



# El Premio Nobel de Física y Cosmología física y exoplanetas

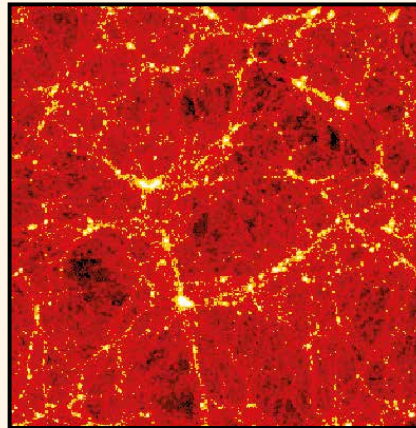
Alejandro Ramírez Solís  
Centro de Investigación en Ciencias, UAEM  
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos

El premio Nobel de Física 2019 fue otorgado el 8 de octubre a tres científicos en el área de la cosmología y la astrofísica. El premio fue dividido en dos, la mitad otorgada a James Peebles (Universidad de Princeton, EUA) "por descubrimientos teóricos en cosmología física" y la otra mitad de manera conjunta a Michel Mayor (Universidad de Ginebra, Suiza) y Didier Queloz (Universidad de Ginebra y Universidad de Cambridge, Reino Unido) por "el primer descubrimiento de un exoplaneta orbitando una estrella como nuestro Sol fuera del sistema solar". La cosmología física es el estudio del origen, la evolución y el destino del Universo utilizando los modelos terrenos de la física, mientras que la astrofísica es el desarrollo y estudio de la física aplicada a la astronomía para estudiar la composición de los astros, su estructura y evolución.

Los conceptos novedosos y revolucionarios de James Peebles en la cosmología física, han enriquecido este campo de investigación y sentaron las bases para la transformación de la cosmología en los últimos 50 años, haciéndola pasar de pura especulación a ciencia. El marco teórico que desarrolló desde mediados de los años 1960s es el fundamento de nuestra visión actual del Universo en su conjunto. La Cosmología física se ha convertido en una ciencia caracterizada por investigación que ha abierto nuevas perspectivas en tres direcciones: a) mediciones de extraordinaria precisión de la anisotropía en la temperatura de la Radiación de Fondo Cósmica (RFC); b) estudios muy sofisticados de la historia de la expansión del Universo; c) muestreos globales del cielo que proveen mapas de estructuras a muy gran escala. Estos mapas globales han puesto en evidencia la existencia de conjuntos de cúmulos de galaxias (Figura 1) agrupados en supercúmulos de galaxias y éstos, a su vez, agrupados en filamentos de supercúmulos de galaxias (Figura 2).



FIGURA 1. LA imagen muestra un cúmulo agrupando a miles de galaxias. Nótese que incluso los puntos luminosos mas pequeños corresponden a una o varias galaxias.



Los modelos que nos permiten conocer y predecir la historia de Universo

La labor extraordinaria de Peebles fue desarrollada durante cinco décadas utilizando modelado de física teórica. Peebles usó métodos analíticos basándose en la Teoría de la Relatividad General de Einstein y, aplicando métodos numéricos ultra-sofisticados, exploró propiedades fundamentales del Universo descubriendo así física completamente nueva e inesperada a gran escala. Gracias a su trabajo tenemos ahora un modelo unificado capaz de describir el Universo desde sus primeras fracciones de segundo hasta ahora e, incluso, es capaz de predecir su evolución en un futuro muy lejano. Por ejemplo, la predicción basada en el modelo de Peebles de que las primeras galaxias aparecieron 400 millones de años después del Big Bang ha sido corroborada con las observaciones del Telescopio Espacial Hubble y de radiotelescopios terrestres.

El modelo conocido como el Big Bang (La gran explosión) describe el Universo desde sus primeros instantes, hace 13800 millones de años (esta edad tiene una sorprendente precisión de 1%), cuando era extraordinariamente denso y caliente. Desde entonces el Universo ha ido expandiéndose y esta expansión crea, literalmente, el espacio. Al expandirse el Universo ha crecido continuamente en tamaño y ha ido enfriándose. Ahora sabemos que durante los primeros 400,000 años después del Big Bang el Universo era completamente opaco y que, a partir de entonces, se volvió transparente de forma que los rayos de luz pudieron viajar libremente en el espacio. Aún hoy esta antigua RFC, que corresponde a la temperatura del espacio interestelar de 2.74 K (grados Kelvin) o -270 C, nos llega de todas direcciones, rodeándonos y viajando por todo el espacio. En la distribución angular de esta radiación existen congelados secretos muy valiosos que contienen información crucial de cómo era el Universo en sus etapas mas tempranas. En otras entregas (<https://www.acmor.org.mx/?q=content/el-big-bang-y-el-descubrimiento-de-las-ondas-gravitacionales-predichas-por-einstein>), hemos tratado la relación de la RFC y las ondas gravitacionales recientemente descubiertas.

FIGURA 2. ESTA imagen muestra la estructura mas grande conocida en el Universo: una red de filamentos formada por supercúmulos de galaxias. La escala corresponde a cientos de millones de años luz de un extremo al otro de la imagen. Tomado de [www.astronoo.com/en/galaxy-clusters.html](http://www.astronoo.com/en/galaxy-clusters.html)

La RFC que observamos hoy es la reliquia de la radiación que existía en el momento en el que el Universo se volvió transparente y tenía una temperatura cercana a los 3000 K. Usando sus herramientas de física teórica, Peebles fue capaz de interpretar estas trazas antiguas de la infancia del Universo, lo que lo llevó a descubrir nuevos procesos físicos. Sus resultados nos mostraron un Universo en el cual sólo el 4% de su contenido es conocido como materia normal (las estrellas, planetas y toda la materia que podemos observar) mientras que la naturaleza del 96% restante es completamente desconocida. Esta mayoritaria fracción desconocida del Universo se ha clasificado en energía oscura (73%) y materia oscura fría (23%). Es importante mencionar que Peebles fue el primer científico en 1984 en demostrar que otro tipo de materia, la materia oscura fría, explica correctamente la formación gravitacional de estructuras de gran escala como las galaxias, los cúmulos y supercúmulos de galaxias. Tanto la energía oscura como la materia oscura fría representan un misterio y son dos de los mas grandes retos de la física moderna. Se ha propuesto que la materia oscura fría puede estar formada por partículas exóticas, siendo éstas las parejas supersimétricas de las partículas ya conocidas (los seis quarks y sus combinaciones, mesones o bariones) o por axiones; éstos últimos son partículas hipotéticas que, crucialmente, pueden explicar observaciones experimentales de la fuerza nuclear fuerte.

## El descubrimiento de planetas vecinos

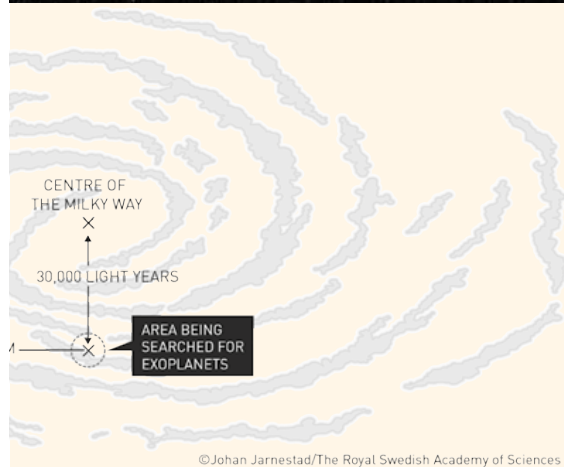
Por otro lado, en octubre de 1995, Michel Mayor y Didier Queloz anunciaron el primer descubrimiento de un planeta fuera de nuestro sistema solar, el primer exoplaneta descubierto en nuestra propia galaxia, la Vía Láctea. En el Observatorio Haute-Provence en el sur de Francia y usando instrumentos diseñados ex-profeso, pudieron observar al planeta 51 Pegasi b, una bola de gas comparable a nuestro planeta gigante, Júpiter. Este descubrimiento inició una verdadera revolución en la astronomía, de modo que al día de hoy se conocen mas de 4,000 exoplanetas en una pequeña región de nuestra Vía Láctea (Figura 3). Mundos nuevos y extraños están siendo descubiertos con una gran variedad de tamaños, formas y órbitas alrededor de sus estrellas, incluso algunos orbitando sistemas estelares binarios.

## Referencias

<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2019/summary>,  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Cosmolog%C3%ADa\\_f%C3%A9sica](https://es.wikipedia.org/wiki/Cosmolog%C3%ADa_f%C3%A9sica)  
<http://www.astronoo.com/en/galaxy-clusters.html>  
<https://www.acmor.org.mx/?q=content/el-big-bang-y-el-d>



# 2019: planetas



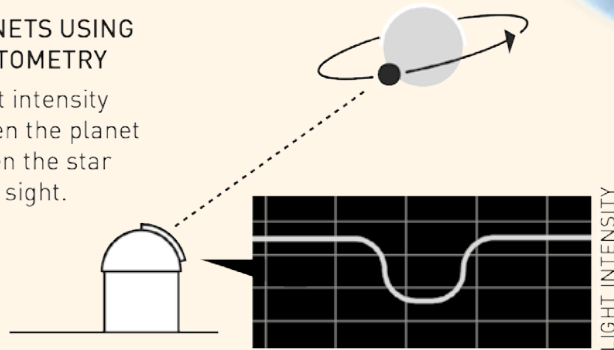
**Figura 3.** Se muestra la pequeña región dentro de la Vía Láctea en donde se han encontrado más de 4000 exoplanetas cerca de nuestro Sol. Tomado de Ilustraciones libres de © Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences.

Estos descubrimientos recientes ponen a prueba nuestras ideas preconcebidas sobre sistemas planetarios y están forzando a los científicos a revisar las teorías de los procesos físicos que son la base de la formación planetaria. Existe una gran cantidad de nuevos proyectos para buscar mas exoplanetas con condiciones para su detección incluso mas adversas, lo cual podría llevarnos a encontrar una respuesta acerca de otras formas de vida en el Universo. Los laureados este año han transformado de manera dramática y definitiva nuestra visión actual del Cosmos.

Los planetas no emiten luz y son estrictamente invisibles a distancias del orden de años luz, por lo que su descubrimiento se basa en el análisis de la luz de la estrella alrededor de la cual orbitan. Existen dos métodos de detección de planetas en otros sistemas solares. El primero se denomina fotometría de tránsito y se basa en la detección de pequeñas variaciones periódicas de la intensidad de la luz de la estrella alrededor de la cual gira el planeta (Figura 4). El segundo método es mas sofisticado y se denomina el método de velocidad radial; este método analiza las variaciones periódicas en el color de la luz de la estrella ya que ésta se acerca (su luz se corre hacia el azul) o se aleja (su luz se corre hacia el rojo) a nosotros cuando el planeta se aleja o se acerca a nosotros; esto ocurre porque en realidad tanto la estrella como el planeta giran alrededor del centro de masa del sistema estrella-planeta (Figura 5).

## FINDING PLANETS USING TRANSIT PHOTOMETRY

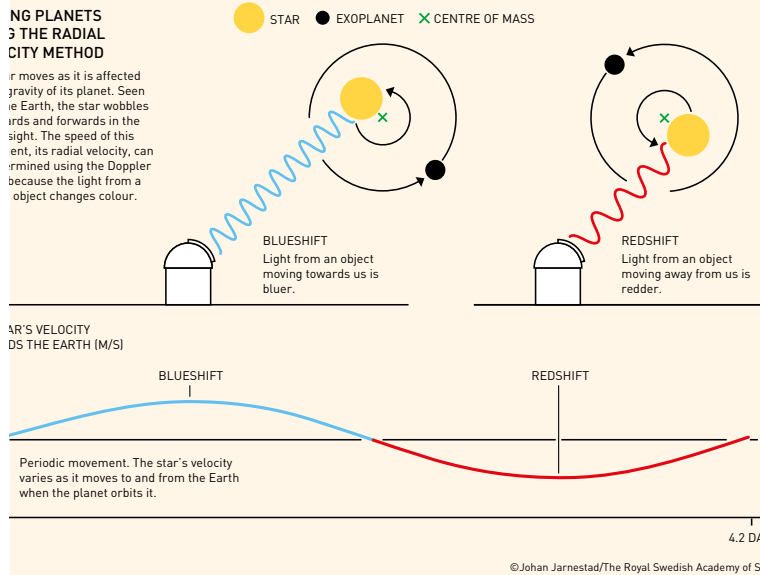
The star's light intensity decreases when the planet passes between the star and our line of sight. This effect is observed by telescopes on Earth.



©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

**FIGURA 4.** UNA técnica de detección de planetas es la llamada fotometría de tránsito en la cual se observa la disminución de la luz de una estrella porque un planeta transita entre ésta y nuestra Tierra. Tomado de Ilustraciones libres de © Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences.

*Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.*



**Figura 5.** Otro método de detección de planetas es la técnica de velocidad radial en el cual se detecta un cambio en el color de la luz emitida por la estrella cuando ésta se aleja o se acerca al telescopio que observa. Este movimiento de la estrella se debe a que ésta oscila alrededor del centro de masa del sistema compuesto por la estrella y el planeta. Tomado de Ilustraciones libres de © Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences.

<http://www.astronoo.com/en/articles/matter-and-energy-dark.html>  
 P.J.E. Peebles, Tests of cosmological models constrained by inflation, *Astrophys. J.* 284, 439 (1984)  
<https://www.nobelprize.org/uploads/2019/10/advanced-physicsprize2019-3.pdf>