

# PIONERAS DE LA CIENCIA: “ELLAS HACEN FÍSICA”

M. Del S. Vilte, M. A. Perales

Universidad Nacional De Salta-Avda. Bolivia 5051 (4400) -Salta - Argentina

e-mail: [viltem@unsa.edu.ar](mailto:viltem@unsa.edu.ar)

Las Científicas contemporáneas, al igual que las que han marcado nuestro pasado, son poco conocidas. Es por ello que en el presente trabajo se pretende cambiar la imagen pública del conocimiento, reconociendo la autoría y la autoridad de diversas mujeres a través de sus aportes a la ciencia, a la técnica y en particular al campo de la física. En primer lugar se presentará una síntesis histórica en la que se busca rescatar su papel en la historia de la física en la que ha veces ha sido olvidada, ya que por razones sociales, históricas, culturales o de género su trabajo fue atribuido a esposo, hermano, padre, compañero o director de tesis. En segundo término se intentará identificar el trabajo de mujeres en ciencia dentro de nuestro país, ya que su presencia e inclusión permitirá a las generaciones futuras tener una visión más humana y realista de la actividad científica, tal vez como la de Irene Joliot-Curie: “La ciencia es el fundamento de todo progreso, que mejora la vida humana y alivia del sufrimiento”

The Scientific contemporary ones, as those who have marked our past, are little known. It is for it that into the present work there is tried to change the public image of the knowledge, recognizing the authorship and the authority of diverse women across her contributions to the science, to the technology and especially to the field of the physics. First there will appear a historical synthesis in which her role is sought to rescue in the history of the physics in which there are times she has been forgotten, since for social, historical, cultural reasons or of kind her work was attributed husband, brother, father, companion or the director of thesis. In the second term women's work will be tried to identify in science inside our country, since his(its) presence and incorporation will allow the future generations to have a more human vision and realist of the scientific activity, maybe like that of Irene Joliot-Curie: " The science is the foundation of any progress, which improves the human life and relieves of the suffering”.

## I. INTRODUCCIÓN

La historia del desarrollo humano en todos los ámbitos, siempre ha estado sesgada por sus propios constructores, actores comprometidos en la misma; así en la Ciencia y en particular en la Física esto se repite. Factores sociales, históricos, culturales y religiosos han asignado a la mujer en el pasado un rol en el que aparentemente no tenía participación activa en los espacios de decisión del mundo político, social y científico. Sin embargo, los hechos mismos confirman su presencia y sus aportes no pasan inadvertidos. En la última década numerosos estudios han puesto de manifiesto que hombres y mujeres nacen con las mismas capacidades y motivaciones, se ha demostrado que, potencialmente, siempre y cuando se mantengan unos mismos niveles de formación y de experimentación, mujeres y hombres pueden llegar a obtener los mismos rendimientos y competencias en las diversas disciplinas, en la edad adulta, independientemente de cual sea el sexo. No existen diferencias de género en habilidades, autoconfianza, motivación, competencia y resultados, cuando unos y otras tienen acceso a las mismas oportunidades <sup>(1) (2)</sup>. Aún así, la realidad que se vive es otra: las estadísticas demuestran que las mujeres siguen en inferioridad en este campo, al menos en lo que hace a los ámbitos de decisión. En muchos lugares del mundo y en nuestro propio país:

- 1) Las mujeres todavía son minoría en las universidades técnicas y excepción en los lugares de trabajo relacionados con la tecnología.
- 2) El avance tecnológico y el riesgo a sufrir un analfabetismo contemporáneo ante los nuevos lenguajes digitales acecha aún a muchas mujeres <sup>(10)</sup>.

3) No es habitual la presencia de modelos femeninos en los campos de las ciencias y técnicas, que sirvan de referencia a las nuevas generaciones.

4) Los medios de comunicación y la publicidad dirigen sus contenidos científicos y tecnológicos a un usuario mayoritariamente masculino.

De este modo, la igualdad posible se vuelve desigualdad real. Las diversas formas de acercarse al conocimiento y las aportaciones científicas de las mujeres tienen un valor fundamental para la humanidad. En los últimos años han surgido en los diferentes países iniciativas a fin de crear espacios destinados a visualizar el trabajo de las científicas, a divulgar las contribuciones de las pioneras, a través de publicaciones especializadas y a la creación de organizaciones y de redes temáticas. A diferentes niveles de organización, se han fijado como objetivo reducir los obstáculos que todavía impiden la plena participación de las mujeres en la investigación científica y tecnológica.

## II. REVISIÓN HISTÓRICA: LA MUJER EN EL DESARROLLO DE LA FÍSICA

Un aspecto de los esfuerzos por desentrañar el papel de las mujeres en la ciencia y tecnología es la revisión de la historia para rescatar del olvido mujeres que, pese a haber hecho contribuciones destacables en el ámbito científico-tecnológico, han sido silenciadas por la historia tradicional.

En esta exploración de la historia constatamos que el acceso a las instituciones científicas estuvo vedado para las mujeres hasta fechas increíblemente cercanas. En Grecia sólo se las aceptaba en algunas escuelas

filosóficas (Pérez Sedeño, 1993). Aquí aparece la figura precursora de Hipatía de Alejandría, proclamada como la primera mujer de ciencias, por lo menos en el mundo occidental. Nacida en Alejandría en el año 350, se introdujo en el mundo de las matemáticas, la filosofía y la astronomía; por encima de cualquier convención social de la época, Hipatía viajó a Atenas y a Roma y regresó a Alejandría donde enseñó durante veinte años matemática, geometría, astronomía, filosofía y mecánica. Ocupó la cátedra de filosofía de Plotino, y se convirtió en una de las principales referentes de la escuela filosófica neoplatónica y en una trabajadora incesante que alcanzó una prolífica producción en aritmética, geometría, astronomía y mecánica. Sus cualidades intelectuales se ponen de manifiesto en la construcción de un astrolabio y la esferaplana. Además inventó un aparato para destilar el agua, uno para medir el nivel del agua y otro para determinar la gravedad específica de los líquidos. A esto se le llamó más tarde un aerómetro o hidroscoPIO.

Durante la Edad Media los conventos fueron los únicos lugares que daban refugio a las mujeres que deseaban dedicarse al estudio. El nacimiento de las universidades europeas, entre los siglos XII y XV, redujo las oportunidades de las mujeres pues, debido a su carácter clerical, vetaban su ingreso. En este ambiente surge la astrónoma danesa Sofía Brahe, hermana de Tycho Brahe, quien desde temprana edad, demostró gran pasión por las estrellas. En 1566, a la edad de 10 años auxiliaba a Tycho en sus observaciones astronómicas. Años más tarde quiso ingresar a la universidad, sin embargo en este tiempo únicamente aceptaban a los varones, así que Sofía convenció a sus padres para que le permitieran tomar cursos particulares de matemáticas, música, astrología, alquimia, medicina, genealogía y literatura clásica. Durante su adolescencia trabajó en el observatorio de su hermano llamado el Castillo de Urania "Uraniborg" en la isla de Hven, el mejor observatorio astronómico de la era pretelescopica. Allí, lo auxiliaba en los cálculos de eclipses y trayectorias de los cometas. Sin embargo, al poco tiempo sus padres la forzaron a casarse, lo cual impidió que continuara su trabajo. Cuando su padre murió, 10 años más tarde, Sofía se dedicó a la química, a la biología y a la horticultura. Asimismo, continuó ayudando a su hermano en Uraniborg con las observaciones astronómicas que llegaron a ser la base de las predicciones de órbitas planetarias modernas.

Las pioneras en la edad de la revolución científica y del positivismo comenzaron su labor desde la Baja Edad Media y el Renacimiento. Estas épocas tuvieron una fuerte presencia de las mujeres en la cultura y en la ciencia, como lo demuestran los estudios alquímicos de Perrenelle Lethas en Francia y los trabajos de varias médicas (Olimpia Morata, Tarquinia Molza, Constanza Calenda, entre otras, en Italia). Sin embargo, es durante la revolución científica del siglo XVII cuando se sientan las verdaderas bases para el ingreso de las mujeres en el mundo científico. A pesar de que sus estudios dependían

de la mediación de padres, hermanos o maridos, científicos aceptados por ser varones, las llamadas "damas de la ciencia" alcanzaron niveles de competencia inimaginables para sus antecesoras, lo que constituyó un mayor motivo de orgullo para estas mujeres, puesto que si en Italia las estudiosas siempre habían sido respetadas y consideradas, en los países en los que se produce la revolución científica (Inglaterra y el norte de Europa) la oposición a la instrucción femenina fuera de los conventos era muy fuerte. Pero lo más destacable de este período es que la actividad de las científicas no se desarrolla sólo en el campo de la medicina, como había ocurrido en el pasado; las mujeres ya están presentes en todos los terrenos del saber: química, botánica, ciencias naturales, biología, geología, astronomía y matemáticas.

Aquí se ubica Emilie du Chatelet, francesa que vivió entre 1706 y 1749. Estudió a Descartes, Leibniz y a Newton. Nunca dudó de que la metafísica de Leibniz se pudiera conciliar con la física de Newton. De esta forma escribió la obra: "Institutions de physique" obra en tres volúmenes publicada en 1740, en la que logró resumir casi toda la ciencia y la filosofía del siglo XVII y divulgar los conceptos del cálculo diferencial e integral. Hacia 1745 comenzó a traducir los *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* de Newton del latín al francés, con extensos y válidos comentarios y suplementos que facilitaban mucho la comprensión; a los 42 años, Emilie quedó embarazada y estaba decidida a terminar su obra "Principia" de Newton antes del alumbramiento. Fue la obra culminante de su vida y sigue siendo la única traducción francesa que existe. Además Emilie trabajó en una investigación sobre el fuego y argumentó que la luz y el calor tienen la misma causa o son del mismo tipo de movimiento y descubrió que rayos de diferentes colores no liberan el mismo grado de calor. Esta fue su primera publicación en la Academia de Ciencias, el primer paso al reconocimiento público de sus cualidades intelectuales. Si bien no explicó el origen del fuego se considera que su trabajo era adelantado para su época.

Caroline Lucretia Herschel fue una astrónoma alemana que vivió entre 1750 y 1848. Caroline se mudó a Inglaterra donde terminó trabajando casi toda su vida, junto a su hermano William Herschel, ayudándolo a realizar observaciones astronómicas y, posteriormente, realizando sus propias observaciones. El 1 de agosto de 1786, descubrió el primer cometa lo que le valió un sueldo de 50 £ anuales por parte de Jorge III, y el reconocimiento de las autoridades científicas de la época. Entre 1786 y 1797, descubrió tres nuevas nebulosas y siete cometas más. Posteriormente se dedicó a revisar y ordenar el catálogo estelar de John Flamsteed y en 1798 envió a la Royal Astronomical Society su «Índice de Observaciones de Estrellas Fijas de Flamsteed», con una lista de 560 estrellas que éste había omitido. En 1828 le fue concedida la medalla de oro de la Royal Astronomical Society de Inglaterra, por su catálogo de 2500 objetos de cielo profundo. En 1835,

cuando contaba 85 años de edad, recibió el nombramiento de miembro honorario de la Royal Astronomical Society. En 1846, el Rey de Prusia le otorgó a Caroline una medalla de oro de Ciencias. Vivió hasta los 98 años de edad, conservando una salud física y mental fuera de lo común. Posteriormente, en 1889, fue bautizado en su honor el asteroide Lucretia (segundo nombre de Caroline), y en el siglo pasado, el cráter lunar C. Herschel, al borde del Mare Imbrium.

La historia del mayor programa de búsqueda y estudio de estrellas variables de todos los tiempos fue escrita por mujeres. A fines del siglo XIX en Harvard se contrataron mujeres para analizar y compilar datos astronómicos. Desde hacía un tiempo ya se venía empleando a alguna mujer, pero la situación cambió radicalmente en la década de 1880, cuando Pickering, director del Observatorio de Harvard, decidió emprender el proyecto del catálogo de Henry Draper (1837 – 1882), quién había comenzado un proyecto para catalogar todas las estrellas en el cielo, pero falleció mucho antes de completarlo. Su viuda deseaba que el proyecto se continuase en su memoria e hizo una donación de casi 400.000\$ a Harvard para que se terminase. La decisión de aplicar la fotografía para determinar las posiciones, tipos espectrales y variabilidad de las estrellas, hizo que la tarea fuese más la propia de una oficina que la de un observatorio, lo que facilitó la incorporación de mujeres, bajo la dirección de Pickering y la supervisión de la Sra Fleming (1857 – 1911) que siendo empleada del hogar y contando sólo con estudios primarios, llegó a ser una de las principales mujeres astrónomo de fines del siglo XIX y principios del XX. Entre los logros de Fleming cabe citar el descubrimiento de las enanas blancas.

En este monumental e importante trabajo de clasificación espectroscópica, se clasificaron 225300 estrellas!! que aparecieron en los anales del Observatorio de Harvard entre los años 1918 y 1924. Corresponden a los números 91 al 99 de los Harvard Annals. Estas mujeres, el harén de Pickering como algunos jocosamente decían, comenzaron la tarea cuidadosa de catalogar todas las estrellas que eran fotografiadas y clasificaban sus espectros. Por trabajar siete horas diarias durante seis días a la semana, cobraban entre 25 y 35 centavos por hora, sueldo era equiparable al de un obrero medio, pero por debajo de lo que cobraban las mujeres que trabajaban en una oficina, e incluso era manifiestamente bajo considerando que muchas de ellas poseían formación universitaria. Unas eran conocidas como “computadoras” porque realizaban la clasificación de estrellas y la reducción de datos complejos y las otras, que trabajaban como ayudantes, se les llamaba “registradoras” porque registraban los datos. Entre estas mujeres se destacaron algunas en particular:

Anne Cannon (1863 – 1941) es, probablemente, la más famosa de estas mujeres. Catalogó millares de estrellas y le fue dado el cargo de Conservador de las fotografías

astronómicas, sucediendo a Fleming en esta tarea. Cannon desarrolló un sistema de clasificación para estas estrellas que fue adoptado como el estándar con algunas leves modificaciones en la reunión de 1910 de la Unión Astronómica Internacional.

Miss Antonia Maury (1866 – 1952) también desarrolló un sistema de clasificación que era un poco más complejo. Sin embargo, su sistema anticipó la conexión entre la temperatura y la luminosidad que ahora vemos en el diagrama de Hertzsprung-Russell.

Henrietta Swam Leavitt (1868-1921), astrónoma sordomuda, graduada en la Universidad de mujeres de Radcliffe (1892) detectó cerca de 2400 Cefeidas cuando trabajaba para Pickering, en Harvard, comparando fotografías y observando el cambio en el brillo de las estrellas. Además fue quien descubrió que con este tipo de estrellas variables se podía establecer una relación directa entre su periodo de variación luminosa y su brillo absoluto, y basándose en el cálculo sencillo de que la intensidad de la luz disminuye con el cuadrado de la distancia, era posible tasar distancias galácticas. Con este nuevo y asombroso patrón para el cálculo de distancias cósmicas, se revisó que el universo era enormemente más vasto de lo que se creía hasta entonces. Este hallazgo tan importante fue reconocido con una nominación al Nobel de Física en 1925, pero Leavitt había muerto cuatro años antes.

Cecilia Helena Payne (1900-1979) que nació en Wendoover, Inglaterra. En 1919 mientras estaba en la Universidad de Newham en Cambridge, se interesó por la astronomía después de escuchar una conferencia del profesor Eddington sobre su expedición al Brasil para observar un eclipse de Sol. Tras graduarse en Cambridge se planteó su futuro como astrónomo en Inglaterra, decidiéndose a ir a los Estados Unidos donde creía que una mujer sería mejor aceptada. Le fue concedida una beca para estudiar en el Harvard College Observatory y allí se dirigió para proseguir su carrera. Payne se adaptó rápidamente en aquel ambiente entre las mujeres del observatorio de Harvard. En 1925 Payne fue la primera persona (hombre o mujer) en hacer una tesis doctoral en astronomía en Harvard y recibió su doctorado en astronomía en el Radcliffe College (centro para mujeres estudiantes). Su tesis, *Stellar Atmospheres, A contribution to the Observational Study of High Temperature in the Reversing Layer of Stars* fue la primera monografía publicada por el observatorio de Harvard, siendo considerada durante mucho tiempo como “la más brillante tesis doctoral escrita nunca en astronomía”. En ella Payne calculó una escala de la temperatura correlacionada con el sistema de clasificación que Annie Cannon había desarrollado. También teorizaba sobre la composición de las estrellas, sugiriendo que estaban compuestas principalmente por hidrógeno. Sin embargo, cuando Eddington oyó esta teoría le dijo que era incorrecta, puesto que en la época se pensaba que todos los cuerpos celestes tenían composiciones muy similares. En 1934 se casó con

Sergei Gaposchkin por lo que pasó a firmar sus trabajos como Cecilia Payne-Gaposchkin. Se cuenta que solía ir a trabajar al observatorio con sus hijos pequeños, para desahogo del resto del personal, por lo revoltosos que eran. Continuó publicando artículos y escribió varios libros, algunos de ellos firmados junto con su marido o con Annie Cannon y recibió el título de astrónomo por Harvard. Sin embargo, a pesar de dar clases en la universidad, no fue hasta los años 50 que recibió el título de profesor y la cátedra de astronomía en Harvard. Cecilia Payne-Gaposchkin es considerada una de las más grandes astrónomas del siglo XX. Entre sus principales contribuciones a la astronomía destacan el descubrimiento de la composición química de estrellas, en concreto que el hidrógeno y el helio son los elementos más abundantes de estrellas y del universo. Sobre los espectros, determinó temperaturas estelares y abundancias químicas usando la ecuación térmica de ionización de Saha. Su trabajo fue de importancia fundamental en el desarrollo del campo de las atmósferas estelares. Realizó estudios y análisis detallados de los espectros estelares. Junto con su esposo S. I. Gaposchkin, observó y analizó las estrellas variables poniendo la base de su uso como indicadores de la estructura. También hizo importantes estudios de los espectros de novae galácticas.

Tuvieron que pasar varios siglos para que como grupo, y no alguna que otra excepción, fueran admitidas en las universidades; esto ocurrió en Europa a partir de 1850 en el siglo XIX. La inclusión de mujeres dentro de las sociedades Científicas se hizo efectiva en el siglo XX. Si embargo en Gran Bretaña, las mujeres organizaron academias alternativas y grupos de botánica, biología, astronomía..., que realizaron importantes contribuciones sobre todo en tareas de recogida de datos (Alic, 1986, Schiebinger, 1989).

En esta época asoma la controvertida Mileva Marić (1875 - 1948) matemática serbia que fue la compañera, confidente y primera mujer de Albert Einstein. Mileva Maric y Albert Einstein se conocieron en la primavera de 1896 en el Instituto Politécnico Federal de Zurich estudiando la carrera de física, siendo la única mujer que estudiaba matemáticas ese año, y la quinta hasta entonces. Ella le dio clases de matemáticas y compartían el interés por la ciencia y la música. Existen varias cartas durante el noviazgo en las que Einstein debate con ella sus ideas de la relatividad e inclusive se refiere a “nuestra teoría”; le escribe en 1900: “Estoy solo con todo el mundo, salvo contigo. Qué feliz soy por haberte encontrado a ti, a alguien igual a mí en todos los aspectos, tan fuerte y autónoma como yo”. En 1900 se licencia Einstein y Maric no lo consigue; vuelve a intentarlo por última vez en 1901; ahora podemos conjeturar que no siguió a causa del nacimiento de Lieser, una hija que tuvieron antes de su matrimonio (esto lo conocemos ahora a raíz de las cartas de Einstein a Mileva). Se casan el 6 de enero de 1903. A Mileva se le acaba la posibilidad de seguir estudiando al nacer uno de sus hijos deficiente mental y volcarse en su cuidado.

Quizá de alguna manera Einstein le pagó su aportación a la Teoría de la Relatividad al otorgarle el importe en metálico del Nóbel de Física, ocho años después del divorcio. Los biógrafos de Mileva Maric coinciden en que ella vivió a la sombra de su esposo, entregada totalmente a él y la familia, orgullosa de decir que ambos formaban “una piedra”, que es traducción literal de la palabra alemana “einstein”. Hay mucha controversia respecto a la aportación de Mileva en la teoría de la relatividad: desde autores que minimizan su importancia hasta los que dicen que Einstein jamás hubiera podido llegar a esos resultados sin ella. Lo que es un hecho es que importantes matemáticos quedaban sorprendidos de la rapidez y facilidad con la que Mileva resolvía los más complejos problemas matemáticos (“Nosotros sabíamos que ella era la base sobre la que Albert se levantaba, que era famoso gracias a ella. Le resolvía todos los problemas matemáticos, en especial los concernientes a la teoría de la relatividad. Resultaba desconcertante lo buena matemática que era”. Dr. Ljubomir -Bata Dumic).

Marie Curie (1867-1934) la primera mujer galardonada con el Premio Nobel, que obtuvo en 1903 por sus trabajos de física. Marie Curie, de soltera Maria Sklodowska, nació en Varsovia y contrajo matrimonio con el físico francés Pierre Curie. Los esposos Curie fueron los descubridores de la radioactividad natural. Su labor de investigación posterior permitió a Marie determinar el peso atómico del radio, lo cual le valió la obtención de un segundo Premio Nobel en 1911, en química esta vez. Su figura descollaba sin embargo según algunos historiadores ensombrece o apantalla la notoriedad de otras mujeres dentro del ámbito de la física.

Irene Joliet Curie Irène era hija del matrimonio formado por Pierre y Marie Curie, y en 1918 colaboró como asistente de su madre en el Institut du Radio de París. En 1925 se doctoró con una tesis sobre los rayos alfa del polonio. Ese mismo año conoció al que sería su marido, Frédéric Joliot, graduado en ingeniería por la École de Physique et de Chimie Industrielle, cuando entró, en calidad de colaborador, en el laboratorio de Marie Curie. En octubre del año siguiente la pareja contrajo matrimonio. Joliot siguió ampliando estudios en la École d'Électricité Industrielle Charliat hasta 1928, fecha en la que inició la colaboración con su esposa en materia científica. En sus primeras investigaciones obtuvieron isótopos radiactivos de elementos que originariamente no lo son, a saber, nitrógeno, fósforo y aluminio. Este descubrimiento reveló la posibilidad de emplear elementos radiactivos producidos artificialmente en el seguimiento de los cambios químicos que se producen en los procesos fisiológicos. El método de obtención de isótopos radiactivos desarrollado por el matrimonio Joliot-Curie valió a la pareja el Premio Nobel de Química en 1935.

Emmy Noether de origen judío nació en Erlagen (sur de Alemania) en 1882. Se decidió por el estudio de las

matemáticas y en 1916 fue a Gotinga, el centro del mundo. Allí estaban David Hilbert, Felix Klein, Hermann Minkowski... Hilbert estaba estudiando Teoría General de la Relatividad y le interesaba esta muchacha que decía saber sobre teoría de los invariantes, fue él quien defendió su entrada como Privatdozent (profesor ayudante). La admitieron sin sueldo, pero Hilbert consiguió para ella, unos pequeños emolumentos como profesora de álgebra. Emmy Noether hizo muchos descubrimientos importantes en álgebra abstracta, que emocionan mucho a los matemáticos, como la teoría moderna de los ideales. Pero para los físicos es más interesante por su famoso teorema sobre invariantes, que es (sin la menor duda) el teorema más hermoso, general y útil de toda la física teórica. Lo que descubrió Noether es básicamente que los problemas simétricos son los más fáciles de resolver, de hechos los únicos que se resuelven sin necesidad de computadoras. Así la conservación del momento lineal, para Emmy Noether, se deduce de la simetría traslacional; la conservación del momento angular proviene de la simetría rotacional y la conservación de la energía proviene de la simetría bajo traslación temporal, es decir, que es igual hacer un experimento hoy que ayer que mañana que dentro de diez mil años. En definitiva a toda simetría de un problema corresponde una cantidad conservada. Esto lo descubrió en 1918 y dentro de la física es algo maravilloso ya que básicamente los físicos resuelven problemas que tienen suficientes simetrías. En esta época de la Alemania Nazi, tuvo que emigrar a EEUU, murió en 1935.

Otra mujer cuyo descubrimiento fue esencial fue Maria Goeppert Mayer, aunque muy distinta a Emmy Noether. Nació en 1906, fue también teórica y estudió también en Gotinga, con Max Born. Las sufragettes locales la ayudaron con la burocracia para poder ingresar. Investigaba y daba clases completamente gratis, por amor al arte. Se casó con Joseph Mayer, un químico americano de visita en Alemania, y volvió allá con él, a la Universidad John Hopkins. Allí tampoco quisieron darle un sueldo, aunque trabajara con los mejores y los mejores la tuvieran en gran aprecio. En Estados Unidos no había quien hiciera Mecánica Cuántica. Ellos se dedicaban a la física del XIX o a la ingeniería. Fueron ella y los que vinieron con ella los que convirtieron a los americanos al siglo XX. ¿Qué hizo de grande Maria Goeppert Mayer?. El problema eran los núcleos atómicos: había algunos que eran estables, otros que no y unos cuantos especialmente estables, los de peso atómico dado por los números mágicos: 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126... Se dice que estaba discutiendo del tema con Enrico Fermi cuando este salió un momento al excusado con un comentario banal: espín-orbita no puede ser.... Al volver Maria no levantaba la cabeza del papel: era espín-orbita y lo estaba demostrando. Esa misma noche acabó los cálculos y se ganó el Nobel de 1963 junto con un tal Jensen. Actualmente se conoce como modelo de capas y es la base para cualquier intento de comprender la física nuclear.

Y también fue una mujer la que explicó el proceso de fisión nuclear: Lise Meitner. Trabajaba con Otto Hahn, pero tuvo que abandonar Alemania en 1938 por su ascendencia judía. Desde Estocolmo mantenía correspondencia con Hahn, y él le consultaba los problemas que tenía: el Uranio parecía poder dar Lantano y algo que podía ser Bario... ridículo!. Meitner dijo: de ridículo nada: es Bario, y lo explicó. Curiosamente cuatro años antes otra mujer, Ida Noddack, había propuesto el mismo mecanismo, pero entonces no había evidencia experimental suficiente: era una observación prematura. Por lo que desde Hipatía hasta el presente han sido muchas las mujeres que han hecho contribuciones esenciales a la ciencia. Así Lise Meitner (1878-1968), fue la primera persona en identificar la fisión nuclear, quien además trabajo sin salario durante mucho tiempo en la Universidad de Praga. El premio Nóbel por este trabajo, se le otorgó a Otto Hahn, a pesar de que ella publicó primero su teoría, y los dos colaboraron estrechamente durante muchos años.

Persiste la impresión de que se realizó una injusticia al otorgar, en solitario, el Premio Nobel de Física de 1974 a Antony Hewish, director del proyecto y autor del artículo donde se anunciaba el descubrimiento de los pulsares, radioseñal pulsante emitida por las superdensas estrellas de neutrones en rapidísima rotación, el remanente de la explosión de una supernova. Aunque fue la joven astrofísica y participante en el proyecto, Susan Joselyn Bell, la autentica descubridora del primer pulsar en 1967. Ese mismo año comenzó a funcionar el nuevo radiotelescopio del departamento de radioastronomía de la Universidad de Cambridge (UK), e inaugurado con este proyecto de investigación que dirigía Antony Hewish para la búsqueda de radiofuentes brillantes en el cielo y en cualquier banda de radio. Pero fue esta joven estudiante de postgrado, Jocelyn Bell, quien pondría todo su empeño por despejar hipótesis y resolver la procedencia cósmica de esas peculiares radioseñales de periodo corto. El comité Nobel de Oslo no quiso hacer copartícipe del Nobel de Física de 1974 a la irlandesa Joselyn Bell porque ésta no era coautora del proyecto de investigación, simplemente realizaba su postgraduado en este proyecto, aunque la mayor reticencia se apunta a su juventud de 24 años cuando esta astrónoma halló el descubrimiento de un objeto celeste que emitía radio-pulsaciones periódicas.

La historia pone de manifiesto cómo las oportunidades de las mujeres han variado con el tiempo y con las barreras estructurales e institucionales existentes desde el nacimiento de la ciencia moderna. Hoy en día, la discriminación por razón de sexo no existe de un modo explícito en las instituciones científico-tecnológicas occidentales, pero esta abolición es muy reciente.

## LA HISTORIA DE ALGUNAS CIENTÍFICAS EN EL AYER Y HOY DE LA FÍSICA EN LA ARGENTINA

El desarrollo de la ciencia en la Argentina si bien estuvo marcado por los vaivenes de su economía de su política, su capacidad humana fue magnífica y le permitió impulsar la creación de instituciones que perduraron en el tiempo por sus logros y alcanzar el renombre internacional, entre ellos tres premios Nobel. En principio nace formalmente con Bernardino Rivadavia, se fortalece con Domingo Faustino Sarmiento, otros momentos de esplendor corresponde al de la generación del 80 o el de la década brillante que va desde 1956 a 1966. La ciencia argentina siempre se vio enriquecida por varios investigadores extranjeros que dejaron sus huellas. Una de ellas es la Dra. Laura Levi hija del matemático Beppo Levi. Se doctoró en Bolonia (Italia) con el trabajo: "Propiedades ferroeléctricas de la sal de Seignette". Por razones políticas su familia emigró y se radicó en la Argentina. Su lugar de trabajo fue el recién establecido Instituto de Física de la Atmósfera, situado en Villa Ortuzar, dependiente del Servicio Meteorológico Nacional y del Departamento de Meteorología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. En ese Instituto se formó un grupo multidisciplinario de investigadores físicos, químicos y meteorólogos dedicados al estudio de la Física de Nubes y al asesoramiento del Proyecto de Lucha Antigranizo, que tuvo lugar en la provincia de Mendoza. En esta etapa comenzaron sus trabajos relacionados con la estructura y las propiedades eléctricas del hielo mientras era directora del laboratorio original de Villa Ortúzar del Instituto de Física de la Atmósfera. A partir de 1972 se incorporaron a este grupo numerosos jóvenes con el objeto de obtener sus tesis de licenciatura y/o doctorado tanto con becas internas del Conicet como de la UBA. Este grupo se enriqueció a través del contacto con importantes investigadores del exterior (en particular Suiza, Japón e Italia) así como también de nuestro país (Depto. de Meteorología; Depto. de Ingeniería de la Universidad del Comahue). Cuando se produjo el golpe de estado en 1966, Laura estaba invitada, como investigadora, por el Instituto de Bajas Temperaturas de la Univ. de Hokkaido-Japón. Entre 1967 y 1968 fué contratada por el Instituto para el estudio de las Nieves y Avalanchas en Davos-Suiza. Allí comenzaron sus trabajos sobre la estructura cristalina del hielo crecido en túnel de viento con el objeto de simular el crecimiento del granizo. Los resultados obtenidos fueron considerados pioneros por importantes científicos vinculados a ese tema. Estos estudios se complementaron luego con simulaciones numéricas y experiencias en túnel de viento realizadas en V.Ortúzar, Córdoba y Bolonia (Italia). Su último trabajo sobre hábitos de crecimiento de cristales de hielo salió publicado en Atmospheric Research en marzo de 2003. Nunca dejó de incursionar en temas nuevos y de actualidad, muestra de ello es su trabajo de investigación, publicado en abril de 2003, corresponde al estudio de un sistema nuboso utilizando las señales

que envían los satélites meteorológicos en distintas longitudes de onda. Mantuvo una estrecha colaboración con el recién formado grupo de Física de la Atmósfera del FAMAF de la Universidad Nacional de Córdoba. hasta sus últimos días Su aporte fue fundamental para este grupo, ella dirigió las tesis doctorales de dos de los primeros investigadores y el grupo ya ha formado alrededor de 15 doctores en física. Esta dirección logró formar un equipo que tiene un gran prestigio internacional y con ellos publicó más de 20 trabajos en las mejores revistas científicas de la especialidad. Su vida ha sido dedicada fundamentalmente a la investigación científica y aunque no haya tenido descendencia sí tuvo numerosos hijos para los cuales fue no sólo guía científica sino además se comportó como una madre por su atención, comprensión, amistad, afecto y ternura. Sus discípulos siempre disfrutaron de sus interesantes conversaciones ya sean sobre ciencia, arte, literatura o política. Para todos los que la conocieron fue un ejemplo de seriedad científica y calidad humana. Si bien nunca adoptó la ciudadanía argentina, no cabe duda que quiso mucho a este país y que, como lo hiciera su padre, dejó plantadas aquí semillas que la harán vivir eternamente.

Otra extranjera que merece ser rescatada y homenajeada en esta exhumación es Margrete Heigberg<sup>(16)</sup>, la primera mujer dinamarquesa que obtuvo un doctorado en química, trabajó en Gotinga y Danzing como investigador. Colaboró y trabajó con físicos contemporáneos notables como Walter Nerst, Emil Bose and Richard Gans. Continuamente investigó y publicó artículos en química orgánica y físico-química. Se casó con el físico Emil Bose y ambos fueron contratados por Joaquín V González en el año 1909, para organizar y dirigir el primer Instituto de Física de alto nivel en la Universidad de la Plata recientemente creada. En la historia de la física en la Argentina el nombre de Margrete no aparece sino solamente vinculado al de su esposo. La labor realizada por ambos durante los dos años que compartieron este trabajo fue encomiable: preparando clases, preparando las prácticas de laboratorios, preparando material como apuntes de clase sobre los temas más actuales del momento, elaborando manuales de laboratorio, etc. Margrete como asistente de su esposo colaboró en la organización del instituto y se dedicó a enseñar Física experimental formando el primer curso de este tipo en el país. Luego de la muerte repentina de su esposo, Margrete tuvo que pelear para mantener su posición dentro de la universidad en el instituto y para subsistir con su hijo, ya que le asignaron un salario magro y debió aceptar para sobrevivir un empleo adicional de bibliotecaria. A pesar de todo ella siguió trabajando con entusiasmo y realizó en 1912 la donación de libros y revistas de propiedad suya y de su fallecido esposo al Instituto de Física. A fines de 1912 Richard Gans un eminente físico alemán ocupó el lugar de Emil Bose. Margrete como muchos inmigrante en vacaciones realizó varios viajes a Europa donde volvió a tener contacto con el entorno científico de origen. En uno de sus viajes en Dinamarca fue recibida por la

prensa como “una madame Curie del nuevo mundo” Después de uno de estos viajes que se había prolongado por razones familiares y políticas de Europa durante fines de la 1<sup>ra</sup> Guerra mundial al volver a la Argentina le informaron que su curso y contrato había sido suprimido por razones presupuestarias. Margrete de 54 años tuvo que luchar tenazmente para recuperar lo que por justicia le correspondía en el Instituto de Física, el que había caído en una suerte de decadencia: había pocos físicos que habían alcanzado el grado de doctor y muy pocos candidatos, el instituto estaba dividido, había muy pocas publicaciones. Recién en 1922 le asignaron el cargo de Conferencista Extraordinario en Actividades Prácticas de Física, Tercer Curso, posición que se correspondía con sus diplomas y antecedentes científicos y que mantuvo hasta su retiro. Nunca dejó de escribir y publicar en medios internacionales, muchas veces en solitario, también publicó con su esposo, con Richard Gans, y sus últimos trabajos con Ramón Loyarte, su último trabajo en 1933 a la edad de 68 años, en ese mismo año donó a la Universidad una colección única de compuestos para experimentos en cristales líquidos anisótropos, muestras extrañas de tierra, por ejemplo del Congo y compuestos físico-químicos valiosos. El 28 de Octubre de 1937 ella se convirtió en ciudadana argentina, a la edad de 76 años se retiró del trabajo no sin antes tener que reclamar y hacer valer sus derechos. En 1942 realizó nuevamente una donación de revistas y libros meticulosamente ordenados, catalogados e inventariados, fruto de las habilidades adquiridas como bibliotecaria y que ahora pertenecen al Museo de Física de la Universidad. En sus últimos años como así toda su vida vivió con austeridad y dedicada a la enseñanza, sus alumnos la recuerdan como una persona fina y pequeña que hablaba con una rara mezcla de español con alemán. Murió en 1952 sus restos descansan en la ciudad de la Plata junto a los de su esposo. Margarita Heiberg como le gustaba que la llamasen, fue una de las grandes científicas que en los albores de la Física Moderna tuvo la Argentina, pero las circunstancias adversas que le tocaron vivir en su condición de mujer, de viuda, etc. hicieron que pasase desapercibida.

Argentina es un país que tiene tradición científica y su capacidad actual es relevante en la biomedicina, la energía Nuclear, las ciencias agrarias, el desarrollo de satélites, la biotecnología y la informática. Actualmente hay en nuestro país grandes científicas en su área de investigación y en su lugar de trabajo siguen luchando y trabajando en el maravilloso mundo de la Ciencia. En particular en la Física merece mencionarse la figura de Mariana Weissmann<sup>(17)</sup> que desarrolló la mayor parte de su carrera en nuestro país; se graduó en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires y después de su exilio, entre los años 1966 y 1972, y su paso por el California Institute of Technology, se incorporó como investigadora al Conicet. Desde hace tres décadas desarrolla su labor en el Centro Constituyentes de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Fue la primera mujer incorporada a la Academia Argentina de Ciencias Exactas, Físicas y

Naturales (en 1996). Y en el año 1999, en el área de Física, fue la primera mujer con el rango de investigadora superior del Conicet. Lleva cuarenta años investigando en el campo de la física computacional de la materia condensada. Sus trabajos han permitido mejorar los conocimientos sobre los sólidos cuánticos desde un punto de vista cualitativo para formular pronósticos cuantitativos. Además, la doctora Weissmann es reconocida incluso fuera de nuestro país como una de las primeras científicas en recurrir al uso de la informática en sus investigaciones. Según propias palabras: “... Creo que mi mayor logro, en un país como el mío, fue formar estudiantes graduados que sigan investigando. Tengo un sueño para el futuro: convencer a las autoridades de mi país de que la ciencia es útil para la Argentina [...]. Es difícil explicar la alegría de los pequeños descubrimientos. Trabajamos en malas condiciones y con magros salarios, pero seguimos adelante porque creemos que la ciencia vale la pena”. Se destaca especialmente su vocación y entusiasmo por la docencia; los investigadores que formó hoy ocupan cargos en el Conicet, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), o son profesores de universidades de Argentina, España y Francia. Recibió el Premio "L'Oréal-Unesco para mujeres de ciencia" en la categoría América latina y el premio Konex en el año 2003.

Otra mujer destacada es Catherine Gattegno de Cesarsky, quien, si bien nació en Francia, a los dos años arribó con su familia a nuestro país. Aquí hizo sus estudios hasta graduarse como física en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. Luego se doctoró en Harvard (EE.UU). Se radicó en el exterior e inició una destacadísima carrera profesional. En febrero de 2006 fue nombrada presidente de la Unión Astronómica Internacional (UAI, en inglés International Astronomical Union o IAU) es una agrupación de las diferentes sociedades astronómicas nacionales y constituye el órgano de decisión internacional en el campo de las definiciones de nombres de planetas y otros objetos celestes así como los estándares en astronomía. Con más de 80 años de trayectoria, y 8500 miembros de todo el planeta, la Unión Astronómica Internacional designó por primera vez en su historia a una mujer como presidente electo. Catherine hasta ese momento era la directora general del Observatorio Europeo Austral y en el año 2006 asumió la presidencia de la Unión Astronómica Internacional.

Dedicada a la observación del medio interestelar y los restos de explosiones de supernovas, Gloria Dubner nacida en Entre Ríos, doctorada en la Universidad de La Plata, lidera actualmente un grupo de astrofísicos de Remanentes de Supernovas (RSN) y Medio Interestelar en el Instituto de Astrofísica y Física Espacial (IAFE). Recibió el Premio “Enrique Gaviola” en Astronomía en el año 2005. Cuando fue entrevistada<sup>(18)</sup> sobre su trabajo expreso: “Si bien describí mi trabajo como una tarea dura, para mí es uno de los más hermosos. La fascinación de estar todo el tiempo asomada a los

extremos de la naturaleza es algo difícil de transmitir. Y este pequeño espacio —el tiempo en que estoy acá, en calma, estudiando y pensando— es una de las cosas más lindas de mi vida. Tengo mucho miedo de perderlo. Por eso, participo en todas las protestas y marchas. No sólo porque defiendiendo la importancia de la astronomía en la Argentina, es también algo personal”. Se le pregunto si alguna vez se sintió discriminada por el hecho de ser mujer a lo que respondió: “No en la Argentina. Pero en los observatorios... sí, se perciben ciertas actitudes. Digamos que se junta con el hecho de ser latinoamericano. Hay que estar siempre demostrando que uno es capaz. Lo que me pasó en un observatorio de Estados Unidos es un ejemplo. El asistente nos tenía que explicar -a mí y al otro socio del proyecto- cómo se usaba el instrumento. Estábamos los dos ahí, tratando de entender, y el asistente sólo le hablaba a él. Yo estaba en el medio, pero él miraba por arriba de mi hombro.” Con respecto a la relación entre su trabajo y la familia dijo: “Cuando yo me doctoré ya tenía dos hijos. Uno de ellos nació al día siguiente de doctorarme. Lo que yo hago son viajes cortos, estadías de un mes. Esa fue la forma en que pude compatibilizar familia y carrera profesional.”

Así como estos ejemplos de mujeres valiosas humana e intelectualmente hay muchas otras que permanecen en el anonimato, pero que impulsan en los diferentes espacios de ciencia y tecnología el surgimiento de otras jóvenes que en un futuro cercano continuarán la labor de sus predecesoras.

## SITUACIÓN DE LA MUJER EN CIENCIA EN NUESTRO PAÍS

En nuestros días, las barreras para impedir que las mujeres accedan a la educación superior y al mundo académico han ido disminuyendo, principalmente gracias a leyes y a ciertas políticas a favor de la equidad de género. En el Anuario 2005 de Estadísticas Universitarias, editado por la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación (que resume la información del sistema universitario nacional, público y privado) puede verse que las mujeres predominan en el alumnado universitario. Pero al examinar los datos por disciplina, se observa que las mujeres son mayoría en las Ciencias Humanas y Sociales, así como en Ciencias Básicas y de la Salud, mientras que son minoría en Ciencias aplicadas. Esto tiene que ver con el papel que la sociedad les asigna a las mujeres y en cómo responden las mujeres a ese estereotipo: lo que se espera que estudie una mujer.

De acuerdo con las estadísticas <sup>(19)</sup> provistas por el CONICET (organismo público nacional que se ocupa de la investigación científica): el primer estamento del sistema científico nacional está integrado por los becarios, graduados recientes, quienes continúan su formación haciendo un doctorado. De acuerdo con estos datos las becarias representan entre el 53% y el 60 % del total de becarios según el año que se considere. El

becario completa su doctorado, se presenta a concurso para ingresar a Carrera de Investigador Científico (CIC) del CONICET, carrera que comprende cinco niveles jerárquicos (asistente, adjunto, independiente, principal y superior). En la Argentina el número de mujeres que se reciben de físicas es relativamente elevado —alrededor de un tercio del total comparado con las cifras a nivel internacional. Pero la proporción de féminas que ocupan los cargos más altos dentro de la carrera académica es mucho más baja. “Ocurre algo similar en todos los países: se ve una disminución notable en la proporción de mujeres a medida que se asciende en la escala jerárquica de la carrera académica”, según Ponce Dawson, directora del Depto. de Física de la Fac. de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos. “Se habla entonces de la existencia de un techo de cristal, invisible, que impide a las mujeres acceder a los puestos más altos y de dirección.” Para muestra, alcanza con ver lo que sucede en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet). De quienes llegan al rango de investigador superior (el más alto) en física, tan sólo el 7 % son mujeres. Cuatro puestos más abajo, cuando el cargo es el de investigador asistente, las mujeres alcanzan un 30 % más representativo. De los siete institutos de investigación en física con los que cuenta el Conicet, apenas uno es dirigido por una mujer, y los comités de evaluación están conformados en un 86 % por varones.

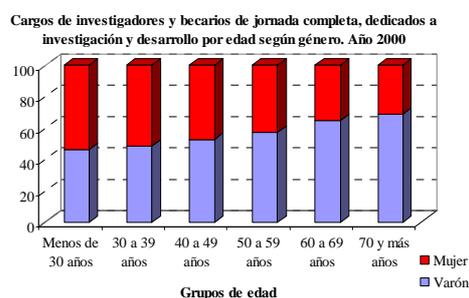


Figura 1. Cargos de investigadores y becarios de jornada completa, dedicados a investigación y desarrollo, según género y grupos de edad. Año 2000. Elaboración propia a partir de datos del Consejo Nacional de la Mujer. República Argentina. Presidencia de la Nación

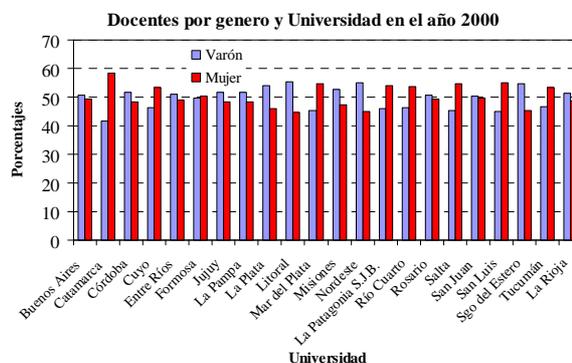


Figura 2. Docentes por género, según Universidad. Año 2000. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el Consejo Nacional de la Mujer. República Argentina. Presidencia de la Nación.

En la distribución de becas también se da una situación parecida. En todos los casos se observa que la diferencia de género favorece a los varones a excepción de los últimos años 2000 y 2001 y sólo para los grupos de menor edad (menores de 30 y de 30 a 39 años) en los que se advierte una leve sobrerrepresentación femenina. En promedio las mujeres representan aproximadamente el 45% del total de investigadores. Pero si se considera la distribución por grupos de edad se observa que ese porcentaje disminuye sensiblemente conforme aumenta la edad, rondando en el 25 a 30% en el grupo de 60 a 69 años, y 70 y más (Figura 1).

En las distintas universidades nacionales la situación es similar. Es notable observar que las Universidades Nacionales con preeminencia de mujeres son o bien a) medianas (Cuyo, Mar del Plata, Comahue, Sur, Salta, Río Cuarto, La Patagonia S.J.B. y San Luis) o bien b) pequeñas (Catamarca, La Patagonia Austral, Instituto Universitario de Arte y Fundación M. Lillo) La única excepción es la Universidad de Tucumán, considerada grande (Figura 2).

El Programa de Incentivos a Docentes-Investigadores de las Universidades Nacionales fue creado en 1993 con el objeto promocionar las tareas de investigación en el ámbito académico, fomentando una mayor dedicación a la actividad universitaria, así como la creación de grupos de investigación. Al respecto los investigadores de Universidades Nacionales categorizados hasta el año 2001, sumaban un total de 19.442 personas, de las cuales el 59,1% eran mujeres. El peso relativo de las mujeres sobre el total de investigadores no mantiene su proporción al interior de las distintas categorías. De este modo, si se consideran las dos categorías extremas, la máxima (1) y la mínima (5), se observa la siguiente distribución:

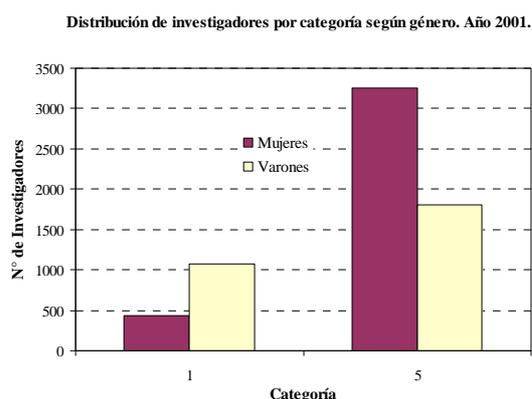


Figura 3. Distribución de investigadores por categoría según género. Año 2001. Fuente: Elaboración propia a partir de la Nómina de Investigadores del Programa de Incentivos 2001. Ministerio de Educación de la Nación.

Como tendencia general se observa que en la mayoría de las Universidades Nacionales el porcentaje de varones investigadores supera al de mujeres investigadoras en la

categoría 1, tiende a igualarse en la 2, para superar las mujeres a los varones en las categorías 3, 4 y 5.

Hay más mujeres estudiando y trabajando como científicas que en el pasado, y esto es una realidad. De alguna forma, la ciencia se ha feminizado o, por lo menos, así ha ocurrido en algunas disciplinas científicas. Pero las instancias de poder siguen siendo masculinas, lo cual ocurre por situaciones que se dan más allá del campo de la ciencia y que se reflejan en toda la sociedad. En definitiva, la discriminación de género que se da en el ámbito científico no obedece a situaciones propias de este ámbito sino a las generales relacionadas con la sociedad en que vivimos.

Muchos países de Latinoamérica han conseguido que se iguale el número de chicos y chicas que van a las escuelas, incluso en la educación superior. Éste es uno de los factores que puede determinar que los hombres dejen los campos para conseguir trabajos mejor pagados en otros sitios, esto podría explicar el alto porcentaje de mujeres científicas en Argentina, Brasil y Uruguay<sup>(19)</sup>.

## PROPUESTAS PARA AFRONTAR LAS DIFERENCIAS

En la actualidad, todavía se sigue asociando más al hombre a labores de crear-inventar-decidir (a trabajos científicos y tecnológicos) y a la mujer, a labores de ejecutar- aplicar (como por ejemplo, la introducción de datos). En los varones se fomenta desde muy jóvenes el espíritu competitivo (mediante juegos informáticos de emprender aventuras, de combatir, de batir marcas, etc...). A las chicas, en cambio, se les atribuye el espíritu cooperativo (un pensamiento analógico, capaz de crear vínculos, de crear redes...). Se piensa que las mujeres que realizan ocupaciones relacionadas con las nuevas tecnologías lo hacen mayoritariamente en las áreas de información y de comunicación, y en cambio les es mucho más difícil acceder al ámbito tecnológico, donde predomina el perfil masculino.

A fin de superar las diferencias al menos en el área de ciencia, planteamos las siguientes acciones en diferentes niveles que involucran la formación y el desarrollo profesional de la mujer.

Al Estado le corresponde:

- Diseñar políticas en ciencia y la tecnología de largo plazo que fomenten la participación equitativa de las mujeres en todas las áreas y niveles vinculados a la ciencia y la tecnología, asegurando su pleno desarrollo profesional.
- Favorecer el acceso de las mujeres de todos los sectores sociales a las nuevas tecnologías de información y comunicación, en el marco del respeto a la diversidad cultural y las necesidades prioritarias regionales y locales.

A nivel educativo es saludable:

- Monitorear los materiales didácticos y procesos educativos, para detectar la presencia de estereotipos discriminatorios.
- Revisar las concepciones y prácticas relativas a la ciencia y la tecnología que se transmiten en las instituciones educativas, y sus sesgos de género,
- Promover una nueva imagen de la ciencia y la tecnología, despertando el interés de las mujeres

Las instituciones de Ciencia y tecnología deben:

- Promover Becas y otros estímulos a mujeres jóvenes, para emprender estudios de grado en áreas de ciencia y tecnología.
- Fomentar la creación de programas de incentivos que aseguren la presencia equitativa de las mujeres en todos los ámbitos y niveles de decisión, e incorporen la equidad de género en sus planes y proyectos.
- Asegurar la participación equitativa de ambos géneros en los Comités de Evaluación, Comisiones Científicas y otras instancias de decisión
- Exhortar a las sociedades científicas para que promuevan políticas de igualdad de oportunidades entre varones y mujeres entre sus integrantes.

En los diferentes ámbitos de estudio y o trabajo vinculado al sector científico y tecnológico es conveniente:

- Favorecer una mayor visibilidad pública de las mujeres científicas.
- Promover la igualdad de derechos y obligaciones de varones y mujeres en los ámbitos públicos y privados (trabajo, política, crianza de hijos, trabajo doméstico, etc.)

## BIBLIOGRAFÍA

1. González García, M.I. (1998a), A. Ambrogi (ed.). La naturalización de la filosofía de la ciencia, Palma de Mallorca: Universidad de las Islas Baleares.
2. Unger, R. y M. Crawford (1996), Women and Gender. A Feminist Psychology, 2ª ed., Nueva York: McGraw-Hill.
3. Pérez Sedeño, E. (1993). Arbor 144/565: 17-29.
4. Alic, M. (1986), El legado de Hipatia, Madrid: Siglo XXI, 1991.
5. Solsona i Pairó, Nuria: Mujeres científicas de todos los tiempos. Ediciones Talasa, Madrid, 1977.
6. WOMEN IN SCIENCE. A Selection of 16 Significant Contributors. SAN DIEGO SUPERCOMPUTERCENTER. A National

Laboratory for Computational Science & Engineering. USA.

7. ORTIZ GÓMEZ, Teresa y BECERRA CONDE, Gloria (eds.), Mujeres de ciencias. Mujer, feminismo y ciencias naturales, experimentales y tecnológicas. Granada, Universidad de Granada, 1996.
8. Bock Gisela. Gender and History Vol.1 N°1. (1989) Pg 7-30.
9. MEDIAVILLACALLEJA, Mercedes. Educación y medios N° 9. Enero-Abril, 1999.
10. MARCO, Aurora. Instituto de la Mujer, En femenino y en masculino. Madrid, Instituto de la Mujer, 1999
11. CHÂTELET, Emile du, Discurso sobre la felicidad. Correspondencia. Madrid, Cátedra-Instituto de la Mujer, 1996.
12. CLAIR, Renée (Ed.), La formación científica de las mujeres. ¿Por qué hay tan pocas científicas? Madrid, Cátedra-Instituto de la Mujer 1996.
13. MALCOLM, Shirley, "Las mujeres, la ciencia y la concepción del mundo" en Informe Mundial sobre la Ciencia. Santillana/Ediciones Unesco, 1996.
14. Patricia Tovar. Mujeres de ciencia: algunos momentos en la historia. 106 - Innovación y Ciencia XII No. 1 y 2. Instituto Colombiano de Antropología e Historia, ICANH, Bogotá, Colombia.
15. Tetry, André: "Las mujeres de ciencia" en Las mujeres célebres, editado por Luciente Mazenod. Gustavo Gili, Barcelona, 1966.
16. M.C. von Reichenbach. "Margrete Heiberg Bose: a Danish chemist protagonist of the beginnings of physics in Argentina".Capítulo del libro Mujeres en la ciencia y la tecnología: Hispanoamérica y Europa, coordinado por las Doctoras Maria Luisa Rodríguez-Sala y Judith Zubieta, Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM, 2005, pp. 105-116.
17. Clarín.com. Versión Digital Edición Jueves 27.02.2003. "Una física argentina ganó un importante premio internacional".
18. Hurtado de Mendoza, Diego. Biblioteca Digital, Educ.ar S.E.. Portal Educativo del estado Argentino. [biblioteca@educ.gov.ar](mailto:biblioteca@educ.gov.ar) Perfil: El cielo como laboratorio. Entrevista a Gloria Dubner.
19. Documento de Trabajo N°8 "La participación de la mujer en el sistema de ciencia y tecnología en Argentina". Proyecto GENTEC. Grupo REDES, Mayo 2003.