tendiendo al rojo, sólo en las zonas ocupadas por Portugal, Argentina y en parte de Brasil.

En las ingenierías casi no se observa presencia de mujeres y los autores se concentran claramente en los países ibéricos, dando cuenta de los bajos niveles de producción científica en disciplinas tecnológicas de los países de América Latina. Las ciencias agrícolas presentan un fuerte conglomerado en parte de la zona ocupada principalmente por Brasil, que muestra conexiones con la región de mayor presencia de Argentina. Llama la atención, sin embargo, las escasas relaciones con las y los colegas de los países de la península ibérica. Se destaca la presencia de mujeres en Portugal y Argentina, donde las mujeres son mayoría en este campo disciplinar. Por último, las ciencias sociales muestran una escasa cantidad de personas que publican, principalmente en las zonas mayormente ocupadas por los países de América Latina. Se destaca un núcleo en Brasil con una presencia casi exclusiva de mujeres y que corresponde a una red centrada en la investigación en psicología.

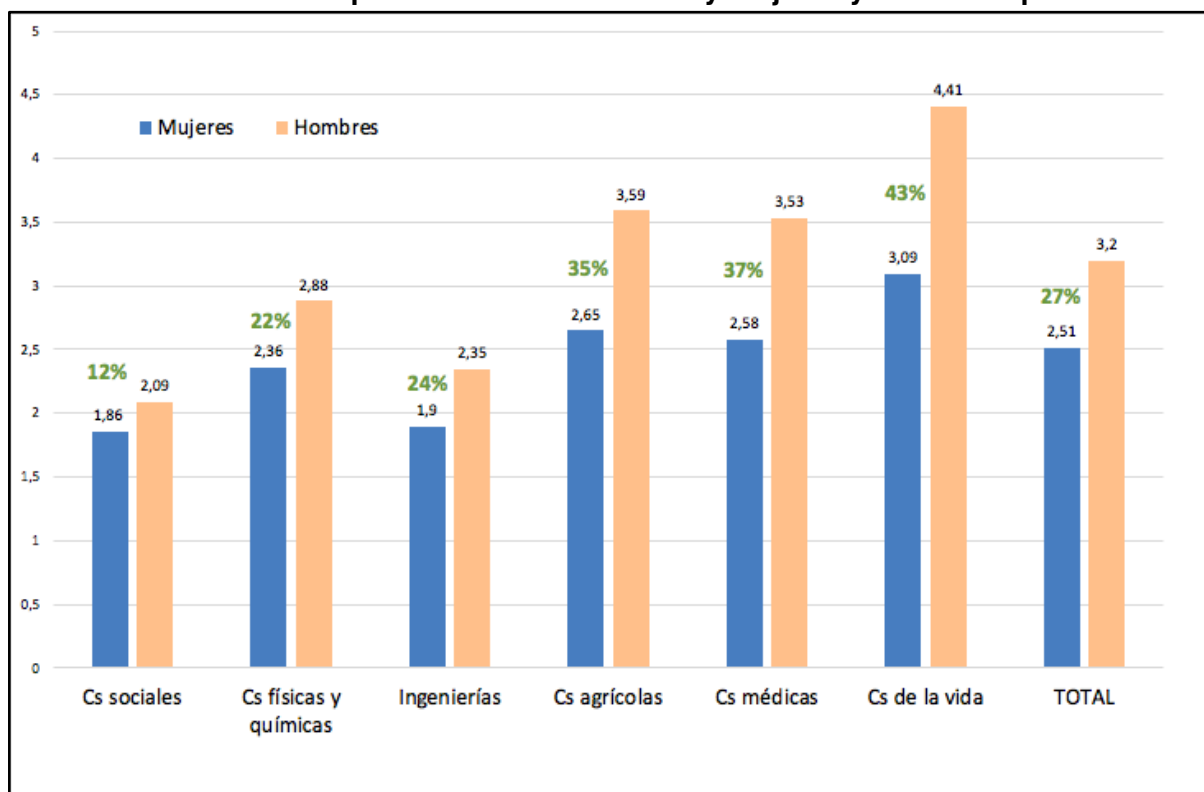
Más allá de las apreciaciones visuales que se desprenden de las representaciones gráficas de las redes, es importante analizar algunas medidas de la conexión de los nodos y que pueden mostrar diferencias de género entre quienes publican. En primer lugar, es posible discriminar el nivel de conexión de cada autor y autora, midiéndolo a través del grado, es decir, del número de lazos que establece cada uno a partir de la publicación conjunta con otros autores y autoras.

Si se toman en cuenta por separado el promedio de grado de hombres y mujeres aparecen diferencias de distinta magnitud en cada campo disciplinario, dando indicios de un tipo de brecha que no podía ser apreciada en otros indicadores utilizados a lo largo de este trabajo. El Gráfico 15 muestra el promedio de la cantidad de conexiones a la red de hombres y mujeres en el total de la producción iberoamericana y en cada disciplina. Dado que cada campo disciplinario tiene patrones de colaboración de diferente magnitud, relacionados con las formas de trabajo y tradiciones de cada área, en cada caso se indica la diferencia porcentual entre ambos para obtener un valor comparable de la brecha de género en la conexión entre hombres y mujeres.

En el total de la producción científica iberoamericana registrada en WOS, los hombres están conectados, en promedio, un 27% más con otros colegas iberoamericanos por medio de la firma conjunta. Llama la atención que el nivel de conexión no esté relacionado con los niveles de participación de hombres y mujeres en las distintas disciplinas. En las ciencias de la vida y las ciencias médicas, las únicas áreas disciplinarias en las que las mujeres son

mayorías entre quienes publican en Iberoamérica, los hombres están más conectados que las mujeres en mayor proporción que en los demás campos, con una diferencia del 43% y 37% respectivamente. Las ciencias agrícolas, que aunque en el total de la producción iberoamericana cuentan con una participación de mujeres algo menor, muestran diferencias de género similares en los niveles de conexión.

Gráfico 15. Conexión promedio entre hombres y mujeres y diferencia porcentual



Fuente: Elaboración propia a partir de WOS. Acumulado 2014-2017.

Justamente en las disciplinas con menor número de mujeres, las ingenierías y las ciencias físicas y químicas, la diferencia en los niveles de conexión entre hombres y mujeres es menor. En ese sentido, se trata de campos de trabajo a los que las mujeres pueden tener barreras importantes de ingreso, pero al que luego se integran en forma relativamente equitativa a las redes de colaboración.

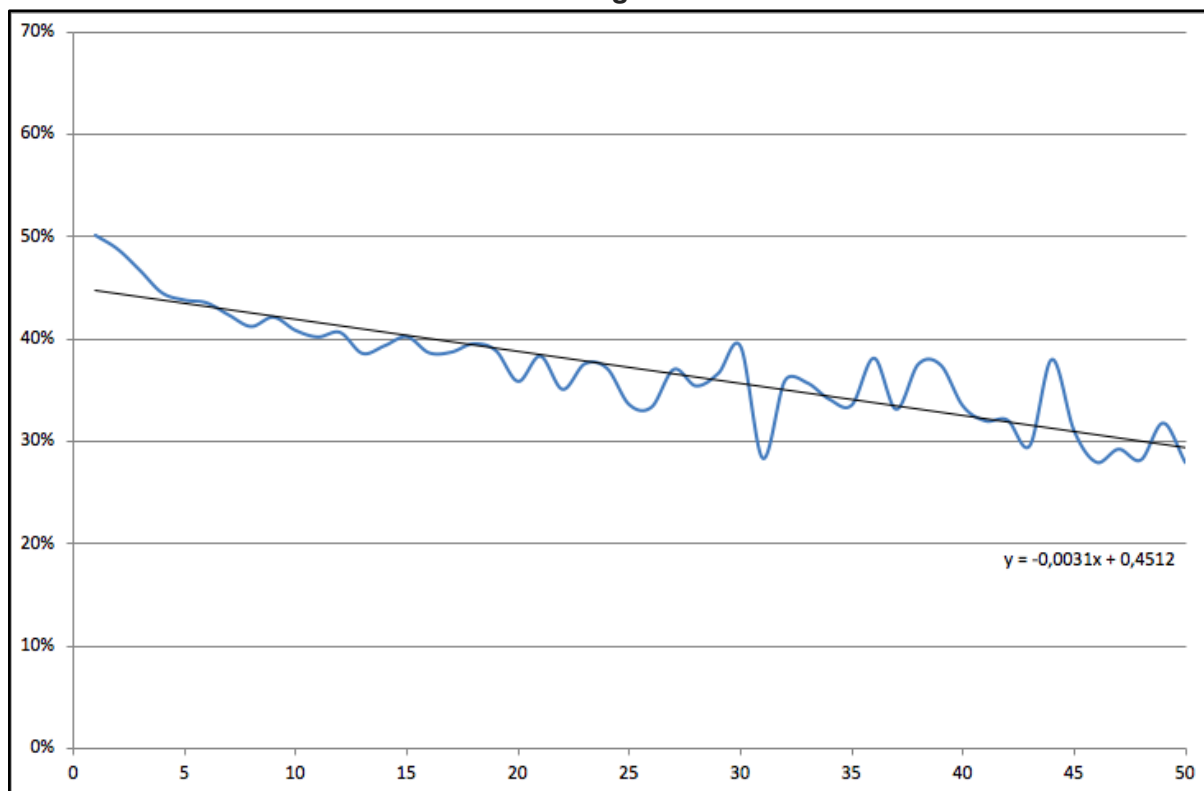
Por último, el caso de las ciencias sociales es el de mayor paridad. En términos de cantidad de personas que publican por género presentan una casi total igual, mientras que la diferencia en los niveles de conexión entre hombres y mujeres son de apenas el 12% en favor de los hombres.

De manera similar al descenso que se produce en el porcentaje de mujeres entre los autores de mayor producción, la mayoría de hombres se incrementa junto con el nivel de conexión a la red. El Gráfico 16 muestra el porcentaje de autoras entre quienes publican según la cantidad de lazos de copublicación con que cuentan.

Entre las autoras y autores que se vinculan con un sólo colega, la paridad de género es perfecta. Sin embargo, entre aquellos que establecieron vínculos con cinco colegas el

porcentaje de mujeres desciende al 45%. Entre aquellos de mayor conexión, que comparten vínculos con 50 autores, las mujeres son tan sólo el 28%.

Gráfico 16. Autoras según nivel de conexión



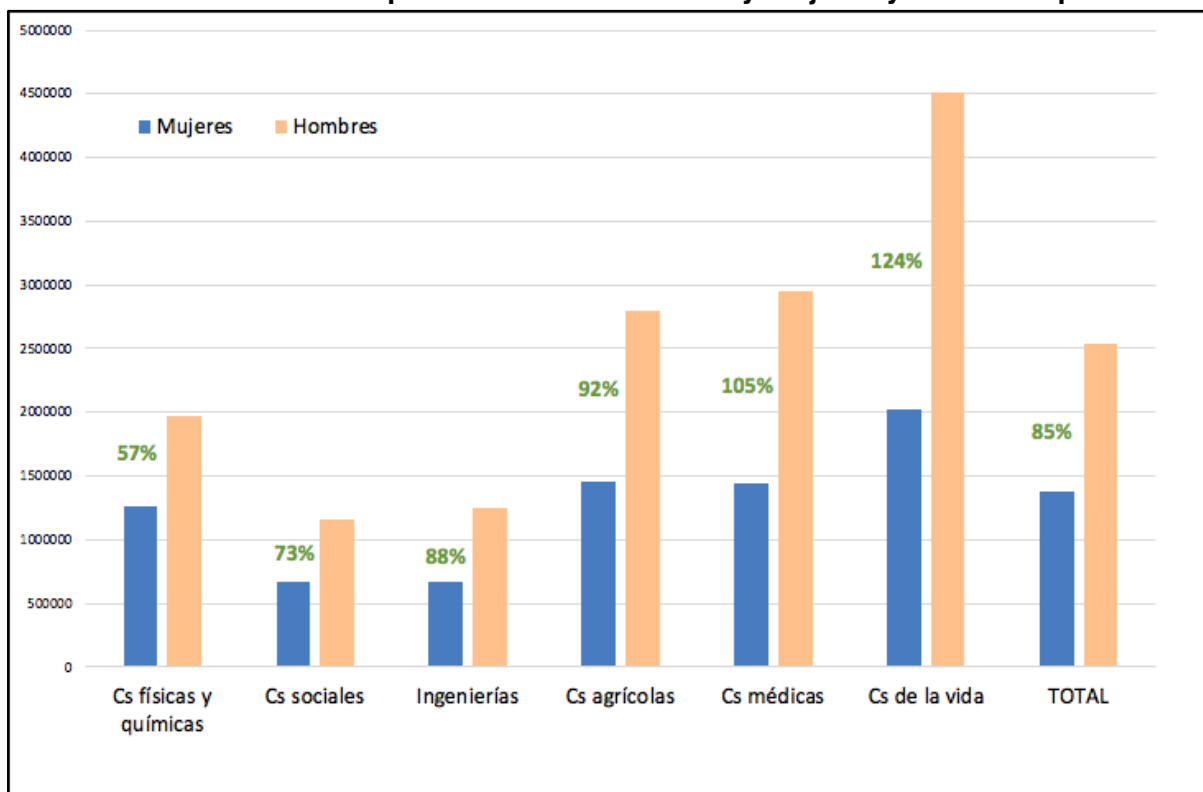
Nota: Para garantizar la suficiente cantidad de casos se puso como límite a los autores con un máximo de 50 vínculos de copublicación con otros autores entre 2014 y 2017.

Fuente: Elaboración propia a partir de WOS.

Otra forma de medir esas diferencias de influencia de hombres y mujeres en las redes de copublicación es la intermediación. Se trata de una medida de la recurrencia con que un actor se encuentra en el recorrido más corto entre otros dos. En redes que representan la comunicación o el intercambio de información, como en nuestro caso, los actores con un alto indicador de intermediación tienen una mayor capacidad de controlar o regular el flujo de información. Así, un nodo con un valor de intermediación alto puede actuar como un administrador del flujo de información entre diferentes regiones de una red.

La diferencia en el valor de intermediación promedio de hombres y mujeres en la red de producción científica iberoamericana muestra una brecha mucho mayor que la del nivel de conexión medido mediante el grado. El Gráfico 17 muestra el valor de intermediación promedio de hombres y mujeres en la producción total y en cada disciplina. En verde se indica la diferencia porcentual de la intermediación entre ambos géneros en cada caso.

Gráfico 17. Intermediación promedio entre hombres y mujeres y diferencia porcentual



Fuente: Elaboración propia a partir de WOS. Acumulado 2014-2017.

En el conjunto de todas las disciplinas, los hombres tienen una intermediación 85% superior a las mujeres, aunque en algunas disciplinas la diferencia es mucho más alta. En las ciencias de la vida la diferencia en favor de los hombres es del 124% y en las ciencias médicas del 105%. Incluso en las ciencias sociales, que presentan altos niveles de paridad incluso en los niveles de conexión de autoras y autores, la diferencia a favor de los hombres en la intermediación es del 73%.

La menor diferencia se presenta en las ciencias físicas y químicas y es del 57% en favor de los hombres. Estos son también los campos disciplinarios con mayor cantidad de vínculos, por lo que la cantidad de caminos alternativos para la comunicación se incrementa, disminuyendo el valor de intermediación general de sus actores.

Estos datos, vistos en conjunto con el incremento de la participación de hombres en los estratos más productivos,¹⁰ indican que las mujeres aparecen en lugares de menor importancia en la red en términos de sus conexiones. Así, los hombres aparecen más como articuladores de las relaciones que sus colegas mujeres.

El análisis de redes permite cuantificar un tipo de brecha que resultaba invisible en otros de los indicadores presentados en este documento. Esta diferencia en la intensidad y el papel que hombres y mujeres juegan en las relaciones con colegas puede ser una evidencia más de los efectos de la segregación vertical.

¹⁰ Datos presentados en el Gráfico 11.

6. Comentarios finales

El análisis de las brechas de género en la ciencia, la tecnología y la educación superior en Iberoamérica muestra que en varios países existe un panorama de relativa paridad, mientras que en otros persiste una disparidad de acceso de las mujeres a posiciones equivalentes a las que alcanzan los hombres en las instituciones científicas y de educación superior. Esta relativa paridad puede ser considerada como el fruto de un largo proceso de cambio social y cultural que ha sido más veloz en algunos países que en otros. Por ejemplo, Argentina, Brasil y Portugal muestran una paridad muy alta en casi todos los indicadores que fueron presentados, incluso con brechas de género relativamente bajas en disciplinas generalmente caracterizadas por la segregación horizontal, como son las ingenierías.

Uno de los pasos iniciales del cambio señalado ha sido, sin lugar a duda, la incorporación masiva de las mujeres a la educación superior. Por ejemplo, ya en los años 80 en Argentina el número de mujeres equiparó al número de hombres en el acceso a la educación superior y hoy ya son mayoría entre quienes asisten a la universidad. Esa fue la condición inicial para que las mujeres pudieran acceder a la producción de conocimiento científico y tecnológico. Los países que han logrado acortar las brechas de género lo han conseguido gracias a los espacios ganados por sus mujeres y a la aplicación de políticas públicas para acompañarlas. En definitiva, es posible afirmar que el acceso de las mujeres a la educación superior en los países de Iberoamérica es equitativo y en, algunos casos, hasta supera el de los hombres.

Por el contrario, los cambios en las estructuras sociales que terminan reflejándose en la información estadística han sido más lentos en países como Perú, Chile, México y Colombia. En ellos, a pesar de contar con sistemas de ciencia y tecnología relativamente desarrollados para el contexto latinoamericano, se registran todavía brechas, en mayor o menor medida, entre quienes investigan y publican, en todos los campos del conocimiento.

También es de destacar que aquellos países de menor tamaño relativo que más han aumentado su producción científica son también los únicos que muestran un cambio en la participación de las mujeres en la ciencia en el corto periodo 2014 - 2017. Por ejemplo, Paraguay, Ecuador y Guatemala han visto incrementar la participación de sus mujeres en la autoría de artículos, entre 9 y 15 puntos porcentuales.

Sin embargo, aún se siguen presentando diferencias significativas en el ascenso (segregación vertical) y permanencia en las carreras de especialización y posgrado.

Es también notable, incluso en aquellos países que han alcanzado una mayor paridad de género, que los fenómenos de segregación vertical en las estructuras de poder de la comunidad científica son aún muy acentuados. Un reflejo del “techo de cristal” es que, si bien hay paridad entre los autores de menor producción, a medida que se toman los estratos más productivos la participación de las mujeres desciende rápidamente hasta representar a menos de la quinta parte de los autores. Esa brecha también se hace evidente en las relaciones de colaboración científica, donde los hombres muestran niveles

de relacionamiento mayor que las mujeres, siendo con mayor frecuencia los nexos con redes de colaboración fuera de sus instituciones y países.

Muestran también los datos que las instituciones científicas y académicas han sido un terreno fértil para la búsqueda de la igualdad de género en Iberoamérica. Aún con sus dificultades, particularmente en el acceso a puestos de alta relevancia, y con las brechas que aún se registran en muchos países, la situación es más alentadora que en otras áreas. Las empresas, por ejemplo, son un lugar de mucha mayor segregación, lo que incluso puede verse reflejado en la proporción de mujeres entre quienes investigan en el sector privado. En ningún país iberoamericano las mujeres en el sector empresarial superan el tercio del total de quienes investigan.

Fuentes utilizadas

BID (2018): Las brechas de género en ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe. Resultados de una recolección piloto y propuesta metodológica para la medición. Disponible en:

<https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/8863/Las-brechas-de-genero-en-ciencia-tecnologia-e-innovacion-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Estébanez, M (2010): Género y profesión en el análisis de la ciencia argentina. Versión adaptada del paper presentado en FORO NACIONAL INTERDISCIPLINARIO MUJERES EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD FONIM 2010. Bariloche, 15 al 16 de abril 2010. Centro Atómico Bariloche- Instituto Balseiro –Comisión Nacional de Energía Atómica.

Disponible en:

http://sidetec.tucuman.gob.ar/wp-content/uploads/2017/03/g%C3%A9nero_y_profesi%C3%B3n_en_la_ciencia_argentina_cab_2010.pdf

González, M; Pérez Sedeño, E (2002): Ciencia, Tecnología y Género. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad*. Número 2 / Enero - Abril. Disponible en:

<https://www.oei.es/historico/revistactsi/numero2/varios2.htm>

González, M; Fernández, N (2016): Ciencia, tecnología y género. Enfoques y problemas actuales en *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad*, vol.11 no.31. Buenos Aires.

Grant, A (1995): Women in Science: An Exploration of Barriers. Disponible en:

<http://www.andreagrants.org/work/paper.html>

Holloway, M. (1993). A Lab of Her Own. *Scientific American*, 269(5), 94–103. doi:10.1038/scientificamerican1193-94

Lincoln Mullen (2018). gender: Predict Gender from Names Using Historical Data. R package version 0.5.2.

S. Martin, W. M. Brown, R. Klavans, and K. Boyack (2011), "OpenOrd: An Open-Source Toolbox for Large Graph Layout," SPIE Conference on Visualization and Data Analysis (VDA).

Newman, M., 2001. The structure of scientific collaboration networks. *PNAS* 92 (2).

Rosser, M (1993): The Matthew Matilda Effect in Science. *Social Studies of Science*.

UNESCO (2013): Clasificación de Campos de Educación y Capacitación de la CINE 2013.

Fuentes estadísticas:

Banco Mundial. Datos demográficos por sexo. Disponible en

<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL.FE.ZS?view=chart>

Red INDICES. Estadísticas de estudiantes y personal de la educación superior

<http://redindices.org/indicadores>

RICYT. Estadísticas de recursos humanos en I+D. Disponible en

<http://www.ricyt.org/indicadores>

ISSN 2415- 1785

Papeles del Observatorio N° 09

October 2018

International Standard Serial Numbering (ISSN): 2415- 1785

Ibero-American Observatory of Science, Technology and Society of the Organization of Ibero-American States (OCTS-OEI – “Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad-Organización de Estados Iberoamericanos”).

Address: Paraguay 1510 (C1061 ADB), Buenos Aires, Argentina.

Phones: (+54-11) 4813-0033 / 4813-0034

E-mail: observatoriocts@oei.org.ar

Facebook: Observatorio Iberoamericano CTS

Twitter: [@ObservatorioCTS](https://twitter.com/ObservatorioCTS)

Gender Gaps in Ibero-American Scientific Production

Mario Albornoz,¹ Rodolfo Barrere,² Lautaro Matas,³ Laura Osorio³ and Juan Sokil³

1. Science and Technology Gender Gaps

The perspective of gender has started raising more interest in the social studies of science and technology since the limited participation of women in the production of scientific and technological knowledge was assumed as a problem. Some studies have focused on analyzing the absence and invisibility of women in science together with the inequality in their access to higher education and research, which finally ends up interfering with their admission and permanence in scientific careers, research groups and hierarchical positions in decision making, among others (Holloway, 1993; Grant, 1995; González y Pérez, 2002; González, 2016).

According to the expansion of the information on these problem areas, several phenomena such as the “glass ceiling”, the “Matilda effect” or the “Curie effect”⁴, among others, have been taken as a reference to interpret the situation of women in the scientific structure all over the world and to demonstrate that, although the access of these to higher education in several countries has become fair and equal and that in some cases, it even surpasses that of men, there are still significant differences in promotion (vertical segregation) and permanence in specialization careers and post-graduate courses.

It has been pointed out that there are biases in the choice of work subjects and scientific disciplines for women, for historic, sociological, economic and biomedical subjects, but not in technological careers, which is interpreted as a tendency to perpetrate the stereotypes built about gender, which consolidates and increases the gap (González, 2016). The data ratify that women tend to follow technological and engineering careers less frequently than men and, on the contrary, they concentrate on social and medical sciences (also called horizontal segregation) (Interamerican Development Bank [BID – “Banco Interamericano de Desarrollo”], 2018).

¹ Coordinator of the Ibero-American Observatory of Science, Technology and Society (OCTS-OEI)

² Coordinator of the RICYT (“Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología”).

³ Members of the Technical team of OCTS and RICYT

The authors are grateful for the valuable comments of María Elina Estébanez.

⁴ The term “Matilda effect” has been defined by Margaret W. Rossiter (1993), a historian of the science, with reference to Matilda Joslyn Gage, a suffragist and a defender of women's rights towards the end of the nineteenth century. This effect, together with the “Curie effect”, prove the lack of acknowledgment of women's work in science and therefore their marginality in the system of rewards of the scientific system compared with that of men. Furthermore, the so called “glass ceiling” described by Marilyn Loen (1978) refers to the obstacles, that are sometimes “invisible” that women have to face to be promoted in their professional careers.

To face such bias, the gender issue in education and science has been gradually incorporated to the political agendas of Ibero-American countries influencing programs and projects focused on promoting women formation, training and professional development in scientific, technological, engineering and mathematical issues (STEM – Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Nevertheless, in spite of the fact that their participation has clearly increased, in several countries and in certain disciplinary sectors, there is a gender gap that influences the acknowledgment of women work in science, their access and permanence in relevant positions and in their economic remuneration. This is not only on differences in formation, experience or abilities, but instead it is based on reasons inherent to women self-exclusion stemming from tensions which derive from the difficulty in conciliation of their private and professional life. It is also relevant the lack of employment support during their maternity period and certain cultural stereotypes that generate prejudices on the possibility of women professional success and their competence to assume power positions. All these structural factors discourage their career advancement.

To analyze the current situation and their gender gap tendencies in scientific production, it is necessary to have access to updated information on higher education, the scientific and technological activities (STA) and research and development activities (R&D) in the region. This is not always an easy task, given that some countries still keep an information bias that hinders the knowledge of the situation of women, which makes it difficult to have updated and reliable parameters to prepare diagnostics that may support the specific policies. This is specifically the case in some Latin American countries which suffer a structural difficulty in the building of indicators that may make visible the diversity in gender situation (Estébanez, 2010).

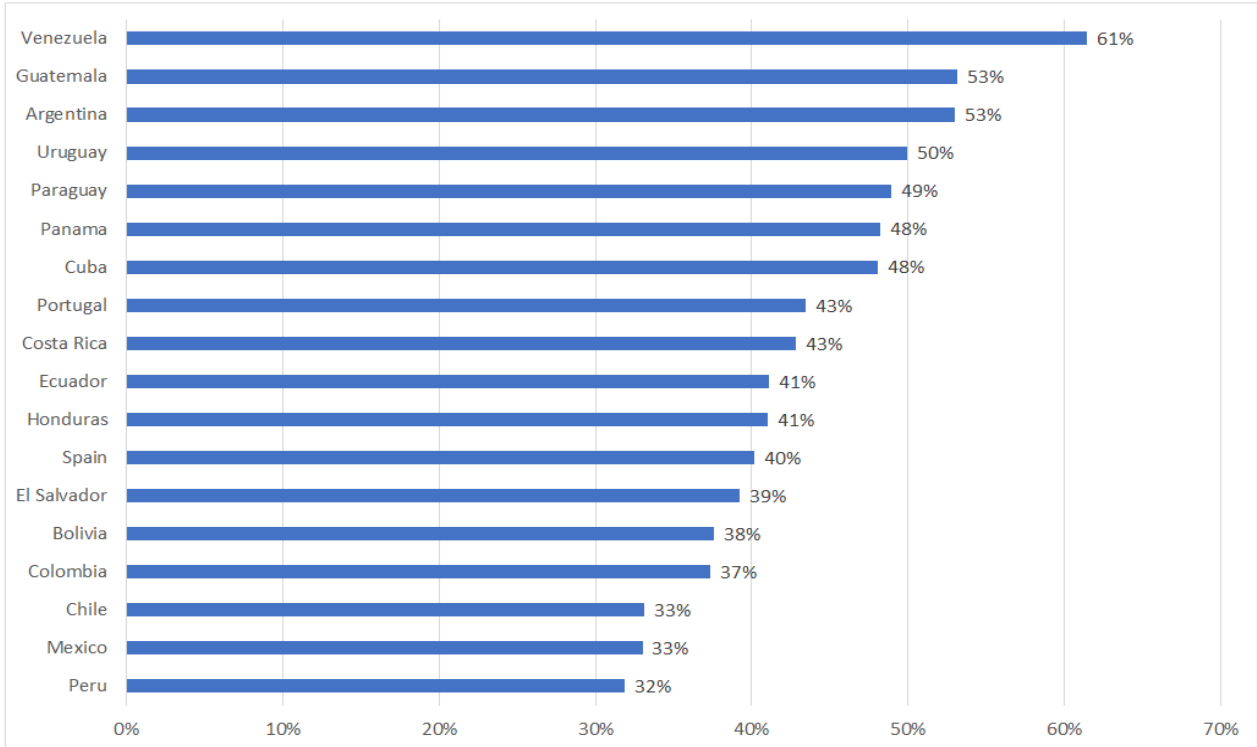
For such reason, the RICYT and the Red INDICES (“Red Iberoamericana de Indicadores de Educación Superior”), attempt to enrich the debate contributing with relevant information on women in higher education, the scientific production of the female researchers and scientific collaborators that take place in Ibero-American ambit, with the purpose to watch how the gap in the different countries and fields of knowledge evolves.

2. Gender Gap Among Researchers

The population of Ibero-American countries is divided in equal parts between women and men. According to the information provided by the World Bank, 50.6% of the population are females and there are not significant variations in such distribution.⁵ Nevertheless, in each country, the participation of women in the research teams reach varied levels. Considering the official statistics produced by science and technology organizations of the region, it is observed that one third of the countries show certain gender parity, with female participation percentages between 48% and 53%. In the remaining ones, the gap is wide and includes, from a striking majority of women in Venezuela, with 61%, up to a sharp minority in countries such as Chile, México and Perú, in which women are just one third of the total scientific basis.

A first observation shows that the differences in the gender gap are not necessarily related to the development level of the science and technology systems. Argentina shows a balanced pattern. Brazil also does, because although there is not a systematic indicator in this respect, it appears to be balanced in other data which shall be submitted in this document. But countries with highly developed systems for the Ibero-American context, such as Spain (40%) or Mexico (33%), show significant gender gaps (Chart 1).

Chart 1. Women Percentage Among Researchers



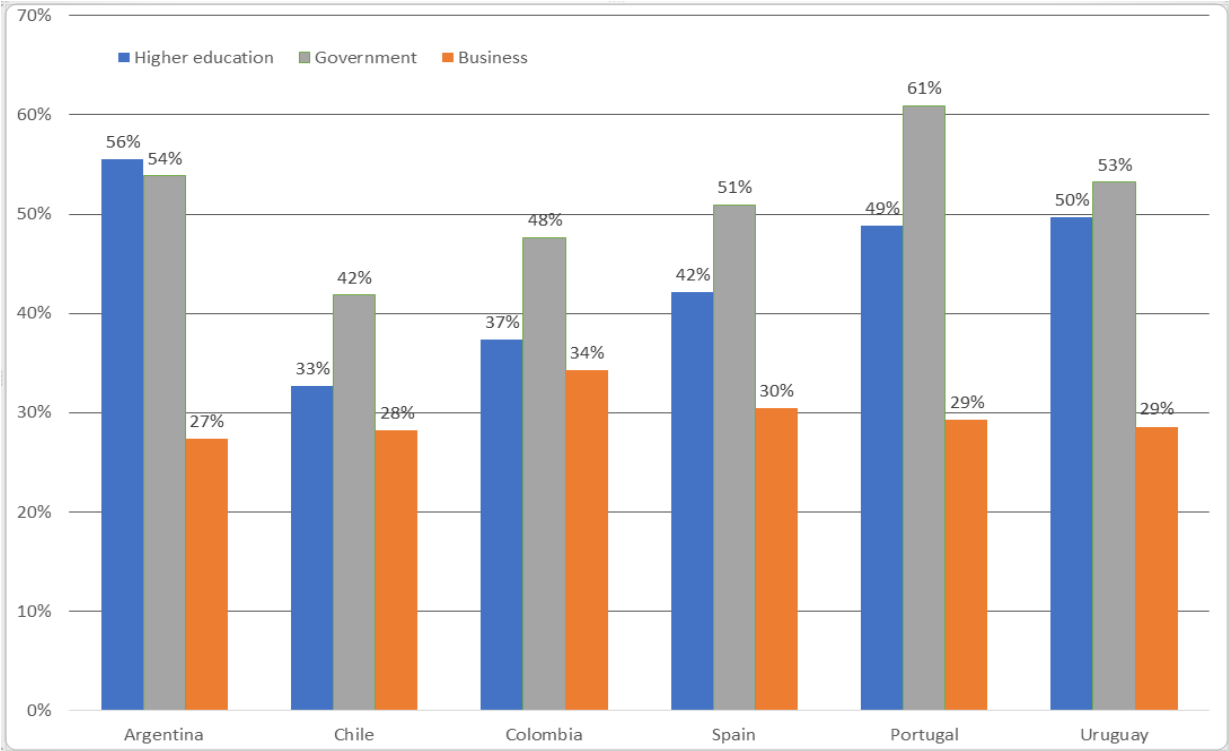
Source: RICYT - 2016 or last data available.

⁵ <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL.FE.ZS>

Although the indicators added at the level of each country do not take into account aspects such as vertical segregation (“glass ceiling”), as the analysis goes deeper discriminating sectors or types of activity, more specific gender gaps start to appear. One of them is women participation in the group researchers in each sector.

The clearest example is watched among the researchers who work in the business sector, including in those countries that show parity in general. In Argentina por example, only 27% of those who research in firms are women, in Portugal 29% and in Spain 30%. A somewhat higher value is found in Colombia, but in general the percentage of researchers in firms is lower than a one third (Chart 2). This phenomenon may be explained in part because the main fields of R&D in firms, together with technological disciplines and the engineering ones, include a lower participation of women.

Chart 2. Percentage of Researchers per Sector



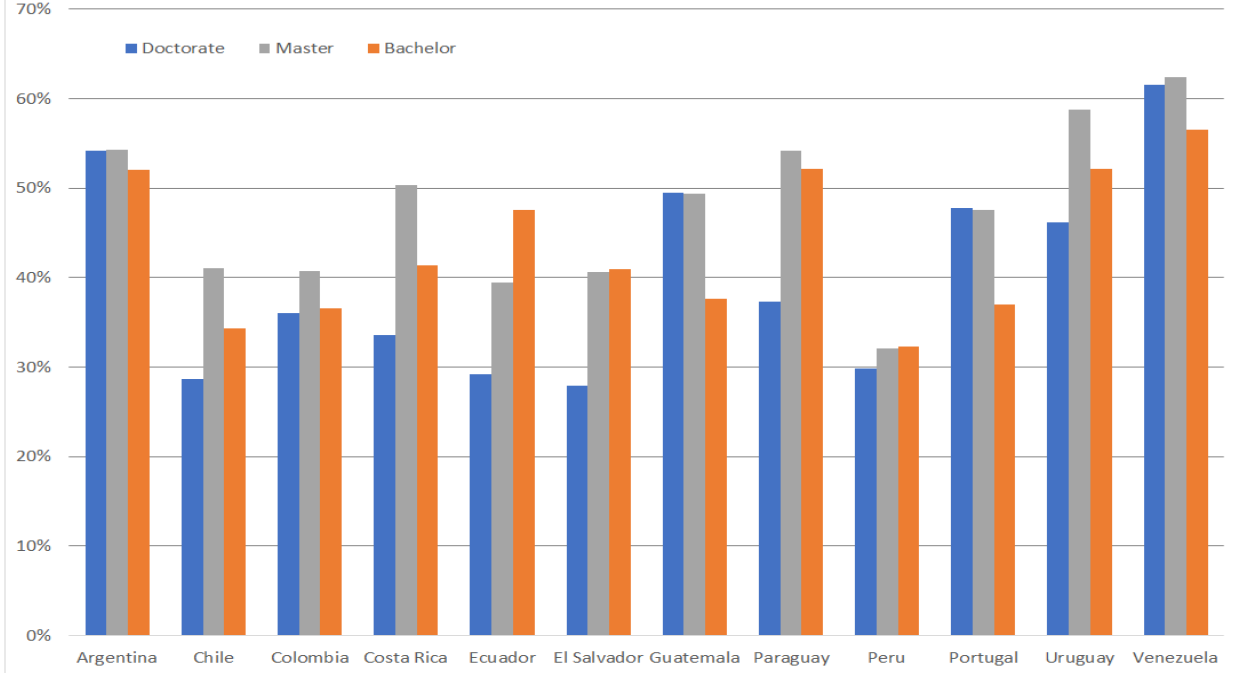
Source: RICYT - 2016 or the last data available.

In the public centers of R&D the highest degree of parity is registered in all the cases. In the six countries producing that indicator in Ibero-America, only Chile shows a significant gap between men and women in this sector, with a participation of women equivalent to 42%. Other countries show a reverse situation, since more than a half of those who research are women. Such is the case of Argentina, Spain and Uruguay, with the striking case of Portugal where more than 60% of those who research or develop technology are women.

In the universities, where the greater number of researchers are found in the region, there is an intermediary overview between the values registered in firms and in public centers of R&D. Given the volume of human resources of the sector, the women percentage is very close to the

total number of the researchers: Argentina and Uruguay show the greatest parity, with 56% and 50% of women respectively. Chile and Colombia, with 33% and 37% show a greater gap. Now, if we take into account the maximum level of formation reached, biases are detected toward finding a majority of men in some countries. It is possible to observe the phenomena, especially at the level of doctorate (Chart 3).

Chart 3. Percentage of the Researchers According to Educational Level



Source: RICYT - 2016 or last data available

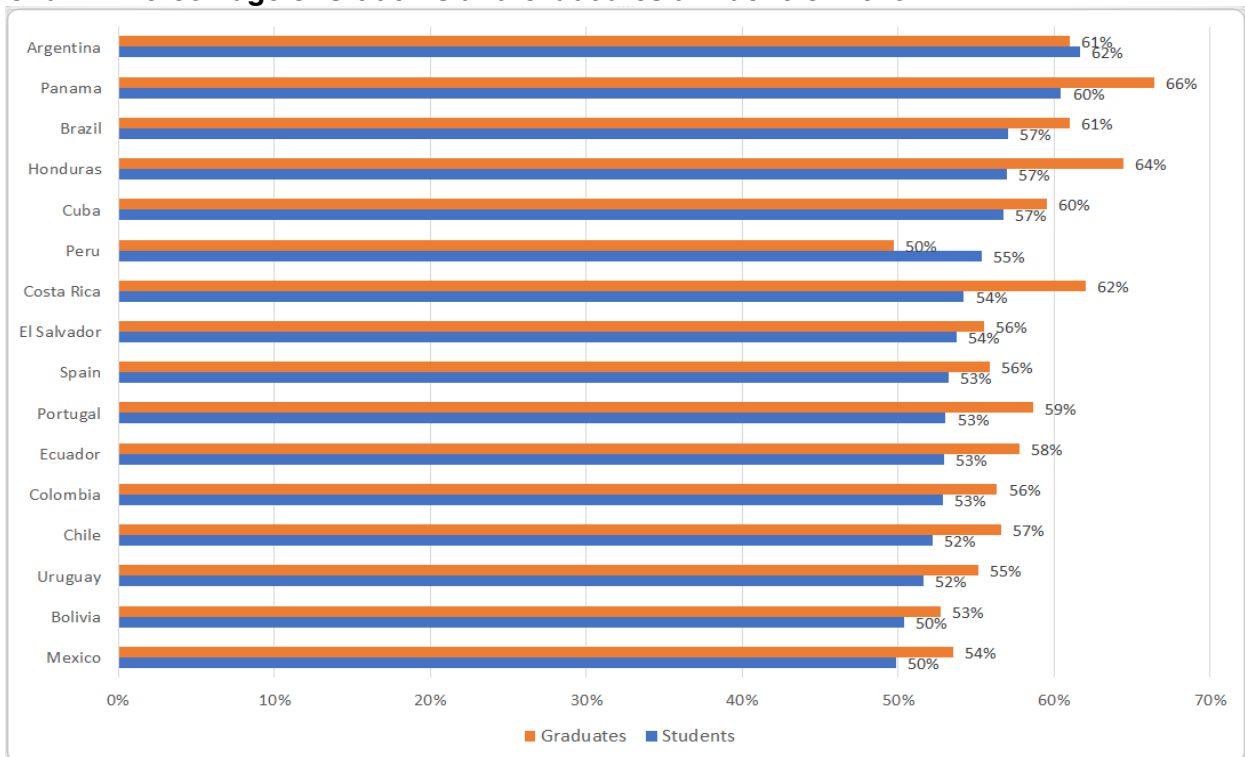
This indicator, nevertheless, does not appear to be directly associated with the global values of gender parity. In Peru, the country with the greatest gender gap among the researchers of the region, there is no difference evidenced in the presence of women in the different levels of the academic level reached. In Uruguay, instead, in spite of the parity at the general level, women appear somewhat behind with 46%, among the researchers who have reached the level of doctorate. The countries with the greatest gap between their researchers with a doctorate are Chile, Ecuador and El Salvador, with less than 30% of women with this level of qualifications.

To better understand the situation introduced by these indicators, it is necessary to analyze other aspects. On the one hand, gender gaps in higher education are very much related to the participation of women in the R&D activities. On the other hand, the presence of men and women in the auditing of scientific papers, their production levels, their disciplinary distribution and their collaboration patterns offer greater details about the dynamic gender differences in scientific production. Both aspects are analyzed more in detail herein below.

3. Gender Gap in Higher Education

The majority of those who go in for higher level in Ibero-America are women. Only in Mexico and Bolivia there is an almost exact parity, while in the rest of the countries the percentage of women surpasses 50% and, in the case of Argentina and Panama, it equals or slightly exceeds 60%. The women increase among the student population is a phenomenon that has lasted decades in Ibero-America. As from the 80', women have started to outnumber men in many countries (Chart 4).

Chart 4. Percentage of Students and Graduates at Bachelor Level



Source: Red INDICES - 2016 or the last data available.

The great number of women is even more visible among graduates: in all the countries, the number of female graduates supersedes that of male graduates. In some cases, the difference in the distribution among those who start the career and those who graduate is significant as for example in Costa Rica where the number of women who study is 54% and reaches 62% of the total number of the students who graduate.

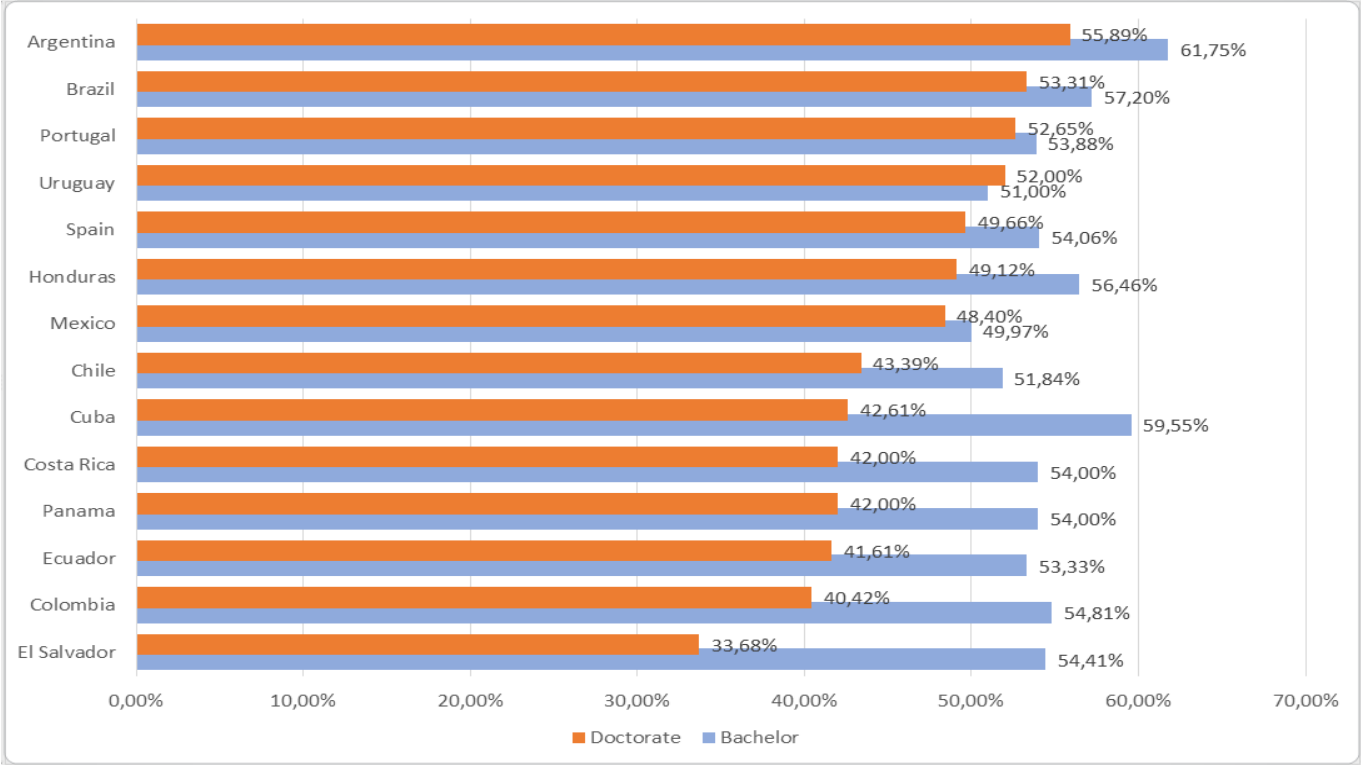
Only in the case of Peru, the participation of women who graduate is significantly lower than those who start their studies, with values of 55% and 50% respectively. This distribution might show the higher level of dropout of women in higher education in this country.

The gender parity overview among students of higher education is tinted when the different levels involved are analyzed. Within the total number of the student population in higher

Education in Ibero-America, women reach 54%, but at the level of doctorate it is 51%. Nevertheless, this equal value at the regional level hides differences that show significant gender gaps in some countries.

In all the countries of the region, the proportion of women that take the bachelor's degree is greater than in the doctorate (Chart 5). Including in countries with high gender parity in university education, such as Argentina and Brazil, where the number of women is 5% lower at the doctorate level than at the bachelor's degree. In Portugal, Uruguay and Mexico, on the other hand, there are not significant differences.

Chart 5. Percentage of Women in the Levels of Bachelor's Degree and Doctorate.



Source: Network INDICES - 2016 or the last data available.

The case of Mexico is worth mentioning, because it shows gender gaps in many of the indicators submitted herein above in this report, but not in this case. This situation may be related to specific policies to approach the situation such as for example the postgraduate scholarships negotiated with the CONACYT (“Consejo Nacional de Ciencia Y Tecnología - National Council of Science and Technology) within the framework of policies that preserve the perspective of gender equality.

On the contrary, some countries show very significant gaps between men and women at the level of doctorate, in comparison with the bachelor's degree level. The more significant cases are those of El Salvador and Colombia, where the difference in the presence of women at the level of doctorate is of 20 and 14 percentage points respectively, although they are also significant in Chile and Ecuador. Cuba, for its part, shows an important gap among men and

women who study at the level of doctorate. In spite of the fact that there are 60% of women at the bachelor's degree level, only 43% are women at the doctorate level.

As to the fields of study, higher education in Ibero-America follows characteristic gender patterns per discipline, which have been described in different studies at the international level. The main feature lies in the fact that the technological engineering and disciplines show a less participation of women, in comparison with social, education and health sciences, which concentrate a much higher number of women than of men. Table 1 shows the women percentage among higher education graduates of Ibero-American countries in each formation field.⁶ The cells are colored in a gradient in which the green color corresponds to 100% of women and the red color corresponds to 0%.

Table 1. Graduates in Higher Education per Gender and per Field of Knowledge.

	PR	AR	BR	PT	CL	CO	SV	ES	MX
Education	77%	79%	77%	82%	80%	68%	67%	76%	73%
Health and welfare	75%	74%	76%	77%	78%	73%	75%	73%	68%
Social Sciences, Journalism and Information	70%	68%	70%	70%	67%	69%	67%	64%	70%
Art and Humanities	57%	70%	57%	62%	54%	51%	59%	59%	58%
Business management and law	58%	58%	58%	59%	56%	63%	60%	57%	55%
TOTAL	63%	61%	61%	59%	57%	56%	56%	56%	54%
Natural Sciences, mathematics and statistics	62%	66%	60%	62%	47%	56%	51%	51%	52%
Services	43%	44%	63%	46%	51%	47%	63%	46%	30%
Agriculture, forestry, fishing and veterinary	49%	41%	49%	64%	47%	42%	23%	43%	34%
Engineering, industry and construction	22%	40%	35%	33%	17%	34%	17%	26%	28%
Information and communications technologies	22%	19%	15%	23%	13%	27%	28%	14%	32%

Note: The cells are colored in a gradient in which the green color corresponds to 100% of women and the red color corresponds to 0%.

Source: Red INDICES - 2016 or the last data available.

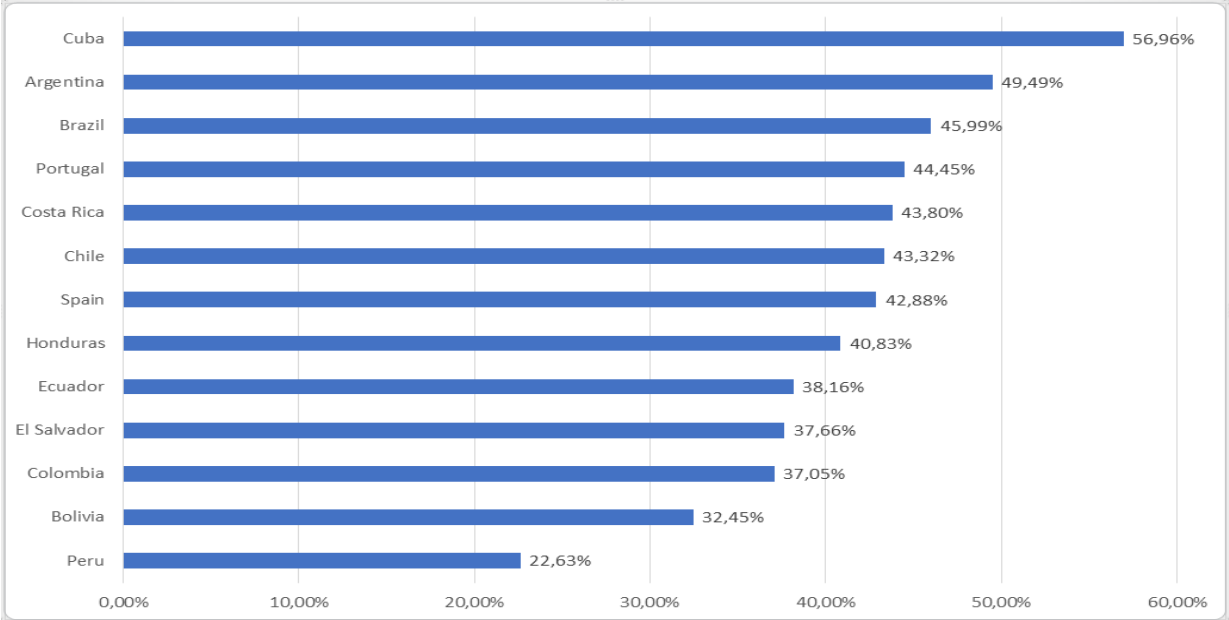
Nevertheless, once more, these phenomena are acute in some countries of the region. In the field of engineering, industry and construction all the countries show women minority, nevertheless the most acute situation is given in Chile and El Salvador, where women only reach 17% of those who graduate. Even in Portugal, a country which shows a 63% of women of among all those who graduate, these reach only 22% in these more technological fields.

⁶ The classification of education and training fields ISCED (International Standardized Classification of Education – “Clasificación Internacional Normalizada de Educación”) 2013 has been used (UNESCO, 2013).

The absence of women is still more marked in Information and Communication Technology (ICT) In none of the Ibero-American countries women reach 30% of the graduates in this field. Chile and Spain show a greater gender gap in this indicator, with just a 13% and 14% of women among ICT graduates.

Although the majority of Ibero-American university students are women, an analysis of the teaching staff shows gender gaps similar to those of researchers described above. Only Cuba shows women majority in its teaching staff and Argentina shows a balanced pattern (Chart 6).

Chart 6. Women Percentage Among Higher Education Teachers.



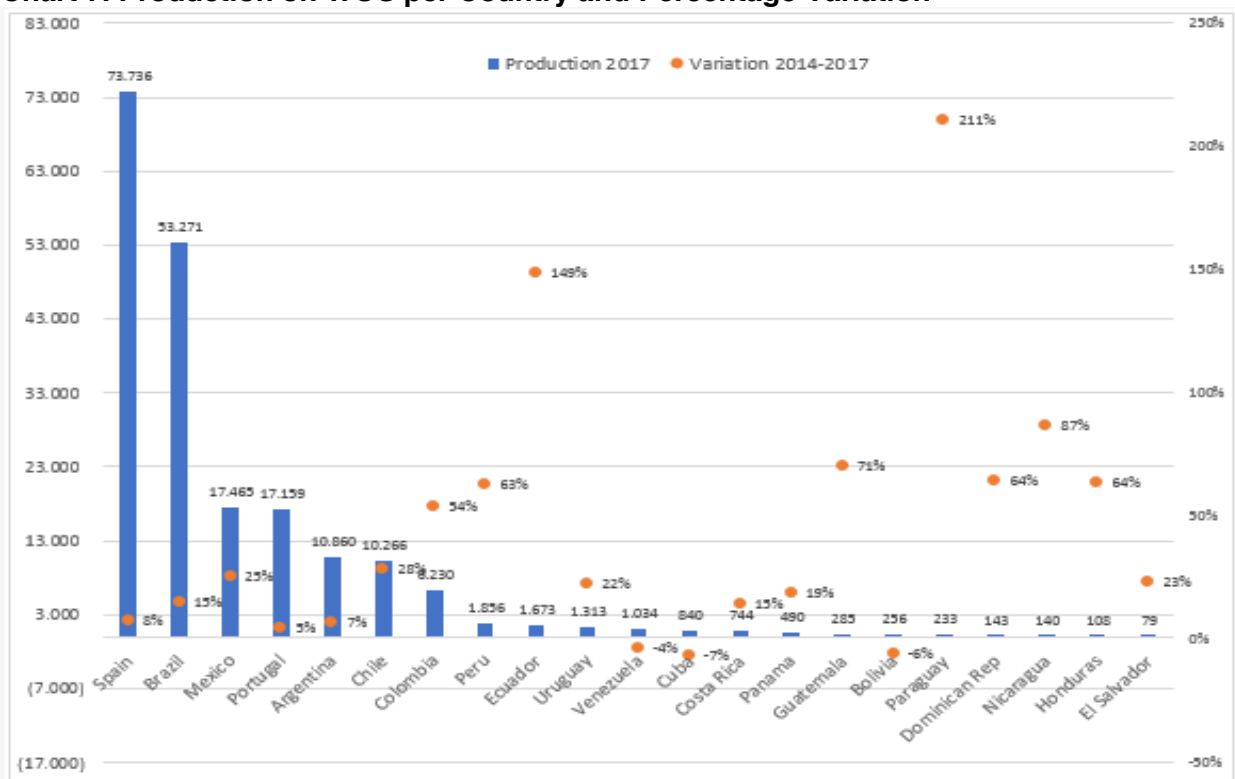
Fuente: Red INDICES - 2016 or the last data available.

On the contrary, Peru only shows 22% of women in the teaching staff of higher Education. Along the same line, Bolivia, Colombia El Salvador and Ecuador are below 40%.

4. Gender Gap in Scientific Production

Ibero-American countries have shown in recent decades an expansion of their scientific production and an increase in its quality, which is verifiable in the different bibliometric databases. On the *Web of Science (WOS)*,⁷ for example, only between 2014 and 2017, scientific articles involving Latin American institutions grew 11%, while in the case of Ibero-America the increase was 6%, since the percentage growth of Spain and Portugal was lower. As in other indicators, as the investment in R&D or in the number of researchers, there is a phenomenon of strong concentration in countries with more developed science and technology systems.

Chart 7. Production on WOS per Country and Percentage Variation



Source: Prepared by the authors, based on WOS

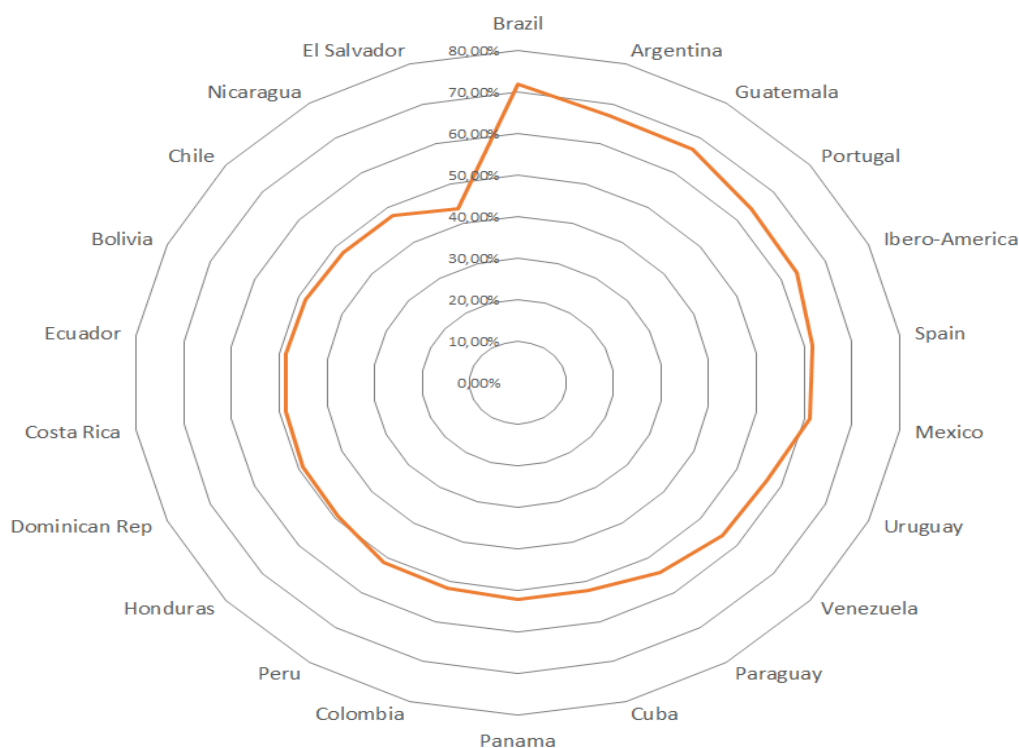
The chart shows that, between 2014 and 2017, Spain surpassed the 73,000 articles and Brazil surpassed 53,000. Mexico and Portugal had a production close to 17,000, while Argentina and Chile productions were around 10,000. Nevertheless, half of the Ibero-American countries did not reach a total of 1,000 articles in that period.

⁷ *Web of Science* is a database that collects more than twenty thousand international magazines grouped in three collections: *Science Citation Index*, *Social Science Citation Index* y *Art & Humanities Citation Index* and that are selected statistically according to their editorial quality and citation levels to account for the “mainstream” of international science.

Beyond their relative volume, almost all countries have seen an increase in their production registered in WOS, to a greater or lesser extent, mainly in smaller countries, which is probably attributable to their researchers' efforts to integrate into international networks of knowledge production. In such context of expansion of scientific production in Ibero-America, it is interesting to analyze if there is a gender gap between female and male authors that shows differences according to disciplines and productivity levels⁸.

A first analysis of men and women's participation in scientific articles shows that the country with the largest participation of women in the signatures of documents is Brazil, where 72% of articles from institutions of this country include at least one Brazilian female author. Then, there follow Argentina, Guatemala and Portugal with women's participation in 67%, 66% and 64% of their articles, respectively. At the opposite end of the gradient we find El Salvador, Nicaragua and Chile, with women participating in less than 48% of the articles in each country (Chart 8).

Chart 8. Articles Involving Women in Ibero-America.



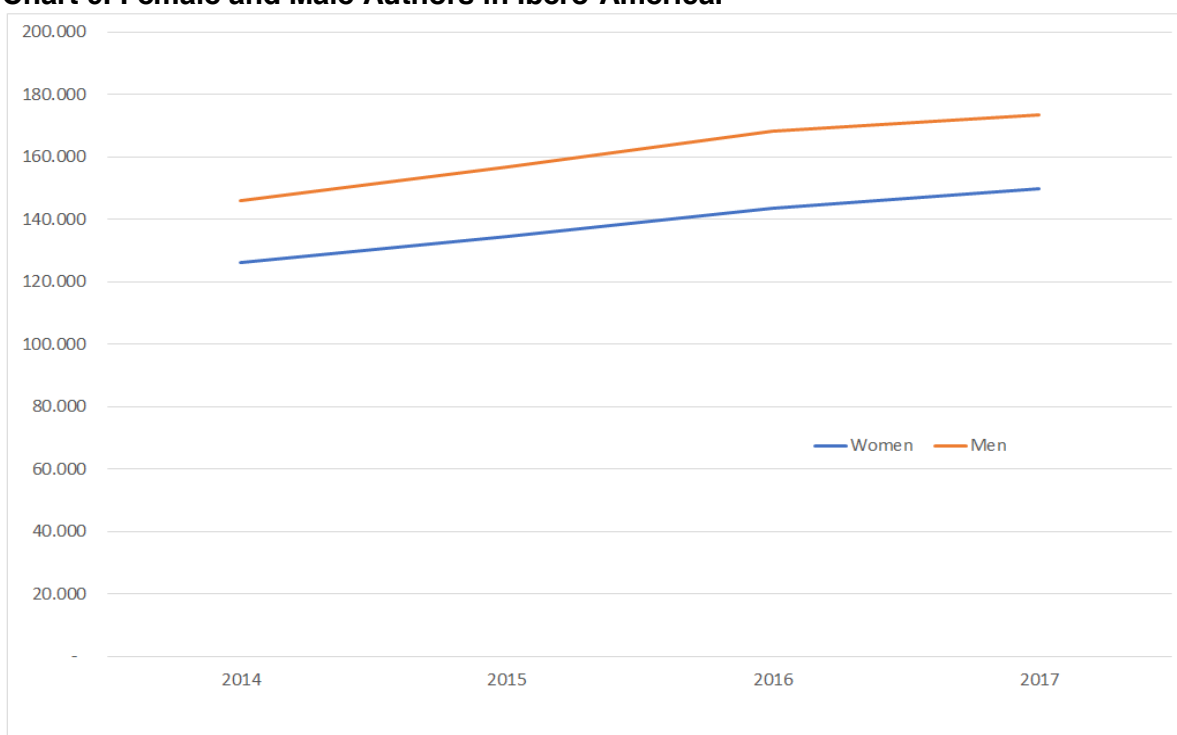
Source: Prepared by the authors, based on WOS - Accumulated 2014-2017.

⁸ For that purpose, it was necessary to download from WOS a total of 704.018 records pertaining to the total of Ibero-American production between 2014 and 2017. Subsequently, a deduplication of authors related to institutions in the region was carried out, based on their full name, their institution of membership and country, obtaining a list of 1,099,880 different people, out of which 805,756 had their given names consigned in the bibliographic record. Subsequently, from a pre-classified dictionary of given names by gender, it was possible to classify a total of 758,195 people, which kept a correct distribution in terms of countries and disciplines in relation to the total of the authors present in the scientific Ibero-American production.

In parallel with the growth of Ibero-American publications, the number of authors increased 19% between 2014 and 2017, without gender differences in this trend. Among the people who publish, women are a slight minority, and their participation remained stable at 46% in those years (Chart 9).

The slight gender gap among people who publish in Ibero-America may seem encouraging, but it hides very marked differences between countries and disciplines. Seven countries have a participation of women of over 46% overall in Ibero-America. The most outstanding case is Paraguay, with a 60% of women and a growth of 9 percentage points of participation in four years, accompanying a strong increase of its scientific production, although starting from a low volume of documents. Then, there follow Guatemala, Argentina, Portugal, Uruguay, Brazil and Cuba, with women's participation levels between 55% and 48%.

Chart 9. Female and Male Authors in Ibero-America.

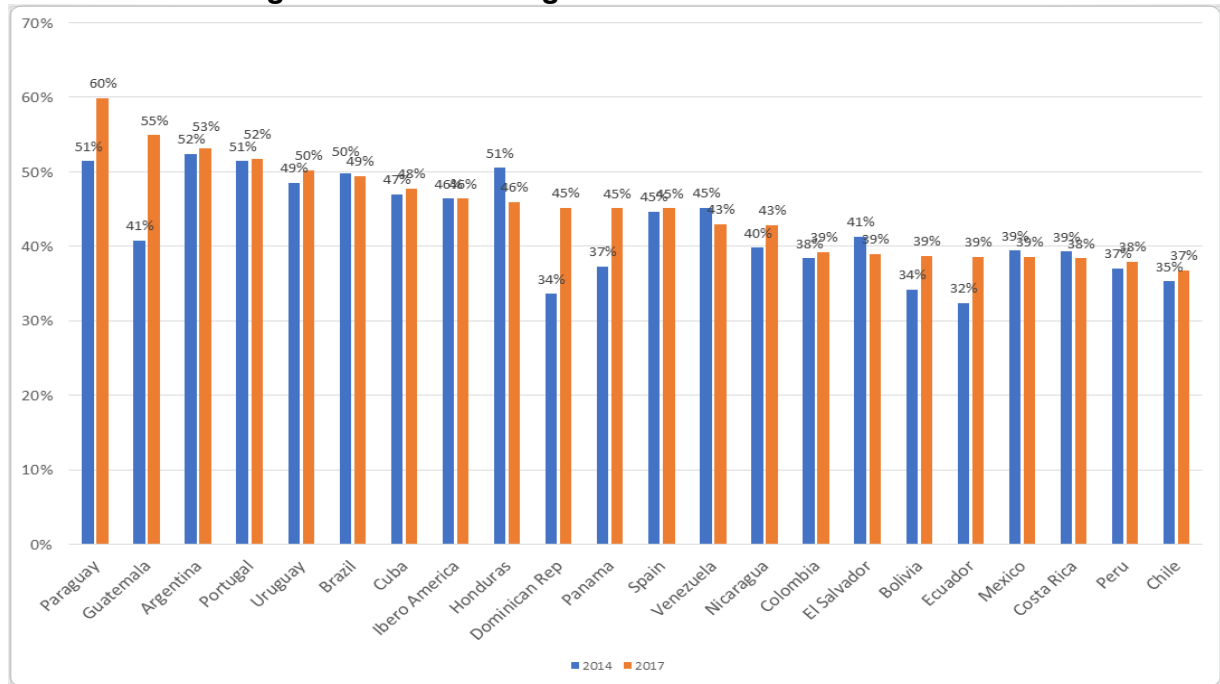


Source: Prepared by the authors, based on WOS

Among the countries with the lowest participation of women among those who publish we find Chile, Peru, Costa Rica and Mexico, all of them with values very close to 38%. But, none of them shows a significant increase in women's participation between 2014 and 2017 (Chart 10).

A detail to point out is that the countries which have significantly increased women's participation in the authorship of scientific articles are countries with small science and technology systems that have notably increased their publication in the international communication channels registered in WOS in this period. Apart from the case of Paraguay, already mentioned, it is also the case of Guatemala, the Dominican Republic and Panama, which have incorporated women in a very remarkable way in their scientific production in international journals.

Chart 10. Percentage of Women Among Authors of Ibero-American Countries.



Source: Prepared by the authors, based on WOS

The different disciplinary fields are also areas in which there are gender gaps between those who publish. In order to carry out an analysis by discipline, the categorization of the scientific journals indexed in WOS has been taken as a basis and they have been grouped into eight large areas:⁹

- Agricultural sciences
- Life sciences
- Physical and chemical sciences
- Medical sciences
- Multidisciplinary sciences
- Social sciences
- Humanities
- Engineering

Table 2 shows the percentage of women among those who publish in Ibero-American countries, in the different disciplinary fields. The cells are colored in a gradient in which the green color corresponds to 100% of women and red to 0%. The values show the accumulated scientific production for each country between 2014 and 2017.

⁹ Each indexed article is assigned the disciplines of the magazines in which they were published, which tend to be more than one. At the same time, authors can publish in magazines of different disciplines. To perform the analysis by gender and discipline that is presented below, all the people who published in each discipline have been considered, so that the same person may be repeated in several categories.

To guarantee certain statistical representation, only disciplines with more than 50 authors have been considered in each country.

Table 2. Percentage of Women per Discipline in Ibero-America

	PY	AR	PT	UY	BR	GT	CU	IB	VE	HN	ES	NI	DO	SV	PA	CO	MX	BO	CR	CL	EC	PE
MEDICINE	68%	56%	56%	55%	56%	52%	54%	52%	53%	52%	49%	44%	47%	47%	47%	47%	45%	44%	48%	44%	46%	40%
LIFE SCIENCES	68%	57%	58%	57%	55%	62%	52%	52%	49%	53%	50%	42%	37%	51%	44%	43%	45%	39%	41%	42%	41%	40%
SOCIAL SCIENCES		53%	53%	50%	55%	36%	50%	49%	43%		47%		57%		48%	44%	46%	39%	38%	38%	37%	40%
AGRICULT	56%	58%	58%	53%	51%	43%	48%	49%	50%	47%	48%	41%	28%	33%	40%	44%	40%	39%	35%	40%	38%	37%
TOTAL	59%	54%	52%	52%	51%	48%	48%	48%	47%	46%	46%	44%	44%	43%	42%	41%	40%	40%	39%	39%	39%	38%
MULTIDISC		49%	51%	46%	47%	46%	35%	45%	40%		44%				37%	39%	36%	37%	36%	34%	32%	33%
HUMANIT		54%	50%	42%	44%			43%	36%		41%					33%	43%			37%	43%	28%
PHYSICS AND CHEM	26%	47%	46%	37%	40%	25%	32%	38%	38%		36%	34%			40%	30%	32%	33%	32%	28%	28%	28%
ENGINEER		38%	36%	29%	32%		30%	30%	28%		30%				25%	24%	24%	24%	34%	21%	22%	23%

Note: The green color equals 100% of women and red equals 0% of women. The shaded boxes correspond to disciplines with less than 50 authors for the corresponding country and which do not show enough volume to be representative.

Source: Prepared by the authors, based on WOS - Accumulated 2014 -2017.

Analyzing the total number of male authors at the Ibero-American level, medical sciences and life sciences are those that have a greater participation of women, both with 52% and they are the only ones with a female majority. Social sciences and agricultural sciences appear next, both with 49%. At the other end, physical and chemical sciences and engineering, are those with the lowest participation of women among those who publish, with 38% and 30% respectively. Thus, the phenomenon of horizontal segregation that excludes women in certain disciplines is verified, especially in engineering.

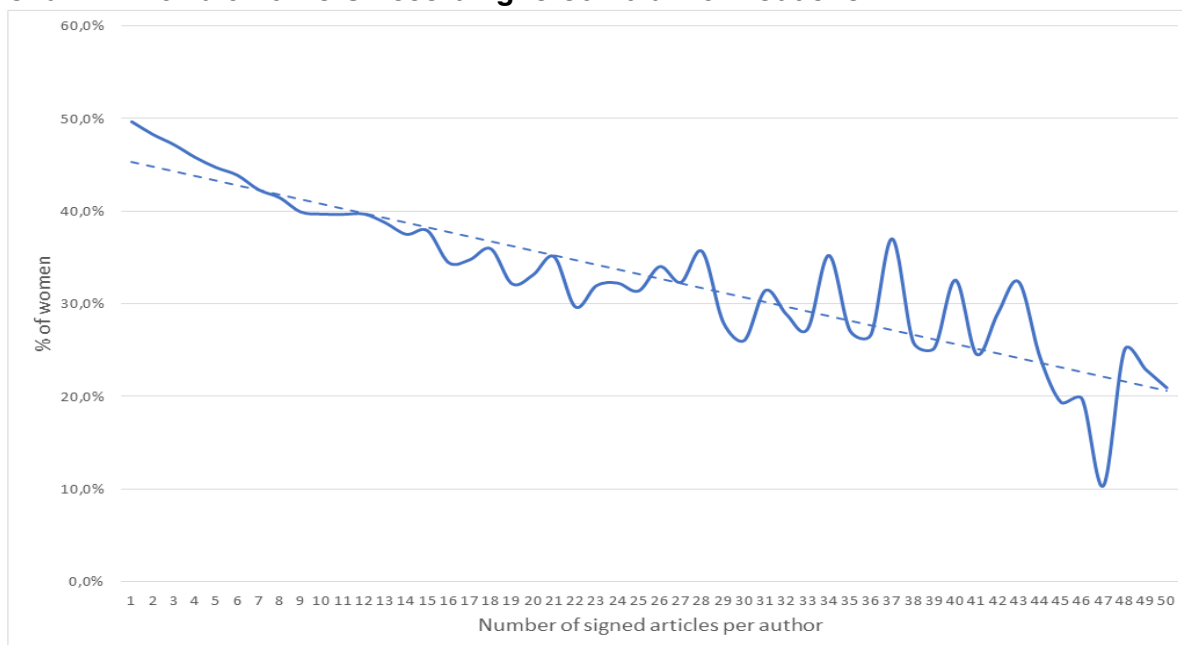
Once again, it is possible to recognize groups of countries that form different patterns. Among those with the highest scientific production, the most adjusted gender balance is seen in Argentina and Portugal. In both cases, a significant minority of women is recognized only in engineering, with 38% and 36%. Curiously enough, they also show a significant majority of women in agricultural sciences (58% of women), which is not noticed in other countries. Brazil also shows a balanced distribution of gender among those who publish, although the minority of men in Physical and Chemical Sciences and in Engineering is somewhat more marked, with 40% and 32% respectively.

In Spain it is striking that, being the country in Ibero-America with the largest number of people who publish, women are not a majority in any area of knowledge. In that country, the gender gap is not only significant in engineering, with a 30% of women, and in Physical and Chemical Sciences, with a 36%, but also in Humanities, with a 41%.

Among the ten Ibero-American countries with the highest scientific output, the most marked gender gaps are found in Peru, Ecuador, Chile, Mexico and Colombia. In those cases, with very few exceptions, the gender gap is equal to or greater than 5% in all areas. In the case of Peru, the gender gap is even wider, it is more than 10% all the disciplines. The most unequal situation is seen once again in Engineering; in these five countries, women are less than one fourth of the people who publish.

Apart from these disciplinary gaps, there are also marked differences between the number of authors among those who accumulate the greatest number of articles. Charter 11 shows the percentage of women, projected on the vertical axis, in an ascending gradient of cumulative number of articles published between 2014 and 2017, on the horizontal axis. The publication of 50 articles has been set as the maximum limit, in order to guarantee a sufficient number of cases for the analysis.

Chart 11. Female Authors According to Cumulative Production



Note: To guarantee a sufficient number of cases, the authors were limited to a maximum of 50 signed articles between 2014 and 2017.

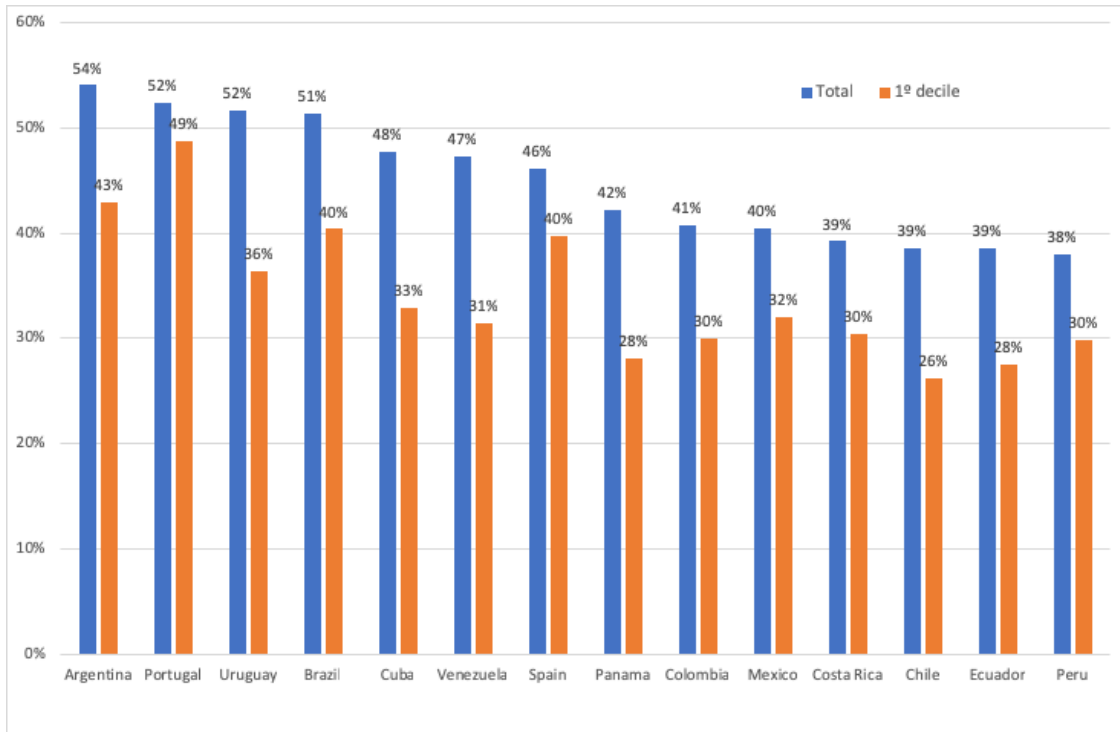
Source: Prepared by the authors, based on WOS - Accumulated 2014-2017.

Although there are oscillations, it is possible to observe a clearly downward trend that correlates the highest production with a smaller number of women among those who publish. Among the people who published just one article, an exact gender parity can be observed. Nevertheless, among the authors of a higher production, imbalances begin to be observed. Among those who published ten or more articles in the period, the gap between authors is more than 10% in favor of men. This is a fact that deserves to be analyzed in detail, since it probably does not simply express productivity, but it is "contaminated" by other factors, such as the hierarchical position in the structure of groups and the tendency, in some disciplines, that the heads of academic units or research groups, are the ones who sign the vast majority of articles produced by their members.

In almost all Ibero-American countries, there is a more significant gender gap among the most productive authors. If 10% of people with the greater number of articles published between 2014 and 2017 are taken into account (1st decile), only two countries exceed 40% of women (Chart 12). An exception is Portugal, which has virtually no difference in the distribution of men and women between the total number of people who publish and those who make up the 1st most productive decile. The other one is Argentina, which although it has 43% of women in the most productive group and shows a difference with the distribution of the total number of people who publish, reaches 11 percentage points.

If the set of Ibero-American countries with more than 500 authors is taken into account, to guarantee a minimum number of cases in the 1st decile, the difference remains. On average, the presence of women in the most productive group drops 11 percentage points, even in countries where the total group of people who publish is already biased towards men. In the case of Chile, which has 39% of women among the total group of those who publish, their participation drops to 25% in the 1st decile.

Chart 12. Percentage of Women in the Total Number of Authors and 1st Most Productive Decile



Note: Only countries with more than 50 authors in the 1st most productive decile are considered to guarantee a minimum number of cases.

Source: Prepared by the authors, based on WOS - Accumulated 2014-2017.

In some countries, the gender gap in the most productive group in relation to the proportion of women among the total number of people who publish, is striking. These are the cases of Uruguay, Cuba and Venezuela, three countries with gender parity in global terms, but with 15 percentage points of difference with the 1st decile. This situation shows signs of greater vertical segregation in these countries, which hinders women's access to positions of greater responsibility in research groups.

5. Gender Gap in Collaboration Networks

The collaboration between female and male researchers in knowledge production can be obtained from the joint signature of scientific articles and represented as a network, in which each author is a node and the joint signatures are symbolized as edges. The networks thus conformed may be examined with the aid of social network analysis tools, which allow to measure and analyze the configurations that arise from the recurrence of relations among the specific actors or the occurrence of specific events. In this case, the events are joint signatures of scientific articles. The analysis of the social networks assumes that the interpretation of a phenomena such as a gender gap may be refined when studying the behavior of individuals at the micro level, the related patterns and the network structure, at the macro level.

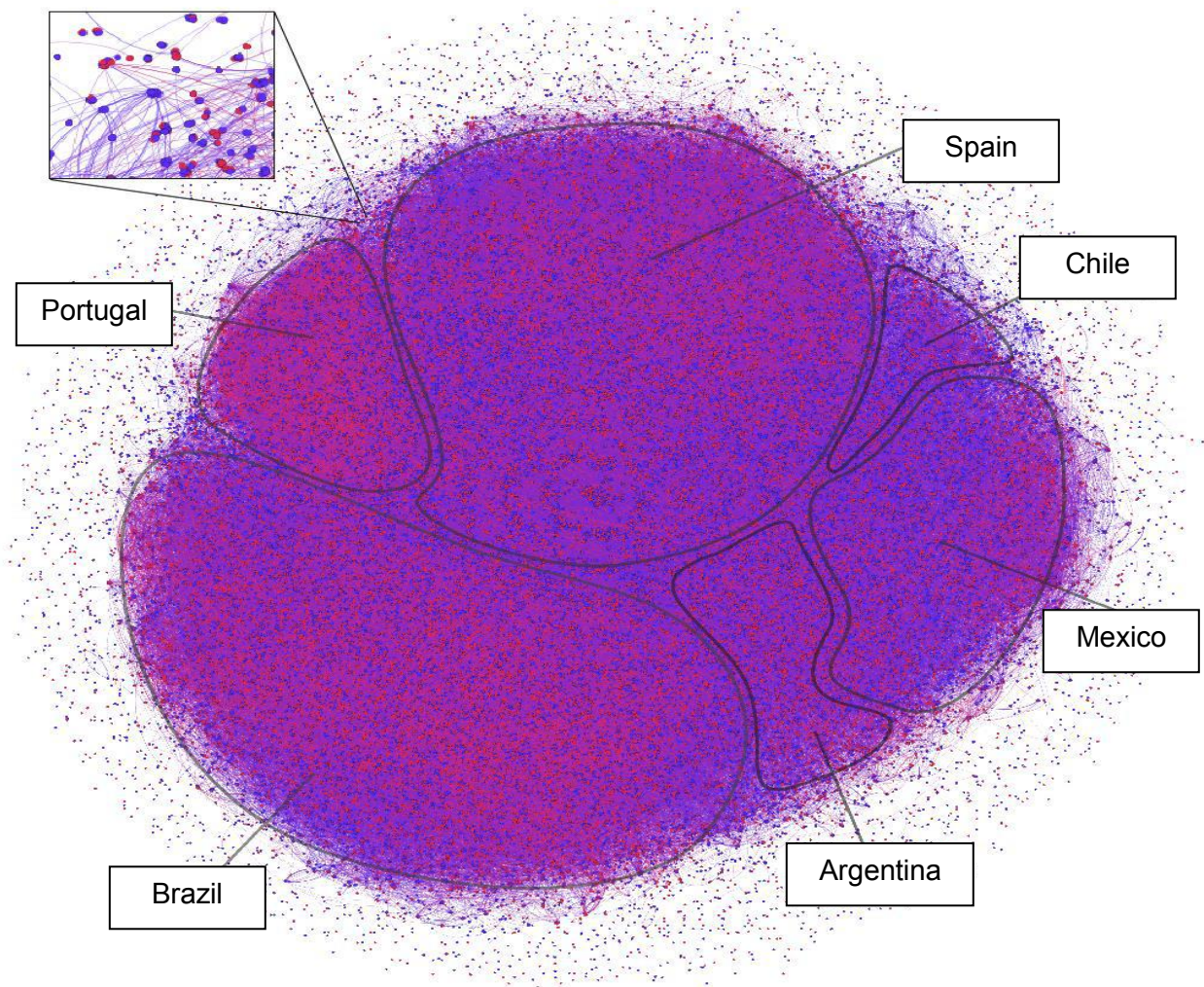
The fundamental idea is that the interactions of actors, apart from showing the knowledge and communication flows, make a relevant impact on the behavior of the different agents and, particularly, in the learning processes. Social networks create and limit the opportunities for the individual selection and for the election of the organizations. At the same time, the actors keep and break relations and, in this way, determine and transform the global structure of the network (Newman, 2001). The application of this approach to the co-authorship of articles, enables to observe learning and collaboration patterns of scientific communities, detecting the power and influence structures.

The position which each one of the individuals occupies in the network set, may be measured. For that effect, the analysis of the centrality of the actors is resorted to, taking into account the basic measures that represent these properties. The main centrality measures are: degree, nearness and intermediation. Additionally, this approach enables the graphic representation of the networks, which by means of different visualization techniques, permit the user to obtain a representation phenomenon under analysis favoring a more intuitive interpretation.

Chart 13 shows a complete co-authorship network among those of more than 700 thousand of authors from Ibero-American institutions in WOS, showing a dense collaboration entrained. Each one is represented by a node that has been coloured red for women and blue for men and was assigned to a discipline in which the author has the greatest number of articles. The links are based on the joint signature on the same article. The special representation was carried out by an algorithm which orders the nodes simulating physical forces, specifically developing big size graphs (Martin et al, 2011). The result is a distribution in which the nodes that are more related appear closer, conforming conglomerates. At the same time, the conglomerates that are more connected with the rest of the network, tend to be located in the center of the chart.

The first effect of this algorithm is that the authors of the same country, when collaborating among them more than with colleagues from abroad, appear to be spatially grouped. The Ibero-American countries with a greater WOS production, configure zones or areas in which their authors are concentrated and the borders of which may be identified. These groups are not exact, given that there may be authors, which according to their collaboration links, may remain within the areas of other countries, but provide some suitable representation at the general level.

Chart 13. Ibero-American Co-Authorship Per Gender

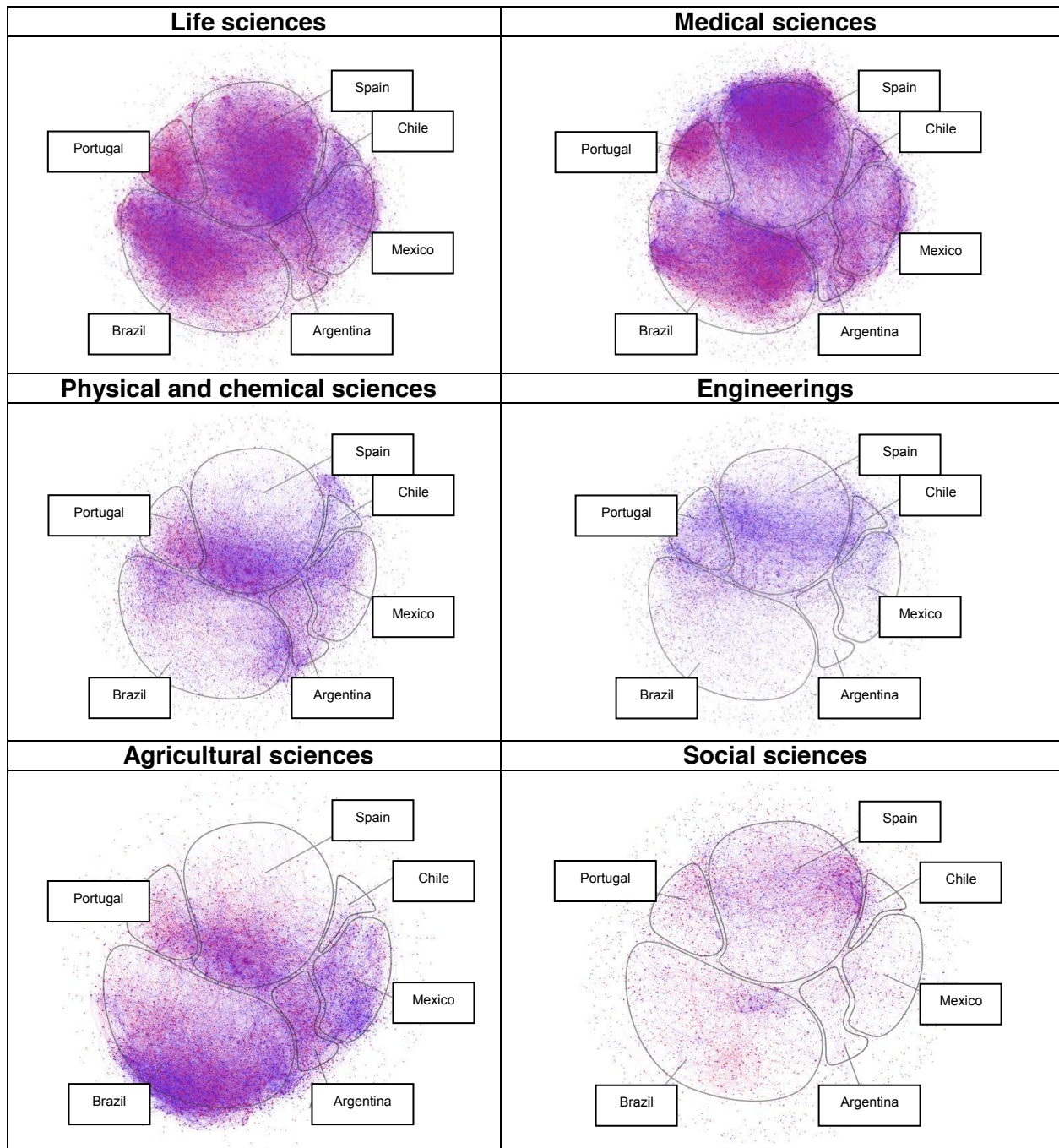


Source: Prepared by the authors, based on WOS. Accumulated 2014-2017.

The network size makes it only possible to visualize a scale which does not allow to identify each one of the nodes, but it does define zones of higher or lower density identified by their color with a higher or lower presence of men and women. In this way, for example, the areas occupied by Mexico and Chile tend more to the blue.

Inside the different countries, it can be seen that there are related areas with specific disciplines that form nuclei within the conglomerates of each country. In this Chart 14, we can see the disintegration of the previous network in each one of the main disciplines considered in this Study.

Chart 14. Ibero-American Co-Authorship Networks by Gender and Discipline



Source: Prepared by the authors, based on WOS. Accumulated 2014-2017.

Life sciences have a great mass of authors, with presence throughout the network and with a balanced participation of men and women. Their spatial and gender distribution is related to that of medical sciences, although those who publish in these disciplines appear to be concentrated in denser conglomerates (clusters), which leave clearer the center of the graph and the areas

that make up the boundaries of the largest countries of the region. This phenomenon offers indications that this is a discipline with greater national than international integration.

Physical and chemical sciences, and specially the engineering ones, are the disciplines with fewer women. Their networks show lattices where the blue color predominates. Physical and chemical sciences make up the most internationalized disciplinary field and therefore, they are located mainly in the center of the graph and on the limits of the concentration areas of the countries. Regions with a greater presence of women, tending to red, are seen only in the areas occupied by Portugal, Argentina and part of Brazil.

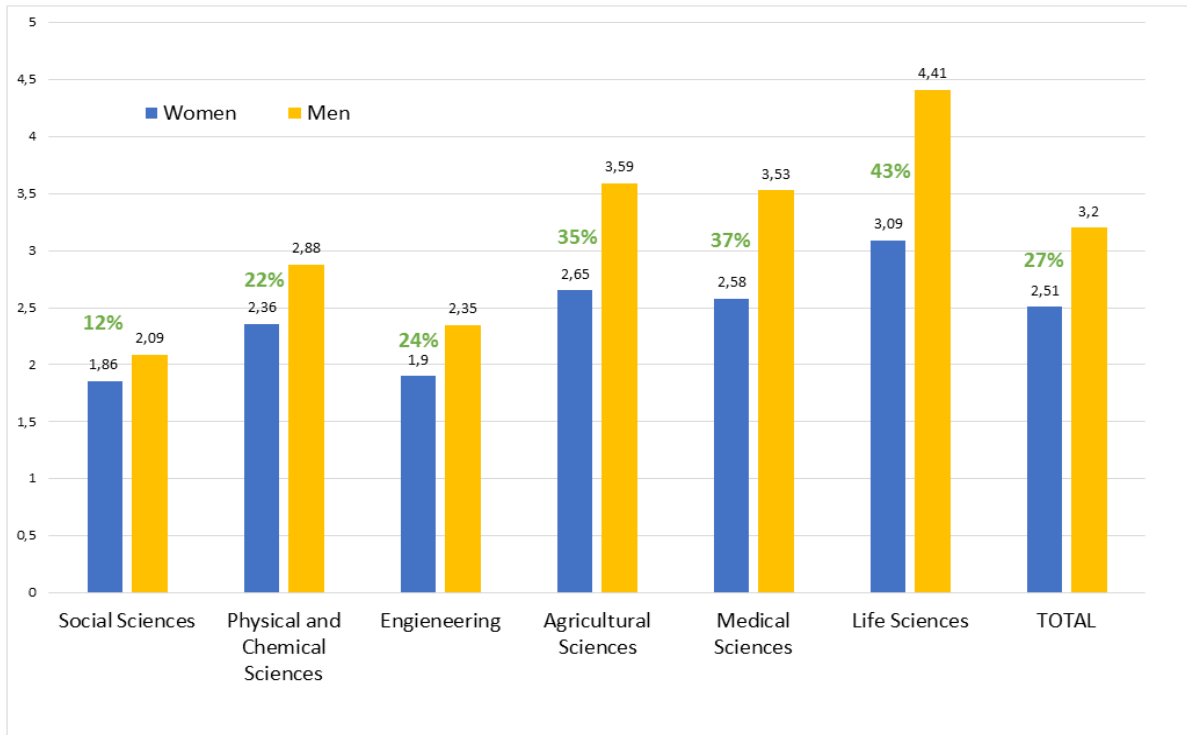
In engineering there is almost no presence of women and the authors are clearly concentrated in the Iberian countries, given the low levels of scientific production in technological disciplines of Latin American countries. Agricultural sciences present a strong conglomerate in part of the area occupied mainly by Brazil, which shows connections with the region with the greatest presence in Argentina. However, the scarce relationships with the colleagues of the countries of the Iberian Peninsula are striking. The presence of women in Portugal and Argentina, where women are the majority in this disciplinary field, stands out. Lastly, social sciences show a small number of people who publish, mainly in the areas mostly occupied by Latin American countries. A nucleus in Brazil stands out with an almost exclusive presence of women and that corresponds to a network focused on research in psychology.

Beyond the visual appreciations that emerge from the graphic representations of networks, it is important to analyze some measures of the connection of the nodes and that can show gender differences among those who publish. In the first place, it is possible to discriminate the level of connection of each author, measuring it according to degree, that is, the number of connections that each one establishes from the joint publication with other authors.

If the degree of the average of men and women is taken into account separately, differences of varied magnitude appear in each disciplinary field, giving indications of a type of gap which could not be appreciated in other indicators used throughout this work. Chart 15 shows the average of the number of connections to the network of men and women in the total Ibero-American production and in each discipline. Given that each disciplinary field has collaboration patterns of different magnitude, related to the working habits and traditions of each area, in each case the percentage difference between both has been indicated to obtain a comparable value of the gender gap in the connection between men and women.

In the total of Ibero-American scientific production registered in WOS, men are connected, on average, a 27% more with other Ibero-American colleagues through the joint signature. It is striking that the level of connection is not related to the levels of participation of men and women in different disciplines. In life sciences and medical sciences, the only disciplinary areas in which women are majorities among those who publish in Ibero-America, men are more connected than women in a greater proportion than in other fields, with a difference of 43% and 37% respectively. Agricultural sciences, which although in the total of Latin American production have a somewhat smaller participation of women, show similar gender differences in connection levels.

Chart 15. Average Connection Between Men and Women and Percentage Difference



Source: Prepared by the authors, based on WOS. Accumulated 2014-2017.

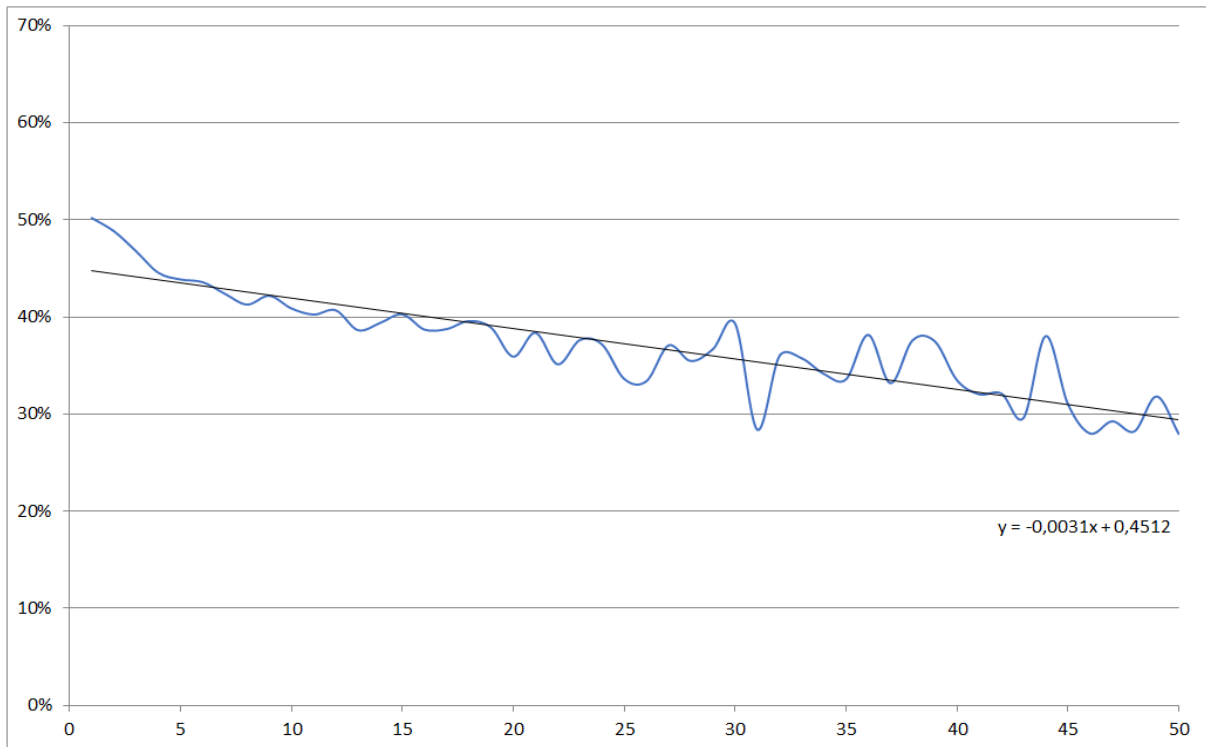
Precisely in the disciplines with fewer women, engineering and physical and chemical sciences, the difference in the connection levels between men and women is lower. In this sense, these are labor fields where women encounter important entry barriers, but where later on they find their way into these collaboration networks in a relatively equitable way.

Finally, the case of the social sciences is the one with the highest degree of parity. In terms of the number of people who publish by gender, the chart shows an almost total equality, while the difference in the connection levels between men and women is barely 12% in favor of men.

In a similar way to the decrease that occurs in the percentage of women among authors of higher production, the majority of men increases together with the level of connection to the network. Chart 16 shows the percentage of female authors among those who publish according to the number of co-publication bonds they have.

Among the authors that are linked to a single colleague, gender parity is perfect. Nevertheless, among those who established links with five colleagues, the percentage of women drops to 45%. Among those of greater connection, who share links with 50 authors, women are only 28%.

Chart 16. Female Authors According to their Connection Level



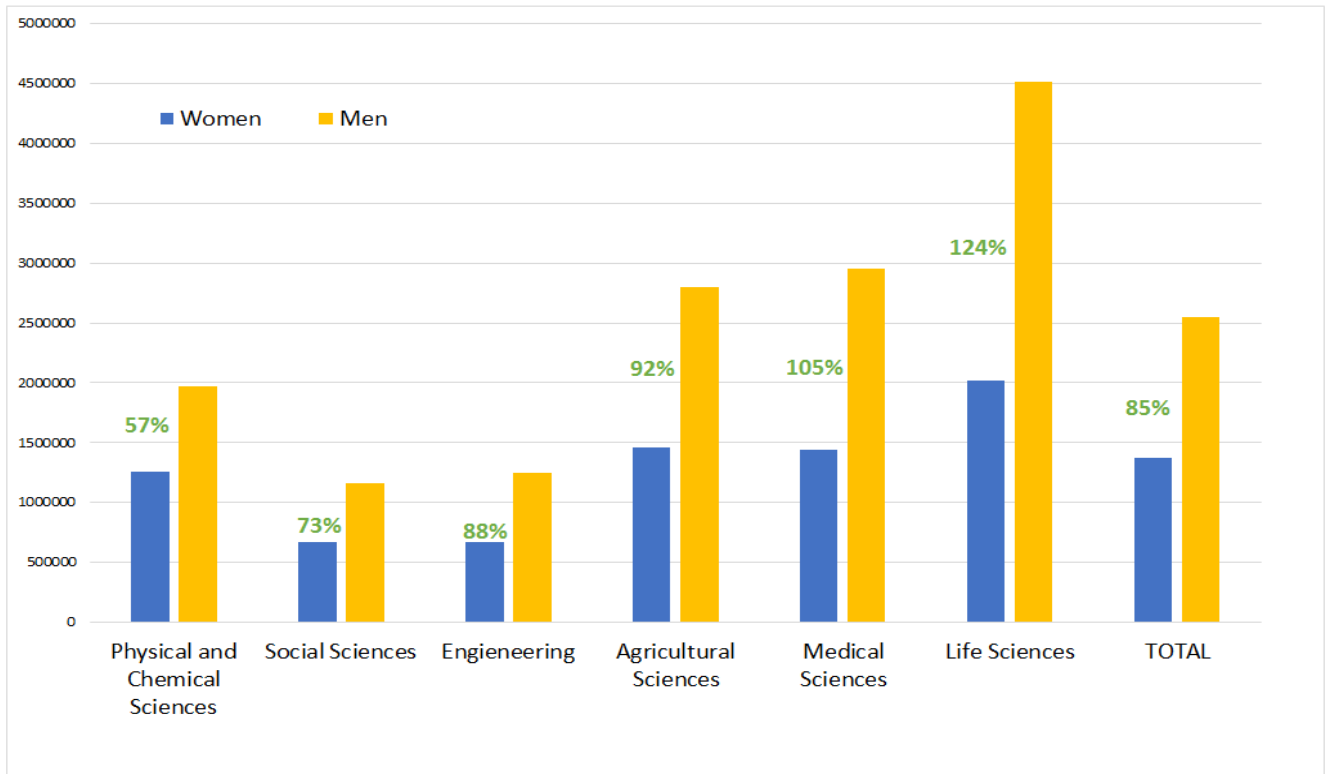
Note: To guarantee a sufficient number of cases, authors were limited to a maximum of 50 co-publication links with other authors between 2014 and 2017.

Source: Prepared by the authors, based on WOS.

Another way to measure these differences of influence of men and women in the co-publication networks, is their betweenness. It is the measure of the recurrence in which one actor is found in the shortest path between two others. In networks that represent communication or the exchange of information, as in our case, actors with a high betweenness indicator have a greater capacity to control or regulate the flow of information. Thus, a node with a high betweenness value can act as an administrator of the flow of information between different regions of a network.

The difference in the average betweenness value of men and women in the Ibero-American scientific production network shows a much greater gap than the level of connection measured by degree. Chart 17 shows the average betweenness value of men and women in the total production and in each discipline. The percentage difference of both genders in each case is shown in green.

Chart 17. Average Betweenness in Men and Women and Percentage of Difference



Source: Prepared by the authors, based on WOS. Accumulated 2014-2017.

In the set of all disciplines, men have a 85% higher betweenness than women, although in some disciplines the difference is much higher. In life sciences, the difference in favor of men is 124% and in medical sciences it is 105%. Even in social sciences, which present high levels of parity even at the connection levels between female authors and male authors, the difference in favor of men is 73%.

The smallest difference occurs in physical and chemical sciences and is 57% in favor of men. These are also the disciplinary fields with the greatest number of links, so the number of alternative paths for communication increases, diminishing the value of general betweenness of their actors.

These data, seen together with the increase in the participation of men in the most productive strata,¹⁰ indicate that women appear in places of lesser importance in the network in terms of their connections. Thus, men appear more as articulators of relationships than their female colleagues.

The analysis of networks allows to quantify a type of gap that was invisible in other indicators seen in this document. This difference in intensity and in the role that men and women play in relationships with colleagues, may be further evidence of the effects of vertical segregation.

¹⁰ Data submitted in Chart 11.

6. Final Comments

The analysis of gender gaps in science, technology and higher education in Ibero-America shows that in several countries there is an overview of relative parity, while in others a disparity of women's access to positions equivalent to those reached by men in scientific institutions and higher education persists. This relative parity can be considered as the result of a long process of social and cultural change that has been faster in some countries than in others. For example, Argentina, Brazil and Portugal show a very high parity in almost all indicators that have been submitted, even with relatively low gender gaps in disciplines generally characterized by horizontal segregation, such as engineering.

One of the initial steps of the aforementioned change has been, without doubt, the massive incorporation of women into higher education. For example, already in the 80s in Argentina, the number of women equaled the number of men in access to higher education and today they are the majority among those who attend universities. This was the initial condition for women to have access to production of scientific and technological knowledge. The countries that have managed to shorten the gender gaps have achieved task thanks to the spaces earned by their women and the implementation of public policies to accompany them. In short, it is possible to affirm that women's access to higher education in Ibero-America countries is equitable and, in some cases, it even exceeds that of men.

On the contrary, changes in social structures that end up being reflected in statistical information have been slower in countries such as Peru, Chile, Mexico and Colombia. In such countries, despite having relatively developed science and technology systems for the Latin American context, there are still gaps, to a greater or lesser extent, between those who research and publish articles in all fields of knowledge.

It is also noteworthy that those countries of smaller relative size that have increased their scientific production are also the only ones that show a change in women's participation in science in the short period 2014 - 2017. For example, Paraguay, Ecuador and Guatemala have seen an increase in women's participation in the authorship of articles, between 9 and 15 percentage points.

Nevertheless, there are still significant differences in the ascent (vertical segregation) and permanence in specialization and postgraduate careers.

It is also remarkable, even in those countries that have reached a greater gender parity, that the vertical segregation phenomena in the power structures of scientific community are still very conspicuous. A reflection of the "glass ceiling" is that, although there is parity among the authors of lower production, as the most productive strata are taken into account, women's participation rapidly decreases to represent less than one fifth of the authors. This gap is also evident in relationships of scientific collaboration, where men show higher relationship levels than women and the links with collaborative networks outside their institutions and countries being more frequent.

They also show information stating that scientific and academic institutions have been a fertile ground for the search on gender equality in Ibero-America. Even with its difficulties, particularly in the access to positions of high relevance, and with the gaps that still exist in many countries,

the situation in Ibero-America is more encouraging than in other areas. Companies, for example, are a place of much greater segregation, which can also be reflected in the proportion of women among those who research in the private sector. In no Ibero-American country women in the business sector exceed one third of the total of those who research.

Bibliographic sources

BID (2018): Las brechas de género en ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe. Resultados de una recolección piloto y propuesta metodológica para la medición.

Available at:

<https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/8863/Las-brechas-de-genero-en-ciencia-tecnologia-e-innovacion-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Estébanez, M. (2010): Género y profesión en el análisis de la ciencia argentina. Versión adaptada del papel presentado en FORO NACIONAL INTERDISCIPLINARIO MUJERES EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD FONIM 2010. Bariloche, from April 15th to April 16th, 2010. Centro Atómico Bariloche - Instituto Balseiro –National Commission of Atomic Energy.

Available at:

<http://sidetec.tucuman.gob.ar/wp-content/uploads/2017/03/g%C3%A9nero-y-profesi%C3%B3n-en-la-ciencia-argentina-cab-2010.pdf>

González, M; Pérez Sedeño, E (2002): Ciencia, Tecnología y Género. *Revista Ibero Americana de Ciencia y Tecnología y Sociedad*. Number 2 / January - April. Available at:

<https://www.oei.es/historico/revistactsi/numero2/varios2.htm>

González, M; Fernández, N (2016): Ciencia, Tecnología y Género. Enfoques y problemas actuales en *Revista Ibero Americana de Ciencia y Tecnología y Sociedad*, vol.11 no. 31. Buenos Aires.

Grant, A (1995): Women in Science: An Exploration of Barriers. Available at:

<http://www.andreagrants.org/work/paper.html>

Holloway, M. (1993). A Lab of Her Own. *Scientific American*, 269(5), 94-103. doi:10.1038/scientificamerican1193-94.

Lincoln Mullen (2018). Gender: Predict Gender from Names Using Historical Data. R package version 0.5.2.

S. Martin, W. M. Brown, R. Klavans, and K. Boyack (2011), "OpenOrd: An Open-Source Toolbox for Large Graph Layout," SPIE Conference on Visualization and Data Analysis (VDA).

Newman, M., 2001. The structure of scientific collaboration networks. PNAS 92 (2).

Rossiter, M. (1993): The Matthew Matilda Effect in Science. Social Studies of Science.

UNESCO (2013): Clasificación de Campos de Educación y Capacitación de la ISCED 2013.

Statistical sources:

Banco Mundial. Datos demográficos por sexo. Available at

<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL.FE.ZS?view=chart>

Red INDICES. Estadísticas de estudiantes y personal de la educación superior. Available at

<http://redindices.org/indicadores>

RICYT. Estadísticas de recursos humanos en I+D. Available at

<http://www.ricyt.org/indicadores>