

# Vida científica

## LAS MUJERES Y LA CIENCIA

### MUJERES Y ASTRONOMÍA

El trabajo que aquí presento, pretende ser mi homenaje particular a todas aquellas astrónomas olvidadas demasiado frecuentemente por los historiadores de la ciencia. Se enmarca dentro de las actividades realizadas, con motivo de la celebración en 2009 del Año Internacional de la Astronomía, en el proyecto pilar «Ella es una Astrónoma». Los detalles sobre las diferentes actividades llevadas a cabo se pueden encontrar en la página WEB [http://astronomia2009.es/Proyectos\\_pilares/Ella\\_es\\_una\\_Astronoma.html](http://astronomia2009.es/Proyectos_pilares/Ella_es_una_Astronoma.html).

El objetivo principal de este trabajo ha sido ilustrar en qué medida las mujeres astrónomas a lo largo de la historia han participado en los grandes descubrimientos que nos han llevado a nuestro conocimiento actual del Universo. Espero poder convencer a los lectores de que no fueron tan pocas aunque sí que han estado bastante invisibilizadas por los cronistas de todas las épocas. No obstante la historia de la Astronomía nos ha enseñado que la presencia de las mujeres en esta ciencia cuenta con 4000 años de antigüedad. Tanto los hombres como las mujeres han mirado al cielo estrellado en noches despejadas tratando de encontrar respuestas a los misterios del universo y de sus propias vidas.

En Babilonia encontramos a EN'HEDUANA (2353 a.C.) que como suma sacerdotisa tenía conocimientos de Astronomía y creó uno de los primeros calendarios de los que se tienen noticias y que aún se utiliza en algunas comunidades religiosas. En la antigua Grecia nos encontramos con la figura de AGLAONIKE (s. II) que poseía conocimientos para predecir eclipses. En Egipto aparece la figura extraordinaria de HYPATIA (s. IV). Ella es sin duda alguna una de las mujeres científicas más conocidas y respetadas de la antigüedad, despertando el interés no sólo de científicos sino también del público en general por su atrayente personalidad. El director de cine Amenábar ha utilizado su historia para describir la destrucción de la biblioteca de Alejandría en su película *Ágora*. De Hypatia se sabe que fue una gran intelectual, filósofa, matemática y también astrónoma. A ella se le

atribuyen 3 tratados de geometría y álgebra, diferentes cartografiados estelares y un planisferio, además de ser conocida como profesora de astrolabios. Algunos historiadores le atribuyen incluso el descubrimiento del astrolabio.



Figura 1. Hypatia de Alejandria y el astrolabio.

Hasta finales del siglo XIX a las mujeres no les fue posible realizar trabajo científico de forma autónoma sino que sus ideas y opiniones tuvieron que ser expresadas a través de sus mentores, padres, hermanos, maridos o amantes. A partir de ahora relacionaré el parentesco que cada mujer tenía con su mentor.

En la Edad Media no se tienen noticias de si hubo mujeres astrónomas. Sólo encontramos referencias históricas acerca de una española, FÁTIMA DE MADRID (s. X) de la época del califato de Córdoba. Fátima era la hija del astrónomo, matemático y filósofo andalusí del siglo X Abul Qasim Maslama ibn Ahmad al-Mayrity, con quién aprendió y colaboró. Entre su obra hay que destacar *Las Correcciones de Fátima*, donde presentaba una revisión actualizada de los conocimientos astronómicos existentes en su época.

En el siglo XVI se tienen noticias de que SOFIA BRAHE (1556-1643) ayudó a su hermano Tycho Brahe desde muy niña en los cálculos de eclipses y observaciones pretelescopicas de planetas. MARIA CUNITZ (1604-1664), esposa de un eminente astrónomo, popularizó las leyes de Kepler en su manuscrito *Urania Propicia*. En particular, dedicó mucho tiempo para dar a conocer la 2.ª ley de Kepler de los movimientos planetarios.

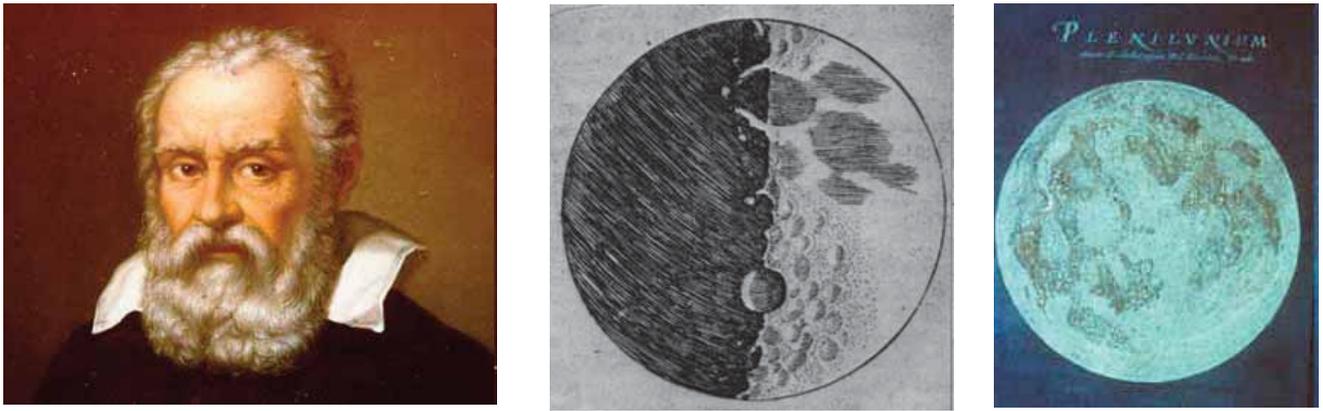


Figura 2. De izquierda a derecha: Galileo Galilei, su primer dibujo de la Luna y Mapa Lunar.

En 1609, Galileo revolucionó la Astronomía con la invención del telescopio que sin entrar en la disputa acerca de si fue invención suya o no, lo que sí es cierto que a él le debemos el mérito de su aplicación para Astronomía. Coetánea de Galileo es MARIA EIMMART (1676-1707), hija del famoso astrónomo Geoff Eimmart, que con sus 250 dibujos de la Luna ayudó a realizar un mapa lunar bastante preciso.

En el siglo XVII en Alemania encontramos una mujer que aunque está olvidada generalmente por los cronistas de la Astronomía, fue una avanzada para su época, MARIA WINCKELMANN KIRCH (1670-1720). Entre sus logros hay que destacar los trabajos publicados sobre conjunción de planetas y el hecho de que sea la primera mujer en descubrir un cometa. Sus investigaciones le valieron el reconocimiento de la Academia de Berlín que le concedió una medalla de oro. En lo que se refiere al crédito de sus trabajos por sus colegas

fue escaso siendo numerosas las veces que su esposo, el Prof. Kirch, tuvo que desmentir que algunos trabajos se los atribuyeran a él. Pero las medallas y el reconocimiento de la Academia no le sirvieron para obtener trabajo en ella al fallecimiento de su marido. Solicitó ocupar su puesto, pero no fue aceptada por el hecho de ser mujer a pesar de contar con el apoyo decidido del director de la misma. Después de una larga batalla contra la Academia, dirigió el observatorio privado del barón von Krosigk. Allí entrenó a sus hijos en las artes de la Astronomía y continuaron con los trabajos iniciados con su marido sobre la elaboración de calendarios. Años después volvió a la Academia como ayudante de su hijo, pero tuvo que abandonarla para no perjudicarlo ante las insistentes llamadas de atención del director por su excesivo protagonismo. Sus hijas continuaron trabajando en la Academia como ayudantes de su hermano.

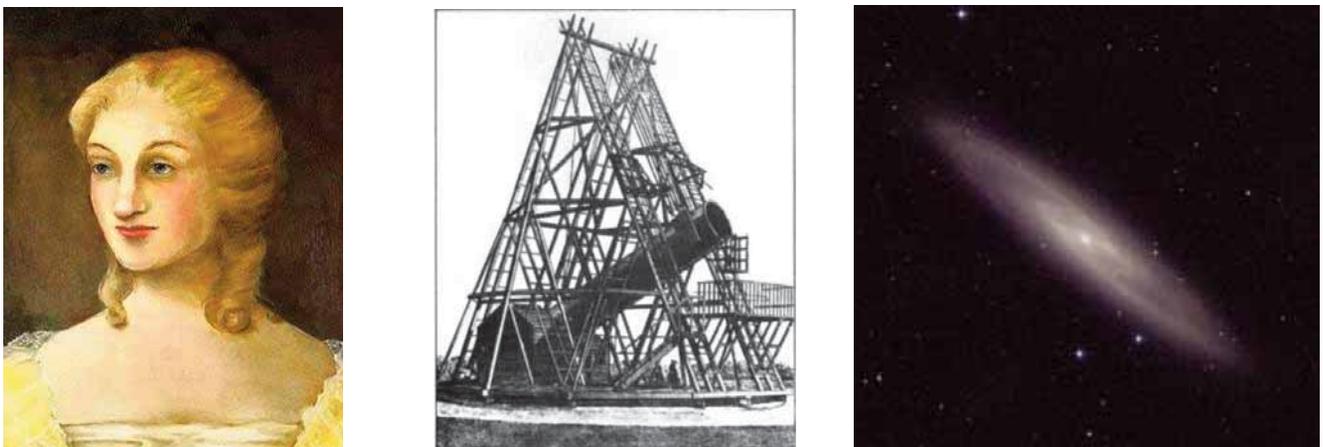


Figura 3. De izquierda a derecha: Retrato de Caroline Herschel, Telescopio de 20 pulgadas construido por William y Caroline Herschel, y Nebulosa descubierta por Caroline.

En Inglaterra encontramos a CAROLINE HERSCHEL (1750-1848), hermana del famoso astrónomo William Herschel. A ella se le atribuye el descubrimiento de 14 nebulosas, además de ser la primera en darse cuenta, y así se lo comentó a su hermano, de la gran abundancia de nebulosas en el cielo (Hoskin, 2008, *New Dictionary of Scientific Biography*, 3, 286). Descubrió un buen número de cometas. Hoskin dice en su favor que, a pesar de que siempre consultaba a su hermano, ella era bastante más capaz que William Herschel para distinguir entre fenómenos transitorios y nebulosas. A la muerte de su hermano se retiró a Hannover y ahí escribió el catálogo de 2500 nebulosas de W. Herschel. En su vida tuvo bastante prestigio y fue respetada por los astrónomos de la época aunque ella no creyó nunca ser merecedora de tales honores. Fue la primera mujer pagada con un sueldo de 50 libras como *asistente de astrónomo* y la Royal Society le concedió una medalla de oro por sus méritos.

De esta misma época en Inglaterra encontramos la extraordinaria figura de MARY SOMMERVILLE (1782-1872). Fue una gran intelectual que se tuvo que casar con su primo, bastante mayor que ella, para ver realizado su sueño de poder introducirse en los ambientes científicos intelectuales de su época. En su trayectoria científica fue bastante autodidacta, dotada de una gran curiosidad científica, como lo demuestran los diferentes libros que publicó a lo largo de su vida (*The Magnetic Properties of the Violet Rays of the Solar Spectrum* en 1826; *The Mechanism of the Heavens* en 1827; *The Connection of the Physical Sciences* en 1834; *Physical Geography* en 1848 y *Molecular and Microscopic Science* en 1869). Toda su producción se apreció durante su vida pero no le garantizó el puesto que por derecho le correspondía en la sociedad científica de la época. De su biografía se desprende que sólo contó con el respeto incondicional de John Herschel.



Figura 4. Mary Fairfax Somerville y una de sus obras.

En el siglo XIX la profesionalización de la ciencia en Europa dio lugar a la casi total desaparición de la mujer del panorama científico. Sin embargo, en Estados Unidos resurgieron con un empuje extraordinario debido a la influencia ejercida por los movimientos sufragistas feministas.

Entre todas ellas quiero destacar a MARIA MITCHEL (1818-1889), hija de astrónomo y bien entrenada en observaciones astronómicas. Entre su extenso curriculum hay que resaltar el descubrimiento de un cometa, que le valió una medalla del rey de Dinamarca, el estudio de las manchas solares, de asteroides y movimientos de planetas. Hay que destacar en su trayectoria el papel jugado como activista en los movimientos sufragistas y como impulsora y maestra de astrónomas. Esta habilidad para potenciar a las mujeres le valió la dirección del Vassar College.

Aún existe la fundación Maria Mitchel que tiene como objetivo el impulsar la carrera científica de las mujeres en el campo de las ciencias naturales y la astronomía. Recibió bastantes honores, pero a pesar de ello siempre pensó que la mujer no llegaría nunca a tener el intelecto del varón pero, a cambio, tenía la paciencia necesaria para realizar observaciones y medir cuidadosamente placas fotográficas. Sus palabras «El ojo que dirige la aguja en los delicados menesteres del bordado, sirve igualmente para bisectar una estrella...» dan una idea bastante precisa de cómo concebía el trabajo de las astrónomas de la época.

De esta época hay que destacar el conocido HARÉN DE PICKERING. El profesor Pickering tuvo la habilidad de darse cuenta de que las mujeres podían hacer el mismo trabajo científico que los varones pero eran más pacientes y laboriosas. De ahí el éxito del grupo de Harvard.

Isaksson (1989, <http://www.astro.helsinki.fi/history/heaven/heaven.html>) atribuye a Pickering el mérito de permitir a este grupo de mujeres el realizar trabajo independiente, además de aquel para el que se las contrató, como medidoras de placas.

Entre las trabajadoras del profesor Pickering se pueden distinguir dos grupos, las que sólo se limitaron a hacer su trabajo como medidoras de las placas fotográficas y aquellas otras que se entusiasmaron con la astronomía y realizaron un magnífico trabajo de investigación. Sin ser exhaustiva, voy a comentar el trabajo realizado por algunas de ellas.

WILLIAMINNA FLEMING (1857-1911) fue la primera mujer contratada en Harvard. Cambió su estatus laboral



Figura 5. Maria Mitchel y su casa y su observatorio (arriba), y en el Vassar Collage con sus estudiantes (abajo).



Figura 6. El «harén» de Pickering.

de ser la empleada de hogar de Pickering a su asistente en el trabajo de medir las placas del catálogo Henri Drapper. Su labor fue tan exquisita que se convirtió en la conservadora del archivo de placas fotográficas de Harvard. Descubrió 10 novas, 52 nebulosas y cientos de estrellas variables.

ANNIE CANNON (1863-1941) es muy reconocida por ser la creadora del sistema de clasificación estelar basado en la temperatura de las estrellas. En la figura se muestran espectros de estas estrellas secuenciados por su temperatura. Las de tipo O son las más calientes y las de tipo M las más frías. Este sistema es el que se utiliza aún hoy en día. Para ello, midió unos 200.000 espectros que

se compilaron en los 9 volúmenes del catálogo Henry Drapper. Su trabajo fue apreciado en su momento y recibió muchos honores. Hay que destacar que se estableció en su honor un premio con su nombre.

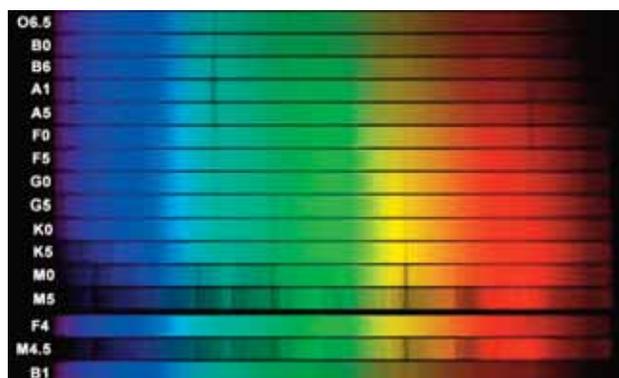


Figura 7. Clasificación estelar ideada por Annie Cannon.

ANTONIA MAURY (1866-1952) fue la más rebelde de todas ellas. Era sobrina de Henry Drapper pero jamás hizo uso de dicho privilegio. Ella inventó un sistema de clasificación adicional con subíndices que reflejaban las diferentes clases de luminosidad para cada tipo estelar. Este hecho llevó 30 años después a construir el famoso diagrama de evolución estelar, el diagrama de Hertzsprung-Russell. Pero desafortunadamente en 1896 tuvo que abandonar Harvard por diferencias con Pickering y



Figura 8. Mujeres astrónomas contratadas como «maquinas calculadoras» en Harvard. De izquierda a derecha: W. Flemmin, A. Cannon (arriba), A. Maury y H. Leavitt (abajo).

no se reincorporó hasta que no fue director el Prof. Shapley. Esta experiencia fue la primera constatación de que Pickering, si bien apoyaba a sus mujeres, quería mujeres sumisas, que no le hicieran sombra.

HENRIETTA LEAVITT (1868-1921), aún siendo bastante sumisa, por su clarividencia investigadora mostró la peor parte de Pickering. Ella es la astrónoma de la época más citada por los diferentes cronistas, le debemos la famosa relación periodo-luminosidad para las estrellas Cefeidas, lo que ha permitido obtener las escalas de distancias a las galaxias. Su trabajo estuvo centrado en las placas obtenidas para las nubes pequeña y grande de Magallanes. Mostró que existía una relación universal entre el periodo característico de la variación de la estrella y su luminosidad. Sin embargo, y a pesar de la relevancia de su descubrimiento, no le gustó a Pickering la notoriedad alcanzada y la cambió de proyecto para que se dedicara a estudios de fotometría estelar. De nuevo ella volvió a resaltar científicamente con el trabajo realizado, ya que construyó una secuencia estelar de estrellas de referencia, que sirvió posteriormente para calibrar la Carta del Cielo.

La Carta del Cielo fue un proyecto promovido desde el observatorio de París que consistió en producir un cartografiado de todas las estrellas del cielo hasta magnitud 11. Veintiún observatorios de todo el mundo participaron en este proyecto que comenzó a principios del siglo XX y que concluyó hacia los años 60. En lo que

nos acontece aquí, quiero resaltar que, tomando el ejemplo del profesor Pickering, emplearon un buen número de mujeres cuyo trabajo ha quedado en el anonimato, a las que sólo se las menciona de forma anónima en los agradecimientos de la publicación del catálogo. Como hecho curioso, en lo que respecta a España, hay que señalar que en el Observatorio de la Armada de San Fernando (Cádiz) también se emplearon mujeres a las que nunca se las consideró astrónomas, sino simples *medidoras de placas*, a pesar de que invirtieron 30 años de su vida en este trabajo.

De la segunda época del Observatorio de Harvard, siendo director Shapley, hay que destacar a CECILIA PAYNE-GAPOSCHKIN (1900-1980). Ella fue la primera mujer que realizó observaciones en el Observatorio de Monte Palomar, gracias a su prestigio, como invitada del director. Su trabajo de investigación fue de una brillantez extraordinaria hasta el punto de que el Prof. Russell dijera de ella que su tesis era la mejor que había leído nunca. Su gran logro fue darse cuenta de que las variaciones en luminosidad de las estrellas estaban asociadas a variaciones en sus líneas espectrales. Este hecho la llevó a concluir que estas variaciones se debían a diferencias en las propiedades físicas y no a un efecto de abundancias químicas. Este trabajo resultó de una relevancia extraordinaria pues ponía de manifiesto la homogeneidad química del Universo. Su otro gran descubrimiento consistió en encontrar una abundancia de hidrógeno y de helio dema-

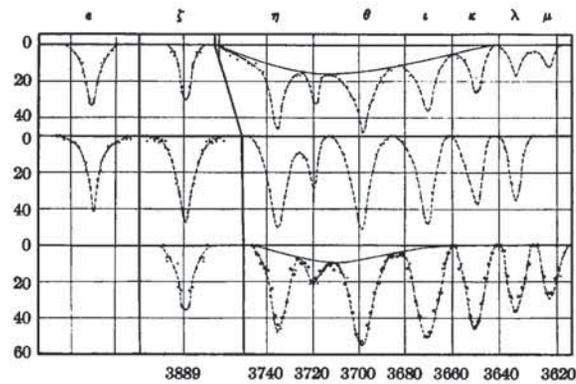


FIGURE 2  
Contours of lines for the three stars  $\beta$  Crucis (B1),  $\alpha$  Pavonis (B3), and  $\alpha$  Eridani (B5). Wave-lengths and Balmer lines are indicated on the lower and upper margins. Percentage light losses are indicated along the left margin. Broken lines represent observed contours in this and the following diagrams. Crosses, throughout the paper, represent reflected points, the lines being assumed to be symmetrical. Circles and dots for the contours of  $\alpha$  Eridani represent determinations from two plates; no scale adjustment has been made. The depression of the continuous background, mentioned in the text, is drawn in as a smooth curve.



Figura 9. Cecilia Payne-Gaposchkin.

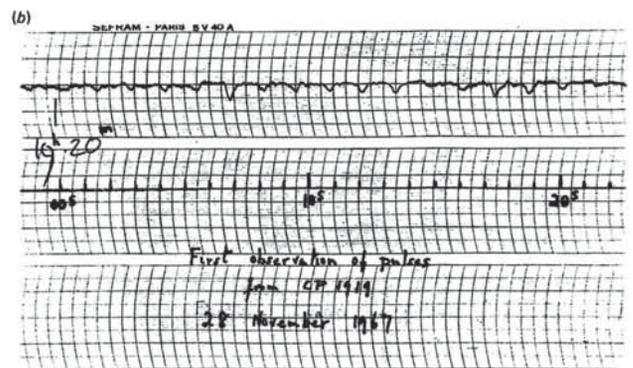
siado grande en relación a lo que se observa en la tierra, que ella lo denominó como *la anomalía del hidrógeno*. Algunos colegas de la época dudaron de estas abundancias y cuestionaron la fiabilidad de sus determinaciones. Hoy se sabe que el hidrógeno y el helio son los elementos más abundantes del Universo.

Con esta trayectoria llegamos a mitad del siglo XX. La mayor parte de las bases de la física estelar estaban bien asentadas y en mi opinión las astrónomas realizaron aportaciones fundamentales, no siempre reconocidas: la clasificación de la estrellas, la caracterización de los diferentes tipos de estrellas variables, la caracterización química de las estrellas y las diferentes clases de luminosidad, lo que constituyó la base del diagrama Hertzsprung-Russell, encontrado 30 años más tarde.

El descubrimiento de los «faros» del Universo, los *púlsares* también se debe a una mujer, JOCELYN BELL (1943-). Ella es el coraje hecho mujer, sobreponiéndose a una tremenda injusticia como fue la no consideración de su nombre para el Premio Nobel de Física por el descubrimiento que ella realizó. Siendo estudiante de doctorado en Cambridge, haciendo observaciones de cuásares con el radiotelescopio del Laboratorio Cavendish se dio cuenta de que se recibía una señal muy repetitiva con frecuencia de 1,33 segundos y que la llamó «hombrecillos verdes» de forma jocosa. En principio su director de tesis, el profesor Hewish, no le prestó demasiada atención, hasta que se observó la misma región del cielo una y otra vez repitiéndose el fenómeno. Ellos entonces postularon que se trataba de un nuevo tipo de objetos



Figura 10a. Jocelyn Bell.



Discovery observations of the first pulsar. (a) The first recording of PSR B1919+21; the signal resembled the radio interference also seen on this chart: (b) Fast chart recording showing individual pulses as downward deflections of the trace (Hewish *et al.* 1968).

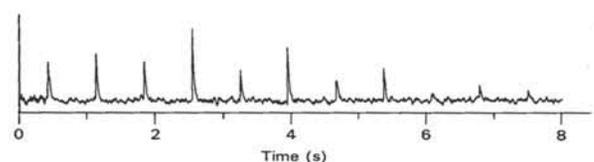


Chart record of individual pulses from one of the first pulsars discovered, PSR 0329+54. They were recorded at a frequency of 410 MHz and with an instrumental time constant of 20 ms. The pulses occur at regular intervals of about 0.714 s.

Figura 10b. Registro del púlsar obtenido con el radiotelescopio.

hasta entonces desconocidos, los *púlsares*. El púlsar que ellos observaron se sabe hoy que se trataba de una estrella de neutrones en rotación rápida. El Premio Nobel de Física se le concedió a su director de tesis por este descubrimiento. Cuando acabó su tesis, por razones de matrimonio se fue primero a Southampton y después al Observatorio Real de Edimburgo, donde cambió de campo de trabajo, primero a Astronomía de rayos gamma y, posteriormente; a radiación X de galaxias. Recientemente se le ha reconocido su mérito y ha recibido múltiples honores. En el año 2007 le concedieron un doctorado *honoris causa* por la Universidad de Durham.

Ahora quiero dedicar mi atención a algunos hechos relevantes en el campo de la *Astronomía Extragaláctica*. Tuvo sus inicios en 1924 cuando el astrónomo Edwin Hubble encontró que las nebulosas identificadas años atrás eran de naturaleza extragaláctica. Cabe preguntarse acerca del papel que jugaron las astrónomas en el conocimiento del Universo Extragaláctico en unas circunstancias sin duda alguna mucho más favorables para su desarrollo profesional. Para ilustrarlo, he elegido a unas pocas astrónomas que considero han contribuido significativamente a nuestro conocimiento.

MARGARET BURBIDGE (1919-) aparece como una mujer extraordinaria, además de una excelente científica. Quiero resaltar un hecho importante en su vida y es que gran parte del trabajo que hizo previo a 1967 tuvo que hacerlo utilizando el nombre de su marido, Geoffrey Burbidge, pues no estaba previsto que las mujeres obtuvieran tiempo de telescopio en el Observatorio de Monte Palomar, conocido también como Monasterio. Así que cuando fue rechazada su petición por la Carnegie Insti-

tution of Washington, no se amilanó sino que realizó las observaciones como ayudante de su esposo, Geoffrey Burbidge, que era un astrónomo teórico.

Las contribuciones científicas de Margaret se pueden agrupar en tres épocas:

- En la primera época, conjuntamente con su esposo, con el físico atómico William Fowler y con el astrónomo Fred Hoyle, sentaron las bases de la *nucleosíntesis estelar* reproduciendo el comportamiento observado en el universo de un decaimiento exponencial de la abundancia de los diferentes elementos químicos en función de su peso atómico, como puede verse en la parte derecha de la Figura 11. Su contribución, en particular en este trabajo, le valió a William Fowler la concesión del Premio Nobel de Física en 1983.
- En una segunda época, cabe destacar sus aportaciones al campo de las *galaxias*. La pareja Burbidge, conjuntamente con el astrónomo Prendergast, publicaron la primera curva de rotación de una galaxia y calcularon la masa de las galaxias utilizando su curva de velocidad. Junto con la astrónoma Vera Rubin estudiaron las velocidades peculiares de algunas galaxias como M82 y concluyeron la existencia de fenómenos explosivos en los núcleos. Por último, ellos secuenciaron la abundancia de gas ionizado en galaxias desde elípticas a espirales.

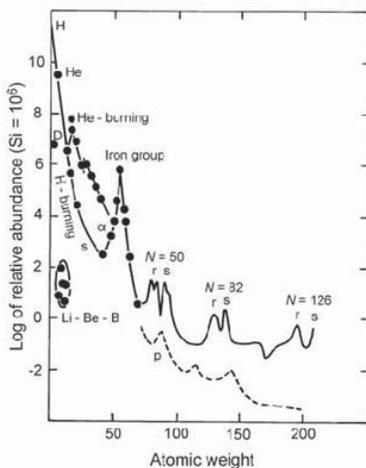


Figura 11. Margaret Burbidge.

Gráfica de las abundancias atómicas en función de su peso atómico.

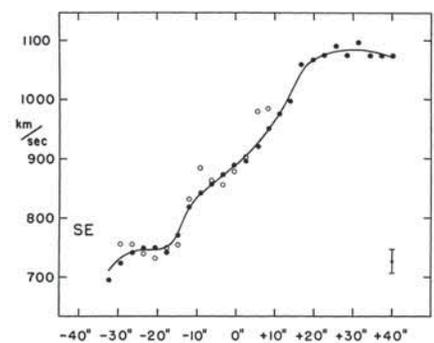


Figura 12. Curva de Rotación de NGC 7146 (arriba). Composición multifrecuencia de M82 donde se aprecian los fenómenos explosivos nucleares (abajo).

- En una tercera época, que dura hasta la actualidad, derivaron su campo de investigación hacia los objetos más activos y energéticos del Universo, los *cuásares* (QSOs, por sus siglas en inglés). En este campo han trabajado en redshifts peculiares. Fueron pioneros en considerar que los QSOs tienen una galaxia albergadora, y por último en sistemas de absorción de QSOs que nos permiten evaluar la cantidad de materia oscura en el Universo.

VERA RUBIN (1928-) es otra mujer de gran coraje e imaginación científica, la primera mujer que utilizó el telescopio de Monte Palomar de forma legal en 1964. En su tesis de master y posteriormente en su tesis doctoral sobre la densidad de galaxias en el Universo llegó a la conclusión de que las galaxias se agrupaban de forma grumosa, hecho éste que hoy nadie discute. Cuando ella en 1953 lo propuso nadie confió en sus resultados y nunca consiguió que se publicase. El Washington Post dijo de ella «joven madre encuentra el centro de la creación o algo parecido...». No obstante ella siguió adelante y cuando coincidió con la pareja Burbidge en la Universidad de California recibió un nuevo impulso y, según ella misma describe, fue la primera vez que sentía que era escuchada. Con ellos comenzó, y después continuó con el astrónomo Kent Ford, el estudio sistemático de curvas de rotación de las galaxias, que culminó con el estudio de curvas de rotación de galaxias de diferentes tipos morfológicos.

En contra de las expectativas, todas las curvas de rotación eran bastante parecidas y mostraban un aplastamiento en la velocidad de rotación hasta distancias muy lejos del centro, postulándose como única explicación plausible que hay más materia que la estrictamente luminosa. Su trabajo fue el pionero que sentó las bases so-

bre la existencia de la materia oscura en el universo. Ella continúa trabajando en este tema, ahora con galaxias de bajo brillo superficial.

No quiero dejar pasar esta oportunidad sin mencionar a MARGARET GELLER (1947-), a la que se le acaba de conceder un doctorado *honoris causa* en España en la Universidad Rovira Virgili (Tarragona) por sus estudios sobre la distribución a gran escala de las galaxias en el universo. Conjuntamente con los astrónomos Valerie de Lapparent y John Huchra hicieron la primera descripción de cómo se agrupan las galaxias, descubriendo una superestructura que se conoce con el nombre de la *gran muralla*.

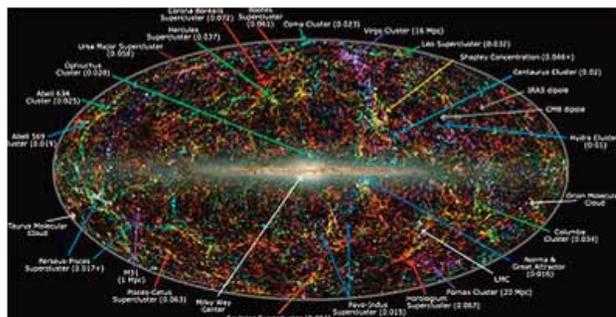


Figura 14. Distribución a gran escala de las galaxias.

Ya estamos en el siglo XXI. Afortunadamente para las astrónomas, nos encontramos en un sistema profesionalizado donde nuestra existencia es posible sin el concurso de familiares cercanos. Según los datos disponibles de la Unión Astronómica Internacional, representamos aún un escaso 13,7% de la población astronómica mundial. Aún así parece abrirse ante nuestros ojos un futuro esperanzador:

En primer lugar mencionaré las **buenas noticias**. Hay un buen número de astrónomas profesionales en aquellos campos más relevantes en la astronomía extra-

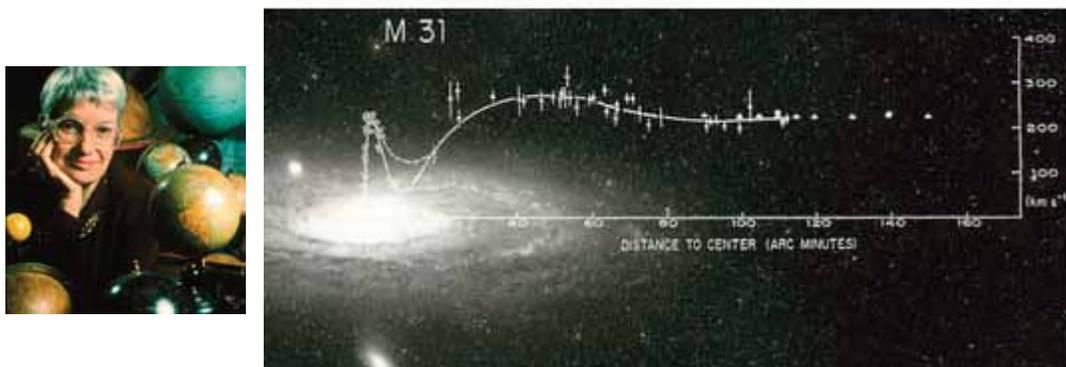


Figura 13. Vera Rubin (izquierda), y curva de rotación de M31 superpuesta sobre la imagen óptica de la galaxia.

galáctica actual. En mi campo de actividad, la existencia de *Agujeros Negros Supermasivos* en el Universo, hay que destacar por sus contribuciones las figuras de Megan Urry y Laura Ferrarese.

MEGAN URRY, directora del Departamento de Astrofísica de la Universidad de Yale en Estados Unidos, su trabajo está centrado en el estudio de los fenómenos de acreción que tienen lugar cuando existe un Agujero Negro Supermasivo en el núcleo de las galaxias. Es muy conocido por el público no experto el esquema presentado por ella y el astrónomo Padovani de la estructura interna de un núcleo activo. Con este esquema tan simple se comprende de forma muy sencilla el modelo de Unificación de los AGNs: los diferentes tipos de galaxias activas observadas desde las galaxias tipo Seyfert hasta los Blazar son el resultado de diferencias geométricas según el ángulo de visión con que son observados.



Figura 15. Megan Urry y el Esquema de Unificación de AGNs.

Si el ángulo de visión atraviesa el toro de polvo, la clasificaríamos como una *galaxia tipo Seyfert 2*. Por el contrario, si el ángulo de visión es tal que es perpendicular al toro y penetramos directamente en el núcleo veremos un *Blazar*.

Más recientemente, en su brillante trabajo sobre el QSO 3C273 muestra cómo la combinación de diferentes frecuencias es fundamental para estudiar la física de estos sistemas mostrando su estructura más interna.

El segundo descubrimiento fascinante de este siglo es la constatación de que existe una relación lineal entre la masa de las galaxias en estrellas y la masa de los Agujeros Negros en sus núcleos. Gran parte de este descubrimiento se debe a la astrónoma LAURA FERRARESE.

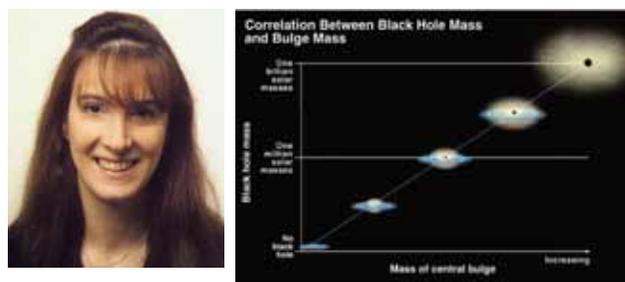


Figura 17. Laura Ferrarese (izquierda) y la gráfica de la relación entre la masa del bulbo de las galaxias y la del agujero negro albergado en su núcleo (derecha).

En Europa encontramos mujeres tan relevantes como FRANÇOISE COMBES, la primera astrónoma miembro de la Academia de Ciencias Francesa. Ella nos ha enseñado con sus modelos de dinámica de galaxias cómo

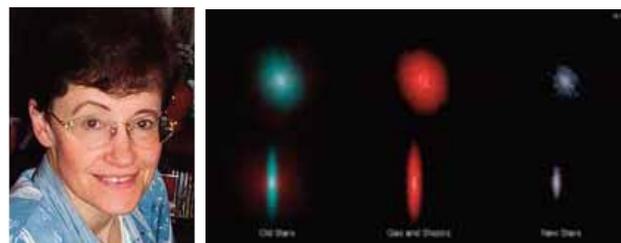


Figura 18. Françoise Combes (izquierda) y modelización del gas y las estrellas en una galaxia espiral (derecha).

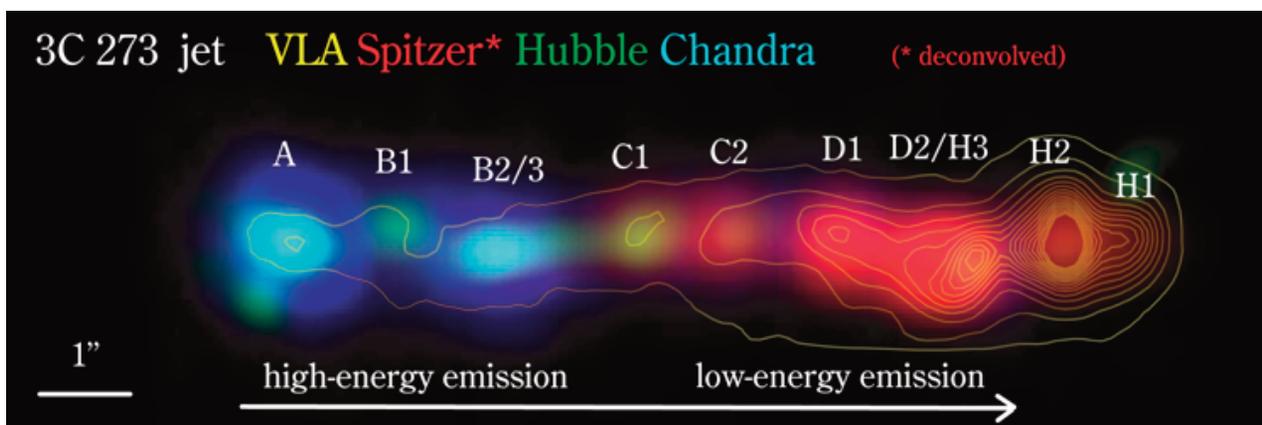


Figura 16. Composición Multifrecuencia de las Observaciones del QSO 3C273.

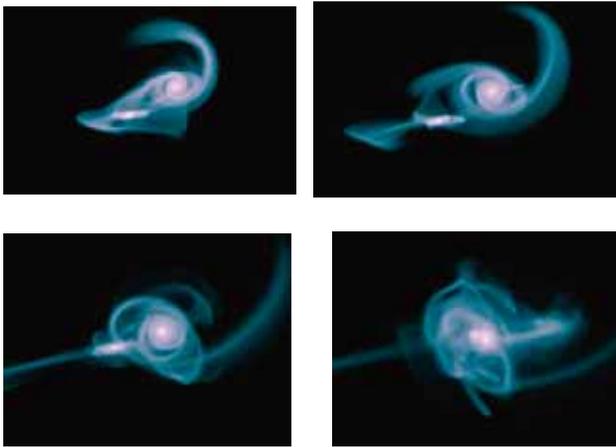


Figura 19. Simulación Dinámica de la evolución de una colisión entre galaxias.

evolucionan generando a veces, mediante colisiones entre ellas, estructuras cinemáticas tan complejas como barras o anillos.

Ahora las malas noticias: Los estudios más recientes en el campo de investigación de evolución de galaxias y cosmología vuelven a reproducir los viejos esquemas de épocas pasadas. La realización de grandes cartografiados y la falta de liderazgo de mujeres da lugar a que se establezcan relaciones de poder. En la actualidad se están realizando mas de una decena de cartografiados que

requieren de grandes equipos y mucha organización de recursos humanos. La mayor parte de ellos son liderados por hombres, y en esto España no es una excepción. Si tomamos como ejemplo el cartografiado COSMOS (<http://cosmos.astro.caltech.edu>), encontramos que el número de participantes es de 87 investigadores de los cuales sólo 11 son mujeres.

A modo de conclusiones de mi exposición quiero destacar la importancia de mentores y, sobre todo, el reto que tenemos ante nuestros ojos de ingeniar un nuevo *Sistema de Ciencia y Tecnología* en el que las reglas del juego sean más favorables para que las mujeres puedan desarrollar su carrera investigadora como astrónomas.

Para terminar acabaré ofreciéndole mi más sincero homenaje a Jocelyn Bell con una frase publicada por ella en la revista *Science*:

*“Las mujeres y las minorías no deberían realizar toda la adaptación. Ya es hora de que la sociedad se mueva hacia las mujeres, no las mujeres hacia la sociedad.”* (J. Bell, 2004, *Science*, 304, p. 489).

Josefa Masegosa Gallego

Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC

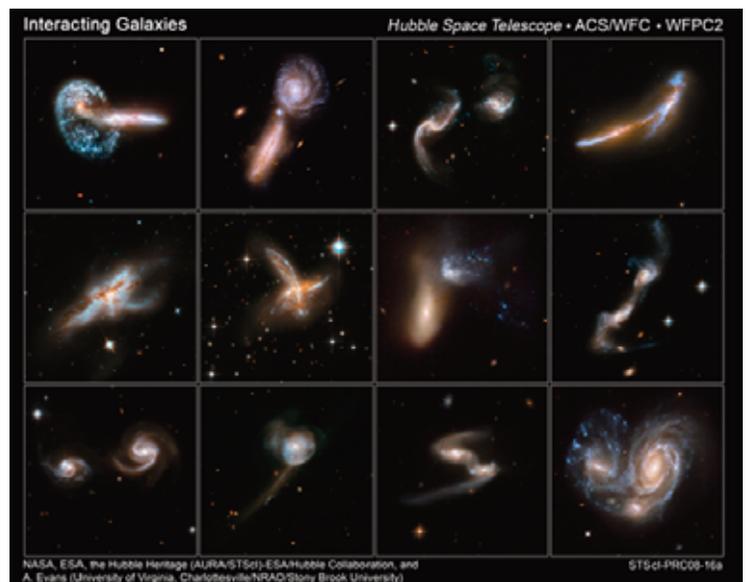
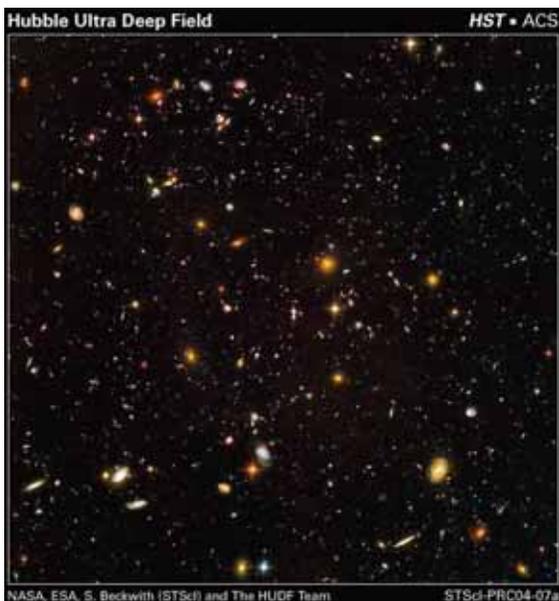


Figura 20. Imagen del HST para el Cartografiado COSMOS (izquierda). En la imagen de la derecha pueden observarse algunas de las galaxias en colisión detectadas.