



# **Género y ciencia avanzada: análisis bibliométrico de la revista *Nature* desde una perspectiva de género**

**Trabajo Final de Grado de Psicología (PS-1048)**

---

Estudiante: Lucia Bea Agut, 53728095-A

Tutor: Julio González Álvarez

Año 2015/16-Convocatoria Junio

---



## INDICE

1 Resumen .....	3
2 ABSTRACT.....	4
3 EXTENDED SUMMARY.....	5
4 INTRODUCCIÓN .....	9
5 MÉTODO.....	12
6 RESULTADOS.....	14
Producción científica.....	14
Colaboración.....	16
Impacto científico.....	18
7 DISCUSIÓN .....	20
8 REFERENCIAS (NORMATIVA APA) .....	24

## 1 Resumen

A pesar de la evidencia científica de las últimas décadas, la representación de la mujer en la ciencia sigue siendo escasa en proporción a los hombres. Este estudio pretende realizar un análisis bibliométrico sobre la existencia o no de disparidad de género en la ciencia avanzada. Para ello, se han analizado los trabajos científicos (artículos y revisiones) publicados en una de las revistas científicas con mayor impacto mundial, *Nature*, durante los años 2009-2010, con la finalidad de analizar cuantitativamente la participación y producción científica de hombres y mujeres, desde una perspectiva de género.

En primer lugar, se recogieron las firmas de los autores/as que publicaron durante 2009-2010 mediante la base de datos *Web of Science* (WoS) y se almacenaron en el programa Microsoft Excel. En segundo lugar, se contrastó cada nombre con la base de datos GenderChecker, que clasifica los nombres como femenino, masculino y unisex. Se agruparon los nombres unisex y los "not available" (N/A) como género desconocido, bien porque aparecen con iniciales, o bien por ser nombres que no aparecen en la base de datos de GenderChecker. Finalmente, tras los filtros aplicados, se trabajó con un total de 12.366 firmas de género conocido de un total de 19.015. Los resultados muestran que la brecha de género persiste de forma importante en la producción científica de *Nature* ya que sólo un 28,1% de las firmas corresponden a mujeres y un 71,9% a hombres. También, se han analizado, desde una perspectiva de género, el impacto científico, a través de las citas recibidas, la producción, el número de autores/as y de co-autores/as, y la posición que los autores/as ocupan en el orden de las firmas publicadas.

**Palabras clave:** Género, Mujeres, Ciencia, Producción científica, *Nature*.

## 2 ABSTRACT

Despite the scientific evidence of the last decades, the presence of women in science is still low in proportion to men. The aim of this study was to perform a bibliometric analysis on the existence or not of gender disparity in the advanced science. In order to do this, we have analyzed the scientific work (articles and reviews) of one of the scientific journal with the greatest global impact, *Nature*, the years 2009-2010, with the purpose of quantitatively analyze the participation and scientific production of men and women, from a gender perspective.

Firstly, we collected the number of authorships they published during 2009-2010 through the database Web of Science (WoS) and stored it in the Microsoft Excel program. Secondly, it contrasted each name with the database GenderChecker, which classifies the names as female, male and unisex. Unisex and the "not available" (N/A) names were grouped as unknown genre, either because they appear with initials, or because the names do not appear in the database of GenderChecker. Finally, after applying the filters, we worked with a total of 12.366 authorships of gender known out of a total of 19.015. The results show that the gender gap persists in a significant way in the scientific production of *Nature* as only 28.1% of authorships correspond to women and 71.9% to men. Also, it has been analyzed from a gender perspective, the scientific impact, through the appointments of the number of citations, production, the number of authors/ace and co-authors/ace, and the order of authors published.

**Keywords:** Gender, Women, Science, Scientific production, *Nature*.

### 3 EXTENDED SUMMARY

The present study has the objective of carrying out a bibliometric analysis of the scientific work (reviews and articles) of *Nature*, the scientific journal with the greatest global impact, measured by the number of citations received by the Journal Citation Reports (JCR). For this purpose there have been analyzed 1.728 papers (also reviews) of the years 2009-2010, with the aim of quantitatively analyze the participation and scientific production of both men and women, from a gender perspective.

Despite the improvements, the representation of women in science remains low, Moss-Racusin et al., (2012) demonstrated in his study that gender inequalities still exist. At a global level, men dominate the scientific production in almost all countries, women represent less than 30 per cent of the blames (authorships), while men represent slightly more than 70% (Larivière et al., 2013). In the study of Larivière et al., (2013), it was also demonstrated that the countries with the lowest scientific production have greater gender parity, as for example, Macedonia, that countries with high scientific production, where the gender gap is greatest, such as for example: the United States and some countries of the European Union (EU). As grade ends in gender inequality in science, we find Japan where the scientific production is the highest. The study of Larivière et al., (2013) also analyzes the possible factors that could contribute subtly to these sexist inequalities: the lack of standards or universal policies during the history that should mark the allocation of authors and the position of the researchers in articles because many have worked but have not appeared as authors or the gender bias toward women, according to this study, are less likely to participate in articles that lead to have greater impact and are also less likely to appear as the first or last authors in the articles.

The study of Moss-Racusin et al., (2012), clearly shows this gender bias, supporting an attitude completely sexist. The study assess, by 127 teachers of biology, chemistry and physics of six U.S. universities, two fictitious Curriculum Vitae (CV) of two students (male and female) with fictitious names, respectively, and with the same academic conditions for access to a post of assistant laboratory. The professors offered Jennifer US\$3,730 less per year than John, even though the CVs were identical. This study demonstrated that people have some implicit bias as a result of repeated exposure to the dominant cultural stereotypes that portray women as less competent, even having the same professional conditions, as has been observed in the study carried out by these researchers.

Apparently, it is unknown which is the process that contributes to this bias but repeated exposure to these gender bias has had an impact on the society, especially in the self-esteem

and self-concept of women, who in most cases are less able than men in any field of science (Shen, 2013). In addition to the clear evidence of gender asymmetry according to the different scientific areas; for example, appears more pronounced in the physical sciences and techniques and less in the areas related to the "care" (*cuidado*), as medicine or education (She Figures, 2012). It has also degraded the professional competences, salaries... of women. Gender gaps and funding have been present for decades. The low representation of women in science so far, it may have caused the progress of men in their scientific careers to occupy most of the senior positions, this could be explained as a result of the historical forces. However, nowadays, we know that, according to the study of Shen (2013), the percentage of women who get doctorates in science has more than doubled in the United States from 1980 to present, and is about to be balance with those of men. In some European countries, women outnumber men in some scientific careers but there is a significant variation between countries and disciplines. However, this progress has been hindered by the traditional model of child-care, many women who studied the idea of maternity didn't plan to continue their scientific careers also due to the fact that the political norms impeded their advance.

Taking into account all the scientific literature collection and the importance of the gender gap in science, the bibliometric study has been carried out in the following way:

Firstly, we collected the authorships that published, during 2009-2010, in *Nature* through the database Web of Science (WoS). All papers and reviews are extracted in the form of text and pre-processed through the program BibExcel (Persson, Danell, and Wilborg-Schneider, 2009), and then perform the bibliometric analysis in the program Microsoft Excel 2010. Secondly, it contrasted each name with the database GenderChecker, a database that collects at the global level 97.500 names classified as gender in female, male or unisex (obtained in <http://genderchecker.com/>). To increase the number of observations, we apply a procedure similar to that of Larivière et al., (2013), the unisex names were grouped and were contrasted with the 1990 Census of the United States (1990 US Census). In order to increase the number of observations, unisex names were matched with the 1990 US Census, which presents lists of given names and their frequencies associated with males and females from the US population. When a name classified as unisex by GenderChecker presented a rate above 90% vs. 10% associated with a specific gender in the US Census, the name was finally classified as belonging to that gender. Thirdly, included the unisex names in the label of unknown gender, in addition to the names that weren't recognized by the program GenderChecker, or "not available" (N/A). The unknown gender consists of a total of 6.649 authorships. Finally, we worked with a total of 12.366 authorships of genre known out of a total of 19.015. The data on which has

focused our study are the names classified as female gender, i.e. 3.476 authorships (28,1%) or male, 8.890 authorships (71,9%). Analyzing the number of authors, we found that the 7.525 authors correspond to the 8.890 authorships of male gender and the 3.131 authors to the 3.476 authorships of the female gender.

Also, we have been examined from a gender perspective, the scientific impact, through the number of citations, the scientific production and the position that the authors occupy in the order of the papers and reviews published.

After the applied filters, the results were: on the one hand, the average number of citations received the work in *Nature* (2009-2010), women have an average of 369,99 cites/authorship while men, 887,50 cites/authorship; on the other hand, the average productivity of the scientific production per author, women produce an average of 1,11 papers/author and men, 1,18 papers/author; finally, the author order in the by-line of each *Nature* paper (single-author papers and reviews excluded), we obtained that women productivity involved 47,8% less than men as "author" position. However, as "last author", normally "*senior*", men occupy 86,8% and women only 13,2%.

The results show that, according to the scientific evidence, the index of collaboration in *Nature* (2009-2010) of women is lower than that of men. In accordance with the findings in collaboration for science in general (Larivière et al., 2013), the difference is slightly lower in our case. In addition, according to the position of the author/s, there are interesting differences between men and women (Fig. 1, single-author papers and reviews excluded). Generally, women in papers with more than one author/a, are slightly under-represented in relative terms in the first position and are clearly under-represented in the last position. These results, which are also found in other fields (Larivière et al., 2013), suggests that the age plays probably an important role to explain the current gender imbalance in the investigation of the scientific production. This idea is reinforced by the asymmetries observed in the scientific impact.

To sum up, the current gender gap in science is a complex phenomenon and multicausal event (history, the authorship, collaboration, appointments) but the scientific evidence suggests that age, without doubt, plays an important role in the present time (Larivière et al., 2013). In the coming years part of the imbalance will be corrected, but surely other forces continue to act in the opposite direction as the model of traditional breeding, the subtle gender biases, etc. It is therefore important to continue with active universal policies to go increasing opportunities and highlight the scientific production of the women. It would also be interesting, to make the

population aware of the current gender gap and educate about how to overcome the implicit bias of the genus, and thus promote training opportunities for women.

## 4 INTRODUCCIÓN

La evidencia científica en las últimas décadas, demuestra que el sesgo de género en la ciencia se ha ido reduciendo con el tiempo. Sin embargo, Moss-Racusin, Dovidio, Brescoll, Graham y Handelsman (2012) demostraron en su estudio que las desigualdades de género siguen existiendo, a pesar de un crecimiento de la presencia de mujeres en la ciencia.

A nivel mundial, las mujeres representan menos del 30% de las autorías (*authorships*), mientras que los hombres representan poco más del 70%. Los hombres dominan la producción científica en casi todos los países. Estos resultados se extrajeron del análisis bibliométrico realizado por Larivière, Ni, Gingras, Cronin y Sugimoto (2013) en su estudio, donde también demostraron que, los países con menor producción científica tienen mayor paridad de género, como por ejemplo: Macedonia, Sri Lanka, Letonia, Ucrania y Bosnia- Herzegovina, mientras que la disparidad de género es mayor en países con alta producción científica como EE.UU o algunas regiones de la Unión Europea (UE). Como grado extremo en desigualdad de género en la ciencia, encontramos a Japón en el que la producción científica es muy elevada.

El estudio de Larivière et al., (2013) engloba diversos factores que podrían contribuir sutilmente a estas desigualdades sexistas, como por ejemplo, la falta de cualquier norma o política universal durante la historia que marque la asignación de autorías y la posición de las investigadoras en los artículos, ya que muchas mujeres han colaborado pero no han aparecido como autoras. Además, otro factor que podría contribuir es el sesgo del género hacia las mujeres. Las mujeres, según este estudio, son menos propensas a participar en artículos que conducen a tener mayor impacto y también son menos propensas a aparecer como primeras o últimas autoras en los artículos. No obstante, esta falta de resultados se ha compensado con el tiempo con el número de citas, teniendo en cuenta que la evidencia de estos resultados se han aportado desde los artículos y revisiones científicas dejando a un lado el protagonismo de estas investigadoras en otro tipo de trabajos como por ejemplo: conferencias, cartas al editor, reseñas de libros...

En la cuarta edición de *She Figures* (2012), el informe oficial sobre estudios de género e innovación en Europa publicado por la Comisión Europea, se dice en el prólogo (2012): “sorprendentemente la mayoría de los estudios se centran en la escasa representación de las mujeres en la ciencia, mientras que la investigación no apuesta por el estudio del porqué de la sub-representación de los hombres en la educación, la salud y las humanidades [...] las razones por las que existen opciones de campo de estudio que tienen género, los estereotipos, que se encuentran en los libros infantiles y manuales escolares; actitudes de género de los profesores,

consejos de género y orientación sobre los cursos; diferentes expectativas de los padres con respecto al futuro de las niñas y los niños, y así sucesivamente” (p. 52).

De acuerdo con el estudio de Moss-Racusin et al., (2012), se demuestra claramente este sesgo de género, apoyando una actitud completamente sexista. El estudio trata de evaluar, por parte de 127 profesores de biología, química y física de seis Universidades de EE.UU, dos Curriculum Vitae (CV) ficticios de dos estudiantes (masculino y femenino) con nombres ficticios, respectivamente, y con las mismas condiciones académicas para acceder a un puesto de ayudante de laboratorio. Los profesores ofrecieron 3,730\$ (por año) menos a Jennifer que a John con CV idénticos.

Aparentemente se desconoce cuál es el proceso que contribuye a este sesgo. Sin embargo, a través de este estudio se demostró que las personas tenemos unos sesgos implícitos como consecuencia de la exposición repetida a los estereotipos culturales dominantes que retratan a las mujeres como menos competentes, incluso teniendo las mismas condiciones académicas (o profesionales) como se ha visto en el experimento realizado por estos investigadores.

La exposición repetida a estos sesgos de género ha repercutido en la sociedad, sobre todo en la autoestima y auto-concepto de las mujeres, que en la mayoría de los casos se ven menos capaces que los hombres en cualquier campo de la ciencia. En un estudio de estudiantes de doctorado en química en Londres (Shen, 2013) se demostró cómo las mujeres son más propensas que los hombres a expresar una baja autoestima diciendo que “esas carreras no son para nosotras porque no nos vemos igual que el resto”. Solo un 37% de las estudiantes femeninas (tercer año de carrera) que se registraron en el primer año seguían estudiando una carrera de investigación, mientras que de los hombres seguían el 59% estudiando lo que se habían propuesto en primer año. Según expertos de este experimento, este sentimiento de “no-pertenencia” por parte de las mujeres impulsa la falta de modelos de conducta para acceder a puestos superiores en una Academia Oficial, por ejemplo.

Además de la clara evidencia de la proporción de género en carreras científicas y de humanidades, también se han degradado las competencias profesionales, salarios... de las mujeres. La escasa representación de las mujeres en la ciencia hasta el momento ha provocado que los hombres progresen en sus carreras científicas hasta ocupar la mayoría de los altos cargos, esto podría explicarse como consecuencia de las fuerzas históricas. Las brechas de género y de financiamiento han estado presentes durante décadas. Sin embargo, ahora sabemos que, según el estudio de Shen (2013), el porcentaje de mujeres que consiguen Doctorados en ciencia se ha más que duplicado en los EE.UU desde 1980 y actualmente, está a

punto de equilibrarse con el de los hombres. En algunos países europeos, las mujeres superan a los hombres en algunas carreras científicas pero hay una variación significativa entre países y disciplinas. No obstante, este progreso se ha visto frenado por el modelo de crianza tradicional, pues muchas mujeres que proyectaban tener hijos no se planteaban continuar con sus carreras científicas ya que las normas políticas tampoco les permitían avanzar.

Teniendo en cuenta la importancia de la representación de la mujer en la ciencia, presento el siguiente análisis bibliométrico de una de las revistas científicas con mayor impacto mundial, *Nature*. La revista se dedica a publicar trabajos, de forma impresa y *on-line*, por áreas temáticas (química, investigación clínica, La Tierra y el medio ambiente, ciencias de la vida y ciencias físicas). En el presente trabajo se estudia la participación de la mujer en los trabajos publicados durante el 2009-2010. Para ello se ha analizado la producción, número de firmas, autores, co-autores y las citas según el género (masculino, femenino).

## 5 MÉTODO

El análisis bibliométrico se ha realizado a partir de *Nature*, una de las revistas científicas con mayor factor de impacto medido por los Journal Citation Reports (JCR ScienceEdition), debido al número de citas recibidas desde la comunidad científica. Se han extraído el total de 1.728 artículos y revisiones publicados en *Nature* durante los años 2009-2010 de la base de datos *Web of Science* (WoS). Elegimos estos años porque son relativamente recientes y, a la vez, consideramos que ha pasado el suficiente tiempo para poder estudiar las citas recibidas por tales trabajos.

La base de datos *Web of Science*, como muchas otras bases científicas, no proporciona el género de los autores/as. No obstante, desde el 2008 incluye el nombre completo de los autores/as lo cual nos facilita identificar el género. Sin embargo, una pequeña proporción de los artículos aún se publican con las iniciales sin incluir el nombre completo.

Todos los trabajos corresponden a los años 2009-2010, éstos se han extraído en forma de texto y pre-procesados a través del programa BibExcel (Persson, Danell, y Wilborg-Schneider, 2009) para, posteriormente, realizar el análisis bibliométrico en el programa Microsoft Excel 2010. Después de eliminar las iniciales que acompañaban a los nombres se contrastaron todos los nombres recogidos en el GenderChecker, una base de datos que recoge a nivel mundial 97.500 nombres clasificados, según su género en femeninos, masculinos o unisex (obtenido en <http://genderchecker.com/>). Para incrementar el número de observaciones, aplicamos un procedimiento similar al de Larivière et al., (2013) y los nombres unisex se contrastaron con el Censo de 1990 de los EE.UU (1990 US Census), el cual presenta una lista de nombres y la frecuencia con la que se asocian a hombres y mujeres en la población de EE.UU. Cuando GenderChecker consideraba un nombre como unisex pero en el censo estadounidense aparecía ese nombre asociado a un género específico en una proporción superior al 90% vs. 10%, se le asignaba dicho género. Por ejemplo, "Aaron" aparecía en el Censo de EE.UU como nombre masculino 7.209 veces y 64 veces como mujer (99.1% vs. 0.9%); se consideró nombre de hombre. Por el contrario, el nombre de "Carmen" aparecía 6.210 veces como nombre de mujer y solo 330 como hombre (95% vs. 5%), por lo que se clasificó como un nombre femenino.

En este análisis bibliométrico, los nombres unisex se han incluido en la etiqueta de género desconocido, además de los nombres que no reconocía el programa GenderChecker y que por esa razón, nos daban como "dato ausente" (N/A). En definitiva, los datos en los que se ha centrado nuestro estudio son los nombres clasificados como de género femenino o masculino.

Para realizar el análisis se han tenido en cuenta los siguientes aspectos: nombres según el género, también el número de firmas (*authorships*) por trabajo y cuántas mujeres y hombres participan en los mismos (co-autores); el orden de estos autores, en particular las posiciones clave correspondientes al primer autor (como principal contribuyente del trabajo) y último autor (quien normalmente es el investigador principal o coordinador del equipo investigador); y por último, el número de citas recibidas por los trabajos.

## 6 RESULTADOS

### Producción científica.

Durante el 2009-2010 se publicaron en *Nature* un total de 1.728 trabajos científicos (Ver Tabla 1 y Figuras 1 y 2) en los que participaron 19.015 firmas. A partir de este dato, obtuvimos, por un lado, el número total de firmas de género desconocido (6.649) correspondientes a firmas unisex y de “dato ausente”; y por otro lado, el número total de firmas del género conocido (12.366), es decir, el género masculino o femenino, que suponen el 65,0% del total. Respecto al género conocido, sabemos que 8.890 firmas corresponden al género masculino (71,9%) y 3.476 firmas al femenino (28,1%). Es decir, el número de firmas femeninas está por debajo de la mitad del número de firmas masculinas y suponen un poco más de la cuarta parte del total de firmas de género conocido<sup>1</sup>.

Tabla 1. Número y porcentaje de firmas masculinas y femeninas en *Nature* (2009-2010).

Trabajos	Firmas (authorships)	Firmas de género conocido	Firmas masculinas	%	Firmas femeninas	%
1.728	19.015	12.366	8.890	<b>71,9</b>	3.476	<b>28,1</b>

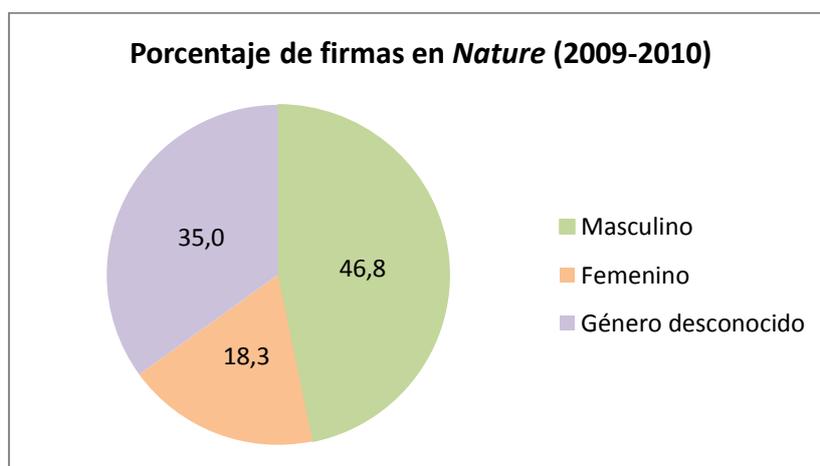


Figura 1. Porcentaje de firmas de género conocido (masculino, femenino) y desconocido en *Nature* (2009-2010).

<sup>1</sup> A partir de ahora, siempre que nos refiramos a porcentajes de firmas masculinas o femeninas será en relación al total de firmas de género conocido.

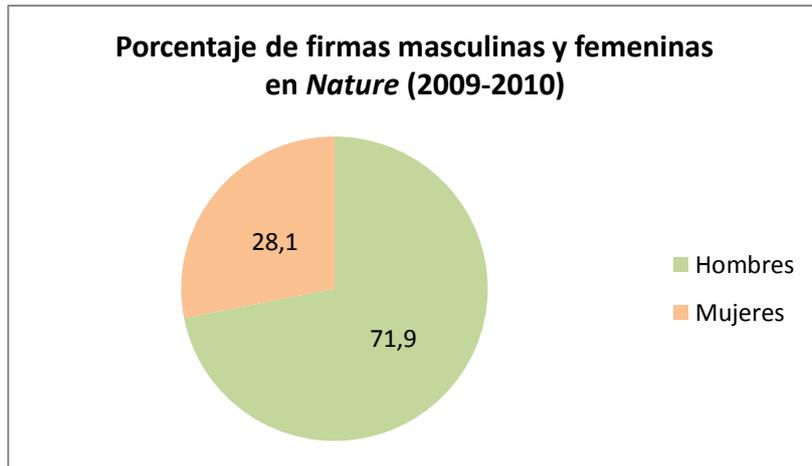


Figura 2. Porcentaje de firmas masculinas y femeninas en relación al conjunto de firmas de género conocido (*Nature*; 2009-2010).

Para estudiar la significación estadística, se ha aplicado el test Chi-Cuadrado ( $X^2$ ) al número de firmas observadas masculinas (8.890) y femeninas (3.476), en relación a las frecuencias esperadas (6.183, 6.183) si se cumpliera la hipótesis nula de que no existen diferencias de género. El resultado es  $X^2$  (g.l.=1) = 2.370,32;  $p < 0,0001$ ; es decir, la diferencia de género es claramente significativa.

El número de firmas es diferente del número de autores o individuos que publican en la revista, ya que cada autor puede intervenir en la publicación de más de un trabajo. La Tabla 2 presenta el promedio de trabajos científicos escritos por autor/a en *Nature* (2009-2010). Analizando los datos, encontramos que las 8.890 firmas del género masculino corresponden a 7.525 autores, dando una productividad media de 1,18 trabajos/autor y las 3.476 firmas del género femenino corresponden a 3.131 autoras, con una productividad media de 1,11 trabajos/autora.

Aplicando el test Chi-Cuadrado ( $X^2$ ) al número de firmas observadas masculinas (8890) y femeninas (3476), en relación a las frecuencias esperadas en caso de que la productividad fuera la misma en cada género ( $7.525 \times 1,16 = 8.729$ ;  $3.131 \times 1,16 = 3.631,96$  respectivamente), obtenemos  $X^2(1) = 9,67$ ;  $p < ,01$ . Es decir, la diferencia de productividad en *Nature* (2009-2010) entre hombres y mujeres es significativa.

Tabla 2. Productividad de los autores/as en *Nature* (2009-2010). Datos separados según el género.

	Firmas	Autores/as	Promedio firma/autor
<b>Masculino</b>	8.890	7.525	<b>1,18</b>
<b>Femenino</b>	3.476	3.131	<b>1,11</b>
<b>Total</b>	12.366	10.656	<b>1,16</b>

### Colaboración.

En las últimas décadas, la colaboración entre investigadores ha aumentado considerablemente y uno de los indicadores más utilizados para medir la colaboración científica es la co-autoría, cuando un investigador escribe un documento científico con otro (s) investigador (es).

Los 1.728 trabajos científicos publicados en *Nature* durante 2009-2010, analizados en este estudio, corresponden a un promedio de 11,00 firmas por trabajo, teniendo en cuenta todas las firmas (género conocido y desconocido). Una vez seleccionadas las firmas del género conocido, el índice de colaboración de los hombres es de 5,14 firmas/trabajo, mientras que el de las mujeres es de 2,01 firmas/trabajo. La asimetría de género es lógica ya que hay menos firmas femeninas para ser divididas entre el mismo denominador (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Colaboración (co-autorías) en los trabajos publicados en *Nature* (2009-2010). Datos separados por género.

	Firmas	Trabajos	Promedio firmas/trabajos
<b>Masculino</b>	8.890	1.728	<b>5,14</b>
<b>Femenino</b>	3.476	1.728	<b>2,01</b>
<b>Total</b>	12.366	1.728	<b>7,16</b>

En trabajos de un único autor/a, la participación en *Nature* (2009-2010) masculina es mayor que la femenina siendo 42 y 7, respectivamente (Ver Tabla 4). Esta sub-muestra se ha calculado a partir de la muestra total de autores/as: 7.525 autores y 3.131 autoras. Sin

embargo, en documentos con más de un autor, la participación femenina aumenta en términos relativos (Ver Tabla 5a).

Tabla 4. Número de hombres y mujeres que han publicado en *Nature* (2009-2010) como únicos autores/as. Datos separados por género.

Género	Único autor/a
Masculino	42
Femenino	7

Después de excluir los trabajos firmados por un solo autor, se examinó la colaboración de mujeres y hombres en trabajos con más de un autor, teniendo en cuenta el orden que ocupaba el género según el orden de las firmas en los trabajos (Ver Tablas 5a y 5b) Para ello se ha seguido el procedimiento introducido por Kretschmer, Kundra, Beaver y Kretschmer (2012), las concentraciones de las mujeres (CM) para cada posición se define como el cociente entre el porcentaje de mujeres en esa posición específica y el porcentaje general de autoras. De la misma forma que la concentración de hombres (CH) de cada posición se define como el cociente entre el porcentaje de hombres en esa posición específica y el porcentaje general de autores. Los resultados se muestran en la Figura 3. Los patrones de colaboración son diferentes dependiendo del género que ocupa la primera y última posición según el orden que marcan los trabajos. En los trabajos firmados por hombres en primera posición (831 científicos) y por mujeres (294 científicas), los porcentajes según el género son de 73,9% y 26,1%, respectivamente. Sin embargo, en los trabajos firmados en última posición, los hombres representan el 86,8% (1.066 científicos) y las mujeres el 13,2% (162 científicas).

Se observa que las mujeres están ligeramente sub-representadas en términos relativos en la primera posición. Esto podría ser un reflejo de las nuevas incorporaciones femeninas a la ciencia que publican sus primeros estudios, bajo la dirección de un investigador principal (IP), la última posición según el orden de autorías. Por otra parte, se observa claramente que los hombres están sobrerrepresentados en la última posición en comparación con las mujeres, siendo ésta la posición de "senior" de miembro-líder en un grupo de investigación. Este doble patrón podría sugerir que la edad, probablemente, juega un papel importante en la explicación de la asimetría de género en la ciencia (Larivière et al., 2013).

Tabla 5a. Número de firmas según la posición en el orden de las firmas en los trabajos publicados en *Nature* (2009-2010) por más de un autor. Datos separados por género.

	1	2	3	4	5	>5	Último
<b>Masculino</b>	<b>831</b>	<b>839</b>	<b>729</b>	<b>633</b>	<b>550</b>	<b>5.266</b>	<b>1.066</b>
<b>Femenino</b>	<b>294</b>	<b>324</b>	<b>311</b>	<b>289</b>	<b>245</b>	<b>1.959</b>	<b>162</b>
<b>Total</b>	<b>1.125</b>	<b>1.163</b>	<b>1.040</b>	<b>922</b>	<b>795</b>	<b>7.225</b>	<b>1.228</b>

Tabla 5b. Porcentajes del número de firmas según la posición en el orden de las firmas en los trabajos publicados en *Nature* (2009-2010) por más de un autor. Datos separados por género.

%	1	2	3	4	5	>5	Último
<b>Masculino</b>	<b>73,9</b>	<b>72,1</b>	<b>70,1</b>	<b>68,7</b>	<b>69,2</b>	<b>72,9</b>	<b>86,8</b>
<b>Femenino</b>	<b>26,1</b>	<b>27,9</b>	<b>29,9</b>	<b>31,3</b>	<b>30,8</b>	<b>27,1</b>	<b>13,2</b>

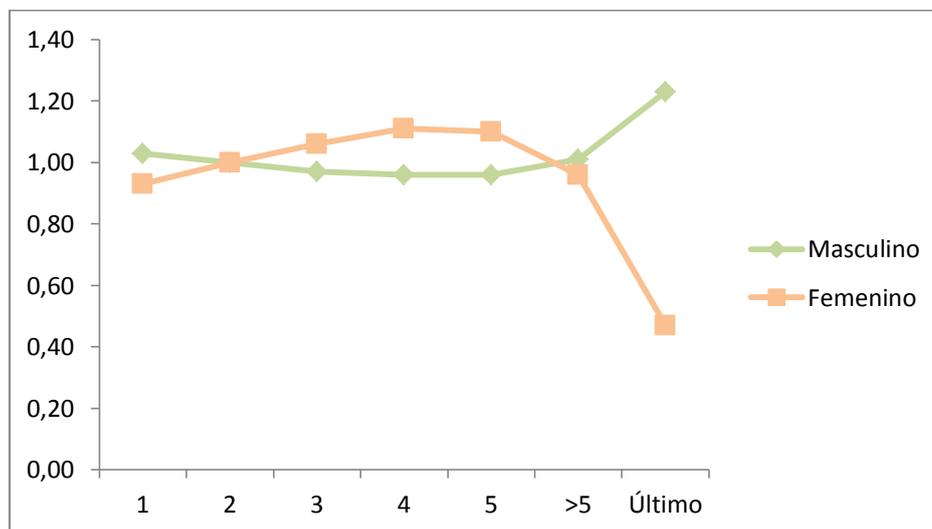


Figura 3. Concentración de hombres y mujeres según la posición en el orden de firmas en *Nature*, 2009-2010 (trabajos de un único autor excluidos). Explicación en el texto.

### Impacto científico.

El impacto mundial de los trabajos publicados en una revista, en este caso, *Nature* (2009-2010), es el número de citas que recibe cada trabajo científico. Se ha tomado el número de citas (campo TC o *Times Cited* de Web of Science) recibido por cada trabajo y se ha asignado a cada una de las firmas de ese trabajo; posteriormente se han separado las firmas masculinas de las femeninas para proceder a la comparación de las citas. Teniendo en cuenta que la

variable dependiente (número de citas recibidas) es de carácter continuo, el estadístico más apropiado es un análisis de varianza (ANOVA) aplicado sobre el género como factor.

Por un lado, una vez extraídos los datos se observa que la media total de citas recibidas en *Nature*, teniendo en cuenta solo el género conocido (12.366 firmas) es de 382,58 (Ver Tabla 6). Por otro lado, si analizamos los datos según el género, los hombres han recibido una media de 387,50 citas/firma con una desviación típica (DT) de 512,9 y las mujeres una media de 369,09 citas/firma con una desviación típica de 462,09 (ANOVA:  $F(1, 12.364) = 3,074$ ,  $p = ,080$ ). La diferencia de número de citas recibidas según el género no es significativa, aunque se encuentra en la franja marginal de significación (entre .05 y .10).

Tabla 6. Datos descriptivos del número de citas recibidas en *Nature* (2009-2010). Datos separados por género.

<b>Género</b>	<b>Firmas</b>	<b>Citas/Firma</b>	<b>DT</b>
Masculino	8.890	387,50	512,91
Femenino	3.476	369,99	462,90
<b>Total</b>	<b>12.366</b>	<b>382,58</b>	<b>499,19</b>

## 7 DISCUSIÓN

Se han analizado los autores/as de 1.728 trabajos (revisiones y artículos) científicos publicados en una de las revistas con mayor impacto mundial, *Nature*, durante los dos años comprendidos en el periodo 2009-2010. Se observa que el número de firmas femeninas (3.476; 28,1%) está por debajo de la mitad del número de firmas masculinas (8.890; 71,9%) y suponen un poco más de la cuarta parte del total de firmas de género conocido (12.366 firmas). En un análisis bibliométrico, a gran escala, con la participación de 27 millones de autores/as de todo el mundo y en todas las disciplinas de la ciencia, Larivière et al., (2013) encontraron que las mujeres representaban menos del 30% de la producción científica general. A pesar de los avances logrados por las mujeres en la investigación científica durante las últimas décadas, aún existe un alto grado de desigualdad de género.

La literatura científica muestra que esta asimetría de género puede variar según los diferentes ámbitos científicos; por ejemplo, aparece más acusada en las ciencias físicas y técnicas y menos en los ámbitos relacionados con el "cuidado" (*care*), como la medicina o la educación. No obstante, a pesar de haber aumentado la participación de la mujer en la profesión médica en las últimas décadas, Jagsi et al., (2006), después de analizar los autores/as de las instituciones estadounidenses en seis prestigiosas revistas médicas durante el 1970-2004, llegaron a la conclusión de que: "en las últimas cuatro décadas, la proporción de mujeres entre las dos primeras y últimas posiciones como autor-médico en los EE.UU ha aumentado significativamente. Sin embargo, las mujeres todavía componen una minoría como autoras de una investigación y en editoriales invitadas de las revistas estudiadas" (p. 281). Una vez más, los resultados de los amplios estudios realizados por Larivière et al. (2013) confirman las conclusiones anteriores tales como, los campos asociados con el "cuidado" (salud, psicología y educación) presentan menor disparidad de género que en las "*hardsciences*" (física, robótica, informática, etc.)

Aparentemente se desconoce cuál es el proceso que contribuye a este sesgo (Larivière et al., 2013), sin embargo, la literatura científica nos ayuda a explicar algunos de los factores que pueden influir en la escasa representación de las mujeres en la producción científica. Un factor sería la falta de normas o políticas universales destinadas a apoyar la situación familiar de las mujeres, pues muchas de ellas que proyectan tener hijos no se plantean continuar con sus carreras científicas por falta de una política adecuada de apoyo familiar y de esta forma ha perdurado el modelo de crianza tradicional (Shen, 2013). Todo ello ha tenido como consecuencia el que se retrasen las oportunidades de las mujeres en la ocupación de altos

cargos, desarrollo de carrera, toma de decisiones, etc. La falta de normas o políticas durante la historia, que estableciera la asignación de autorías y la posición de las investigadoras en los artículos, también ha contribuido al sesgo del género hacia las mujeres, ya que muchas científicas han colaborado pero no han aparecido como autoras (Larivière et al., 2013). Además, el sesgo implícito que tenemos como consecuencia de la exposición repetida a los estereotipos culturales dominantes que etiquetan a las mujeres como menos competentes es otro de los factores que contribuye de manera significativa a estas desigualdades sexistas (Larivière et al., 2013).

Cabe destacar algunos estudios recientes en los que podemos observar cómo la mujer ha ido progresando poco a poco en los ámbitos en los que este sesgo de género aparece más acusado. El estudio realizado por Vela, Cáceres y Caveró (2012) muestra que en la Ingeniería Informática (*Software Engineering*), sólo el 17,2% de las autoras son mujeres. Esta cifra, aún siendo muy baja, es el resultado de un avance relativo en un dominio tradicionalmente reservado a los varones; así Caveró, Vela, Cáceres, Cuesta, y Sierra-Alonso (2015) analizaron el progreso de la participación de las mujeres (desde sus inicios) en la investigación de informática, y se observó un crecimiento desde menos de un 3% de todas las publicaciones académicas en 1966, hasta un 16,3% en 2010.

Las mujeres han contribuido de manera significativa al desarrollo de la ciencia en general. Según los estudios de género e innovación en Europa, publicados por la Comisión Europea en la cuarta edición de *She Figures* (2012), en términos de empleo científico, campos de las ciencias, desarrollo de carrera y toma de decisiones, la participación de las mujeres ha aumentado de forma importante. Sin embargo, la literatura científica muestra que las mujeres todavía no han alcanzado un nivel proporcional relevante en cuanto a resultados en investigación científica. Sotudeh, y Khoshian (2014) estudiaron la productividad científica de mujeres en *Nano Science & Technology* durante el período 2005-2007, y se verificó que el número total de publicaciones femeninas sólo representaban el 11,98% de todos los documentos.

El índice de colaboración en *Nature* (2009-2010) de las mujeres es menor que la masculina. La asimetría de género es lógica ya que hay menos firmas femeninas para ser divididas por el mismo denominador (Ver Tabla 3). De acuerdo con los hallazgos en colaboración para la ciencia en general (Larivière et al., 2013), la diferencia es ligeramente menor en nuestro caso. También hemos estudiado la posición que ocupa cada autor/a según el orden en que aparecen los nombres en los trabajos científicos (*Nature*, 2009-2010), y encontramos algunas diferencias

interesantes entre los hombres y las mujeres (Fig. 1, trabajos de un único autor excluidos). En términos relativos, las mujeres, en trabajos con más de un autor/a, están ligeramente sub-representadas en términos relativos en la primera posición, lo que significa que, podría ser un reflejo de las nuevas incorporaciones de la mujer en la investigación-quizás las primeras publicaciones de sus trabajos post-doctorales. Por el contrario, las mujeres están claramente sub-representadas en la última posición, generalmente siendo una posición reservada para los "senior" miembros líder del equipo de investigación. Estos datos sugieren que la edad juega, probablemente, un papel importante para explicar el actual desequilibrio de género en la investigación de la producción científica. Esta idea se ve reforzada por las asimetrías observadas en el impacto científico. Después de extraer el promedio de citas recibidas en *Nature* (2009-2010) según el género, sabemos que las investigadoras reciben en promedio unas 369,99 citas/firma y los investigadores, 387,50 citas/firma, es decir, las mujeres reciben 17,51 citas/firma menos que los hombres. Cabe destacar que algunos de los trabajos publicados en la muestra son de un solo autor, escrito por un investigador principal.

La actual brecha de género en la ciencia es un fenómeno complejo y multicausal pero la evidencia científica sugiere que la edad, sin duda, juega un papel importante en el momento presente. Como Larivière et al. (2013) dicen, "hay pérdidas de investigadoras a lo largo de la formación académica de docentes *junior* hasta *senior*, y los rangos *senior* de la ciencia dan luz a las barreras de generaciones anteriores para la progresión de las mujeres. Por tanto, es probable que muchas de las tendencias que hemos observado puedan explicarse por la escasa representación de las mujeres entre los expertos de la ciencia. Después de todo, la antigüedad, la autoría, la colaboración y la cita son variables muy interrelacionadas" (p. 213).

En conclusión, como se ha comentado anteriormente, una de las razones de estas desigualdades sexistas, probablemente, tienen que ver con el factor edad, y parte del desequilibrio se corregirá en los próximos años, pero seguramente otras fuerzas sigan actuando en la dirección opuesta como el modelo de crianza tradicional, los sutiles sesgos de género, etc. Por lo tanto, es importante continuar con políticas universales activas para ir aumentando las oportunidades y resaltar la producción científica de la mujer, y hacer frente a los retos y dificultades específicas que las mujeres puedan encontrarse en su carrera académica y profesional. También sería interesante, profundizar en el continuo estudio de todas las variables y factores que potencian a estas desigualdades; por ejemplo, estudiar el factor edad en investigaciones futuras en otras revistas de alto impacto en la ciencia como podría ser los *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS).

Un principio fundamental para reducir el actual desequilibrio entre varones y mujeres en la ciencia sería concienciar a la población de la actual brecha de género y educar sobre cómo superar los sesgos implícitos del género, y promover así las oportunidades de capacitación para las mujeres.

## 8 REFERENCIAS (NORMATIVA APA)

Cavero, J. M., Vela, B., Cáceres, P., Cuesta, C., & Sierra-Alonso, A. (2015). The evolution of female authorship in computing research. *Scientometrics*, *103*(1), 85-100.

Desconocido (2013) *She figures 2012 - Gender in research and innovation*. [EU Commission – Working Document].

Editorial (2013). *Nature*, *495*, 5.

GenderChecker. (2014). Recuperado en Febrero 9, 2016, de <http://genderchecker.com/>

González-Álvarez, J. y Cervera-Crespo, T. (bajo revisión). Scientific production in Neuroscience: a gender analysis. *Scientometrics*.

Jagsi, R., Guancial, E., A., Worobey, C., C., Henault, L., E., Chang, Y., Starr, R., Tarbell, N., J., & Hylek, E., M. (2006). The "gender gap" in authorship of academic medical literature—a 35-year perspective. *The New England Journal of Medicine*, *355*(3), 281-287.

Journal Citation Reports (JCR) Edition 2014. Thomson Reuters.

Kretschmer, H., Kundra, R., Beaver, D., & Kretschmer, T. (2012). Gender bias in journals of gender studies. *Scientometrics*, *93*(1), 135-150.

Larivière, V., Ni, C., Gingras, Y., Cronin, B., & Sugimoto, C. R. (2013). Bibliometrics: global gender disparities in science. *Nature*, *504*(7479), 211-213.

Moss-Racusin, C., A, Dovidio, J., F., Brescoll, V., L., Graham, M., J., & Handelsman, J. (2012). Science faculty's subtle gender biases favor male students. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(41), 16474-16479.

Persson, O. D., Danell, R., & Wiborg-Schneider, J. (2009). How to use Bibexcel for various types of bibliometric analysis. In F. Astrom, R. Danell, B. Larsen, & J. Schneider (Eds), *Celebrating scholarly communication studies: A Festschrift for Olle Persson at his 60th Birthday* (pp. 9–24). Leuven, Belgium: International Society for Scientometrics and Informetrics. Recuperado de <http://www8.umu.se/inforsk/Bibexcel/>.

Shen, H. (2013). Inequality quantified: Mind the gender gap. *Nature*, *495*(7439), 22.24.

Sotudeh, H. & Khoshian, N. (2014). Gender differences in science: the case of scientific productivity in Nano Science & Technology during 2005–2007. *Scientometrics*, *98*(1), 457-472.

Vela, B., Cáceres, P., & Cavero, J. M. (2012). Participation of women in software engineering publications. *Scientometrics*, 93(3), 661-669.