

JORGE MIRA PÉREZ

¿Qué distancia nos separa del firmamento?

21 DE SEPTIEMBRE 2012



JORGE MIRA PÉREZ (Baio, 1968)

Catedrático de Electromagnetismo – Facultade de Física. Universidade de Santiago de Compostela

Director do Departamento de Física Aplicada da Universidade de Santiago de Compostela (2006-actualidade).

Director do programa ConCiencia da USC e Consorcio de Santiago (2006-actualidade)

Director da colección de divulgación científica da editorial da Universidade de Santiago de Compostela (2012-)

Colaborador da Secretaría General de Política Científica y Tecnológica - Ministerio de Educación y Ciencia (2006-2007).

Curriculum Académico

Licenciado en Física (1991) e Doutor en Física (1995) pola Universidade de Santiago de Compostela, con Premio Extraordinario. Doutor Europeo en Física (1995).

Autor de arredor dun cento de publicacións científicas en revistas de rango internacional no campo do magnetismo e a nanotecnoloxía.

Premios e distincións

Finalista do Premio da Real Sociedad Española de Física o Físico Español Joven (1999).

Premio da Deputación de Pontevedra, área de Ciencia e Tecnoloxía (2001).

Premio da Real Academia Galega de Ciencias (2002)

Premio especial do xurado, como titor, do “VIII Certamen Universitario Arquimedes de Introducción a la Investigación Científica”, da Dirección General de Política Universitaria - Ministerio de Educación (2009)

Premio anual del Colegio Oficial de Físicos de España (2010).

XXXIV Premio da Crítica Galicia – modalidade de investigación (2011).

Mención de Honor do Premio de investigación da Real Academia Galega de Ciencias (2011)

Actividade en medios de comunicación

Colaborador científico e columnista do periódico “La Voz de Galicia” (1999-actualidade)

Colaborador científico do programa de TVE-2 “¡Que Serán?” (1999).

Colaborador dos programas da Radio Galega “Nunca tal Oíra” (2000), “Cita con SuperPiñeiro” (2004), “As

tardes da Galega” (2000-2005) e “Un día por diante” (2006-2007).

Colaborador do programa da TVG “Arrampla con todo” (2004).

Asesor científico e colaborador do programa da TVG “Ciencia Nosa” (2006-2008)

Experto en cifras e guionista do programa “Cifras e Letras” da TVG (2006-actualidade)

Colaborador do programa de divulgación científica “Adelantos” da Radio Autónoma de Murcia (2012-)

Premios á actividade divulgativa:

Mención de Honra do Premio “Física en Acción” da Real Sociedad Española de Física, polo labor no programa de TVE-2 “¡Que Serán?” (2000).

Seleccionado para representar a España na Fase Europea da Semana Europea de la Ciencia y la Tecnología 2001.

Mención de Honra do Premio “Ciutat de les Arts i les Ciències de Valencia”, polo labor no programa “As tardes da Galega”, da Radio Galega (2001).

Seleccionado para representar a España na fase europea de “Physics on Stage 2: focus on teachers”.

Premio “Ciencia en Acción” do MEC e a FECYT polo labor no programa “Arrampla con todo”, da TVG (2005)

Candidato presentado pola organización do premio aos Premios Descartes de Comunicación da Ciencia 2005, convocados pola Unión Europea.

Mención de Honor do Premio “Ciencia en Acción”, modalidade de divulgación científica, do Ministerio de Ciencia e Innovación, CSIC, Ciencia Viva, RSEF, RGE e UNED, polo Programa ConCiencia (2010)

Medalla de Honra “Ciencia en Acción”, do Ministerio de Ciencia e Innovación, CSIC, Ciencia Viva, RSEF, RGE e UNED, “por su amplia trayectoria en la comunicación científica” (2010)

Premio “José María Savirón” de divulgación científica, da RSEF, RSEQ, RSME, COQ, CGE, COFIS, FZCC, RACZ, UZ, CSIC (2011)

Outros recoñecementos fóra do eido académico

Destacado na portada do número conmemorativo do décimo aniversario da sección “Next Wave” da revista Science, pola combinación da actividade de profesor universitario e divulgador científico (2005)

Premio “Galego do Ano” do Padroado Fogar de Bergantiños (2008).

Premio “Labor universitaria del año” ao Programa ConCiencia, outorgado polo periódico “Santiagosiete” a través de votación popular (2009).

Segundo premio ao “Compostelano do ano”, outorgado polo periódico “Santiagosiete” a través de votación popular (2009).

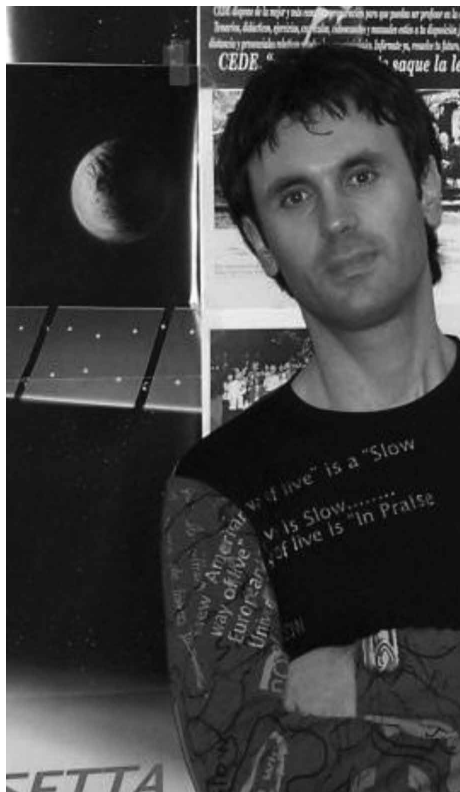
Premio “Faro Nerio” da entidade supracomarcial Neria (2009).

Premio “Galego do mes”, outorgado polo grupo de comunicación Correo Galego “polo seu extraordinario poder de convocatoria dende a dirección do Programa ConCiencia e polo seu incesante labor de divulgación científica, tanto no eido académico como no mediático” (2010).

Premio Radio Nordés - Cadena SER, modalidade de ciencias (2010)

Premio da Federación de Empresarios da Costa da Morte (2010).

Elixido “Personaxe do ano” pola delegación de Carballo - Costa da Morte do diario La Voz de Galicia (2010)



¿QUÉ DISTANCIA NOS SEPARA DEL FIRMAMENTO?

1. La bóveda que nos cubre y las primeras medidas de nuestras dimensiones

Al primera vista, parece que los seres humanos habitamos una porción de tierra, más o menos plana, rodeada por una cúpula en la que están pintadas las estrellas, la luna, el sol y los planetas. De hecho, Hecateo de Mileto alrededor del año 500 a.C. ya afirmaba que “La Tierra tiene forma de disco con Grecia en su centro. El disco, de unos 10.000 km de diámetro, está rodeado por el océano en toda su periferia y penetra en su interior formando el Mediterráneo.”

Dos preguntas obvias eran, por lo tanto, saber qué había más allá de los límites de la tierra y qué altura nos separaba de la bóveda celeste.

La primera respuesta vino pronto, pues varios pensadores observaron que un barco que partía hacia alta mar desaparecía paulatinamente de la vista: primero el casco, luego las velas. La única explicación parecía ser que la tierra no fuese plana, sino redondeada. Esta hipótesis cobraba fuerza al tener en cuenta que la sombra de la tierra sobre la luna (durante un eclipse de luna) era circular.

Partiendo de esa idea, el gran Eratóstenes (276 a. C.-194 a. C.), en el año 240 a.C., pudo calcular el tamaño de la tierra, sin más que observar que en el solsticio de verano el sol caía a plomo en Siena (cerca de la actual Assuán, que está muy próxima al Trópico de Cáncer) mientras que hacía una sombra de 7.2° con la columna de Alejandría. En una demostración de enorme inteligencia, razonó que ese ángulo es el que separa a las dos ciudades en una esfera. Dado que 7.2° es $1/50$ de la circunferencia, no tuvo más que considerar la distancia entre las dos ciudades (800 km) para obtener que la circunferencia de la tierra es cincuenta veces esa distancia: 40 000 km, un valor extraordinariamente preciso, máxime teniendo en cuenta la época.

Antes que Eratóstenes, Aristarco de Samos (310 a. C.- 230 a. C.) también tenía claro que la tierra era esférica. Viendo sin más cómo era la sombra de nuestro planeta sobre la luna durante un eclipse de luna, obtuvo que la tierra es 3.5 veces mayor que

la luna y, por una regla de tres, trazó un método que permitía saber la distancia tierra-luna sabido el tamaño de nuestro satélite.

Desgraciadamente, no conocía el tamaño de la tierra. Una vez sabido el dato gracias al trabajo de Eratóstenes, Hiparco de Nicea, en torno al 150 a.C. calculó el diámetro de la luna, obteniendo un valor increíblemente cercano al real (unos 3600 km) y, en consecuencia, una distancia tierra-luna de unos 400.000 km, nuevamente muy parecido al real.

2. ¿Realmente hay una bóveda?

Los resultados de Hiparco supusieron dos conmociones: la primera, que los cuerpos celestes (y por ende, la bóveda) estaban mucho más lejos de lo que nunca se hubiese podido imaginar. Además, parecía evidente que el sol y la luna no se movían en la misma bóveda, dado que en un eclipse la luna pasa por delante del sol. Aristarco había trazado también en su tiempo un método para calcular la distancia al sol, una vez conocida la distancia tierra-luna. Con su método, resultó que la distancia tierra-sol era 20 veces mayor que la tierra-luna.

Es de suponer el asombro que tuvo que suponer para esta gente el ser consciente de esas diferencias tan tremendas: lo que parecía una bóveda cobertora de la tierra, cada vez lo era menos, ya que uno de sus objetos estaba a unos 400.000 km y otro a unos 8 millones de km...

No fue esa la única conmoción ya que, nuevamente por una regla de tres, se obtenía que el sol era unas 20 veces mayor que la luna, es decir, dado que la luna era 3.5 veces más pequeña que la tierra, el sol era unas 7 veces mayor que la tierra.

En realidad, aunque la idea era brillante, los métodos de la época hacían imposible obtener un buen resultado, y en realidad la proporción entre la luna y el sol es de 400 veces, en vez de las 20 deducidas. Seguramente los griegos ajustaron el valor a la baja, asombrados ante las magnitudes que obtenían.

La percepción de esos valores tan grandes posiblemente generase dudas acerca de la idoneidad de un modelo geocéntrico: si el sol es mucho más grande que la tierra, ¿por qué tiene que girar este alrededor de la tierra y no al revés?

3. La larga travesía hasta el renacimiento

La medida de la distancia de la tierra al sol se fue perfeccionando con el paso de la historia, conscientes los astrónomos de las importantes fuentes de error de esa medida. De todos modos, no hubo nada reseñable hasta casi dieciocho siglos más tarde (lo que da una idea del fulgor de la inteligencia en la Grecia clásica).

Hubo que esperar hasta la llegada de Johannes Kepler (1571 – 1630) para seguir progresando en la medida de la distancia que nos separa del firmamento. Kepler

obtuvo su famosa 3ª ley, que dicta que la proporción entre el cuadrado del período de giro de un planeta y el cubo de su radio de giro, es una constante. De ese modo, ya se pudo ordenar la serie de planetas por su proximidad al sol: así, dedujo que Júpiter está 5 veces más lejos del sol que la tierra, o que Saturno está 10 veces más lejos. Ya se sabía el orden correcto en el cual circulaban esas estrellas errantes, los planetas, en su viaje a través de la bóveda celeste.

De todos modos, faltaba saber las distancias concretas. Con saber una de ellas, se resolverían todas las demás. Quien lo logró fue el italiano Giovanni Cassini (1625-1712), a través del método de la paralaje, midiendo la distancia al planeta Marte. De ese modo obtuvo la distancia Tierra-Sol: 140 millones de km, un valor muy próximo al real. De este modo, con Cassini, se obtuvo un dimensionamiento correcto del tamaño del sistema solar. Edmund Halley (1656-1742) sacó el valor más exacto de 150 millones de km, al observar el tránsito de Venus por delante del sol desde dos latitudes diferentes.

4. ¿Y las estrellas?

Ya se conocían las distancias a los objetos más evidentes, pero faltaba saber algo más de lo otro que dibuja el firmamento: las estrellas. Se usaron métodos de paralaje observándolas desde diferentes latitudes de la tierra, sin resultado. Hubo que ampliar el ángulo de paralaje, observando estrellas desde dos posiciones extremas de la Tierra en su rotación alrededor del sol (observaciones con medio año de diferencia). De ese modo, Friedrich Bessel (1784-1846) obtuvo en 1838 que la posición aparente en el firmamento de la estrella 61 Cygni se movía 5.2 segundos de arco. De ese ángulo tan ridículamente pequeño (es el equivalente a ver una moneda de 2 cm a 14 km de distancia) se obtiene que la distancia que nos separa de ella es de más de 650.000 veces la distancia Tierra-Sol, una distancia astronómica (nunca mejor dicho), incluso para la luz. De hecho, es comprensible el asombro de Bessel la primera vez que obtuvo esta distancia, sobre todo si consideramos que la luz tardaría más de 11 años en recorrerla.

Parecía que se estaba en el camino a la resolución de todas las distancias, pero eso no fue así: a principios del siglo XX solo se conocían las distancias a unas 100 estrellas.

En el mundo actual, habituados como estamos a referencias de distancias estelares en la cultura y en los medios de información general, puede parecer sorprendente que hace apenas un siglo nuestro desconocimiento sobre estos aspectos fuese tan alto. Hizo falta una revolución, producida por una mujer, para que ese problema se desatascase.

5. Detectando distancias por luminosidades

Los métodos de medida de distancias hasta aquel entonces habían sido geométricos, pero ese paradigma estaba ya agotado.

La situación fue desatascada por Henrietta Leavitt (1868-1921), quien descubrió en 1908 unas estrellas pulsantes en las Nubes de Magallanes. Suponiendo que las estrellas con períodos de pulsación iguales son similares y que a mayor tamaño (y, por lo tanto, a mayor luminosidad) menor frecuencia de oscilación, Leavitt pudo completar una tabla de calibración que permitió medir distancias en un rango que superaba con creces cualquier logro anterior. Gracias a su avance, en el año 1918 ya se conocía la dimensión de la Vía Láctea: 100.000 años luz.

Aunque hoy en día nos parezca mentira, en torno a 1920 se pensaba que la Vía Láctea contenía la totalidad del universo. El concepto de galaxia, que es un referente cultural muy asentado en nuestra civilización, era una auténtica quimera no hace ni un siglo. La rotura de ese estatus fue propiciado por el astrónomo norteamericano Edwin Hubble (1889-1953), al detectar una estrella pulsante en la nebulosa de Andrómeda. Al calcular la distancia a ella, obtuvo un valor de más de 1 millón de años luz¹. Dado que la Vía Láctea tiene un diámetro de 100.000 años luz, estaba claro que la nebulosa de Andrómeda era un sistema que estaba muy fuera del alcance de nuestra galaxia y, por lo tanto, debía ser una galaxia distinta.

Se acababa de producir otra lección de humildad para la especie humana: a cada paso que la ciencia avanzaba, más se reducía nuestro tamaño en el universo. El sol no era más que una estrella más de entre los billones de la Vía Láctea, y esta no era más que una entre billones de galaxias...

Hubble completó su revolución al descubrir, pocos años después, que las galaxias más lejanas se alejan más rápido de nosotros. Eso permitió, por un lado, deducir un nuevo método de medida de distancias, por corrimiento al rojo del espectro de luz de las galaxias² (por efecto Doppler, si las galaxias que emiten la luz están en movimiento, su frecuencia de emisión se ve alterada); pero, por otro, encajó uno de los cabos sueltos de la entonces joven teoría de la relatividad general de Albert Einstein (1879-1955)³.

En esa teoría, que conjuga las dimensiones espaciales con el tiempo, resulta una expansión del universo. Esa realidad de un universo en expansión implica, tal y como razonó por primera vez el físico y sacerdote Georges Lemaître (1894-1966), que tuvo que tener un origen⁴, bautizado como Big Bang. La idea del Big Bang, ridiculizada al principio, se asentó en los años 60, gracias, entre otros, a los trabajos de Stephen Hawking (1942-) y Roger Penrose (1931-)⁵, que permitieron integrarla en la teoría de la relatividad general.

¹ E.P. Hubble; "Extragalactic nebulae", *Astrophys. J.* 64, 321-369 (1926).

² E.P. Hubble; "A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae", *Proc. Nat. Acad. Sci.* 15, 168-173 (1929).

³ A. Einstein; "Die Feldgleichungen der Gravitation", *Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss. Berlin* 1915, 844-847 (1915).

⁴ G. Lemaître; "The beginning of the world from the point of view of quantum theory", *Nature* 127, 706 (1931)

⁵ S. W. Hawking, R. Penrose; "The singularities of gravitational collapse and cosmology", *Proc. Roy. Soc. Lond. A.* 314, 529-548 (1970).

Este nuevo marco permitió, además, calcular la edad del universo, 13.700 millones de años, cerrando en cierto modo la pregunta con la que iniciamos este artículo, porque ese valor, en años luz, marca también la distancia más lejana a la que podemos observar nuestro universo.

6. ¿Hemos acabado ya la búsqueda?

Pero en este momento de la historia, en el cual parece que la raza humana ha comprendido las dimensiones y naturaleza del universo, aparecen nuevos quiebros que dan un golpe a nuestra humildad: en 1933 empezaron a encontrarse evidencias de que la dinámica estelar no solo se mueve por la materia que conocemos, sino por otra de origen desconocido, llamada materia oscura.

No solo eso, en 1998, los Premios Nobel Saul Perlmutter, Adam Riess y Brian Schmidt⁶ [6,7] descubrieron que la expansión del universo está en aceleración. La magnitud de este descubrimiento no se debe solo a la sorpresa del fenómeno en sí, sino a la consecuencia de preguntarse por el motivo de esa aceleración. Si esa velocidad de expansión cada vez se acentúa más, es debido a la existencia de una energía repulsiva. A esa energía, de origen y naturaleza desconocidos, se le ha bautizado como energía oscura. La cura de humildad es más aguda, si cabe, cuando se calcula que esa energía supone casi tres cuartas partes del universo (un 73%), quedando el resto repartido en un 23% de materia oscura y solo un 4 % asociado a la materia que conocemos.

La lucha del ser humano por comprender el universo en el que vive es continua y, justo cuando parece que se ha llegado al final, un nuevo golpe nos vuelve a situar en una situación de enormes interrogantes. Curiosa es también la progresión histórica del avance científico en este campo. Piénsese que el concepto de galaxia, tan habitual para nosotros, era una fantasía no hace ni 90 años. Pero más sorprendente es el hecho de que nuestra comprensión del universo haya cambiado de un modo radical en poco más de una década. De la energía oscura no se sabía nada antes del año 2000, y eso que supone las tres cuartas partes del universo.

Este ejemplo, tan reciente e impactante, nos hace más pequeños y, al mismo tiempo, nos da renovadas fuerzas para seguir adelante en nuestro afán natural de descifrar los secretos del universo.

⁶ A.G. Riess et al.; "Observational evidence from supernovae for an accelerating universe and a cosmological constant", *Astron. J.* 116, 1009-1038 (1998). [7] S. Perlmutter et al.; "Measurement of Ω and Λ from 42 high-redshift supernovae", *Astrophys. J.* 517, 565-586 (1999).

Entrevista previa, publicada en La Voz de Galicia el día de la conferencia

JORGE MIRA CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

«Repasaré la historia sobre la cúpula celeste»

Impartirá una conferencia esta tarde dentro del ciclo de la Cátedra Jorge Juan

SAMUEL CEBREIRO
FERROL / LA VOZ

Con un amplio reconocimiento en su especialidad y diversos premios a sus espaldas, Jorge Mira, catedrático en Electromagnetismo, acude hoy a la urbe naval para ofrecer una conferencia acerca de su percepción de la física y de la inmensidad espacial en la que nos encontramos. Será esta tarde a las 19.30 horas, cuando Mira comience su oratoria en las instalaciones del Centro Herrerías, en el Cantón de Molins.

—¿Es la primera vez que acude a ofrecer una conferencia a Ferrol?

—No, ya fui una vez hace un año o dos aproximadamente a dar otra conferencia invitado por la Escuela Naval.

—¿Y qué contará en la conferencia de hoy que lleva por título *Qué distancia nos separa del cielo?*

—Partiré del hecho de la experiencia diaria que todos tenemos de mirar hacia arriba, hacia esa gran cúpula esférica. A priori vemos unos puntos que parecen estar a la misma distancia y de las preguntas que tantos nos hacemos. Haré un recorrido histórico acerca de estas cuestiones que poco a poco fueron despejando dudas de que no había tal cúpula y que los puntos que veían no estaban a la misma distancia. Poco a poco se fue investigando y se descubrió la distancia a la luna, luego al sol... etc. Así, esos descubrimientos nos fueron haciendo más y más diminutos en relación a la inmensidad en la que nos hallamos.

—A día de hoy son muchos los que lo conocen por su colaboración en el programa *Cifras e Letras de la Televisión de Galicia (TVG)*, ¿qué tal la experiencia?

—Muy buena. En realidad llevo en la televisión desde el año 1999, cuando trabajé para TVE en su desconexión con Galicia. Colaboré en diferentes programas y en diferentes medios de comunicación, como es el caso de La Voz de Galicia, donde soy columnista. A raíz del concurso de la TVG no he notado ningún tipo de popularismo, sí que noto cómo la gente me reconoce por la calle, pero si acaso me ven con familiaridad.

—¿Qué otras facetas desempeña actualmente que la gente no conozca?

—Soy catedrático del área de Electromagnetismo del Depar-



Mira es catedrático en la USC.

tamento de Física Aplicada de la Universidade de Santiago de Compostela. También reparto mi tiempo para colaborar en distintas revistas científicas y no tan científicas como Time, New Yorker o New Scientist.

Recortes de prensa

Cátedra sobre el cielo

3 Jorge Mira, catedrático de la Universidad de Santiago, ofreció ayer una conferencia en el Centro Herreñas, dentro de la Cátedra Jorge Juan. El físico, bajo el título *Qué distancia nos separa del cielo*, departió sobre la inmensidad de la cúpula celeste y su historia.



Jorge Mira ofreció ayer una conferencia en el marco de la Cátedra Jorge Juan. **CÉSAR TOMIL**



JORGE MIRA ACERCA EL ESPACIO A FERROL

El profesor Jorge Mira, catedrático de Electromagnetismo, intervino ayer en la Cátedra Jorge Juan para dar una conferencia titulada "¿Qué distancia nos separa del firmamento?". FOTO: LUIS POLO