



Ciencia UANL

Universidad Autónoma de Nuevo León

ciencia@mail.uanl.mx

ISSN (Versión impresa): 1405-9177

MÉXICO

2002

Primitivo Hernández Guerrero

RESEÑA DE "LOS TRES PRIMEROS MINUTOS DEL UNIVERSO" DE STEVEN
WEINBERG

Ciencia UANL, abril-junio, año/vol. V, número 002

Universidad Autónoma de Nuevo León

Monterrey, México

pp. 246-250



tulo es el referente al asunto de patentes, ya que señala de entrada que los genes son el "oro verde" del siglo de la biotecnología. Esto ha generado una batalla de proporciones históricas entre las naciones de alta tecnología del Norte y las pobres naciones subdesarrolladas del Sur, sobre la propiedad de los tesoros genéticos del planeta. Lo que por consecuencia ha dominado la agenda política de la Organización para los Alimentos y la Agricultura por más de una década. Esto ha producido un campo de análisis; la biopiratería, donde las trasnacionales intentan proteger sus inversiones contra las demandas de los gobiernos. El argumento principal de las trasnacionales es que la protección de patentes es esencial si ellas arriesgan recursos financieros y años de investigación. Por el otro lado, los países del Sur reclaman que la real investigación y desarrollo se encuentra entre las comunidades tradicionales, que han dedicado generaciones a preservar el conocimiento sobre la herbolaria autóctona, por lo que reclaman una compensación por su participación en la revolución biotecnológica.

Un asunto bastante novedoso dentro de la temática es lo que el autor llama la sociología de los genes. Este tema está relacionado con los estudios de sociobiología y al mismo tiempo con los hallazgos recientes de las investigaciones del *National Scien-*

ce Foundation sobre aquellas características asociadas con el pensamiento y el comportamiento: muchos de los investigadores están asociando las enfermedades mentales a los desórdenes genéticos. Muchos de los científicos han empezado a sugerir que algunas formas de comportamiento antisocial como la misantropía y la criminalidad pueden ser ejemplos de mal funcionamiento de los genes.

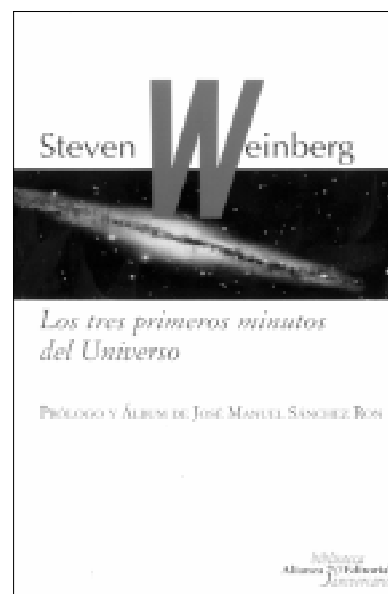
En realidad el trabajo de Rifkin, compendiado en este volumen, es de incalculable valor, ya que sintetiza las principales tendencias del debate sobre la biotecnología. Puedo decir que es un texto crítico y ayuda a al lector a tener una idea más clara sobre cuestiones que hoy día están en debate. Además, su claridad en el manejo del lenguaje lo acerca a cualquier lector interesado en estos tópicos, por lo que lo recomiendo ampliamente.

Apuntes para una historia del cosmos

Steven Weinberg
Los tres primeros minutos del universo
Alianza Editorial
Madrid, 1996

Primitivo Hernández Guerrero

Observar el cielo nocturno, acaso desde los comienzos de la especie humana, ha sido en buena medida par-



te de nuestra conciencia; observar la noche ha contribuido a estructurar nuestra conciencia; observar el espacio sideral ha contribuido, acaso más aún que la comprensión del cambio de las estaciones, al desarrollo de nuestro sentido de la temporalidad. Nuestra conciencia del cosmos es, en consecuencia, el producto más alto del acto de observar la oscuridad del espacio sideral. Para que nos forjemos un concepto, una imagen y una visión científicamente estructuradas acerca del pasado inmensamente remoto del universo, Steven Weinberg ha escrito este libro fascinante. Sin embargo, para poder disfrutarlo a plenitud es imprescindible leer con mu-

cha atención todo lo que en sus páginas se dice y tener la más genuina disponibilidad para tratar de imaginar lo absolutamente inimaginable: ¿cuáles eran las características de la composición física y química del universo en sus primeros tres minutos de vida?

Si bien es cierto que muchos son los problemas que la física no puede resolver, y si tenemos que lidiar con la incertidumbre al cerciorarnos de que sus vicisitudes irreductibles son inseparables de su ambición científica, no es menos emocionante admitir que la física contemporánea, cuando reflexiona con la serena claridad de Steven Weinberg, nos permite intentar comprender acontecimientos cósmicos que se remontan a diez mil o veinte mil millones de años. A veintitrés años de su primera edición en lengua inglesa, *Los tres primeros minutos del universo* continúa ejerciendo un singular poder de seducción intelectual. Este atributo, poco habitual en un libro de divulgación científica, ha llamado poderosamente nuestra atención, sobre todo si tenemos en cuenta que su autor se ha mantenido fiel al más depurado rigor científico, no obstante que al concebir su texto, según sus propias palabras, ha pensado esencialmente en el lector no especializado.

Ocho capítulos conforman este texto clásico de la física de finales del siglo pasado: I. Introducción: el gigante y la vaca; II. La expansión del uni-

verso; III. El fondo de radiación cósmica de microondas; IV. Receta para un universo caliente; V. Los tres primeros minutos; VI. Una digresión histórica; VII. El primer centésimo de segundo; y VIII. Epílogo: la perspectiva futura. Asimismo, Steven Weinberg se ha preocupado por incluir un glosario de los términos, los conceptos y las definiciones que constituyen el habla común de la física actual y una sección muy interesante: un suplemento matemático cuyo objetivo esencial consiste en ilustrar, con las ecuaciones correspondientes, los argumentos que, para decirlo rápidamente, han conservado la más cristalina cadencia de la prosa que suele escribir nuestro brillante físico. Los editores, por su parte, añadieron un prólogo y un *Álbum* escritos por José Manuel Sánchez Ron; por cierto, el *Álbum* incluye material gráfico muy bello y también información reciente en torno a los temas examinados por Steven Weinberg. Y asimismo se ha enriquecido el volumen con un apartado en el que se menciona a los autores cuya obra se recomienda consultar, para hacer más vasta y más profunda la ciencia reunida en *Los tres primeros minutos del universo*.

Necesitamos algo más que una imaginación muy disponible para intentar comprender cómo era el universo en su origen; la dificultad no es necesariamente de tipo conceptual, porque una lectura atenta abre nues-

tro pensamiento a conceptos difíciles. Acaso nuestra inquietud surge en la medida en que nuestra imaginación no es lo suficientemente fértil para desplegar sus iconos, después de haber comprendido los argumentos especulativos y las posibles explicaciones; basados en razonamientos matemáticos aparentemente irreprochables y sostenidos a partir de una especie de plasma estadístico sujeto a continuas revisiones, los argumentos y las explicaciones que ofrece la astrofísica nos confrontan, de todas formas, con lo inimaginable. Ahora bien, los hallazgos, las inferencias y las deducciones, a medida que se compila la información y conforme se documentan las evidencias, cuando se trata de materias tan especializadas, no suelen estar organizados y articulados en un solo *corpus* teórico.

Las observaciones más decisivas en torno a los fenómenos siderales que han determinado las características del universo actual no han tenido un desarrollo lineal. Si bien es cierto que hacia comienzos del siglo XX las teorías y las mediciones de Hubble, basadas en los corrimientos al rojo, sugerían la posibilidad de que el universo se encuentra en expansión, no fue sino hasta 1965 cuando Arno Penzias y Robert W. Wilson detectaron por vez primera un fondo de microondas de radiación cósmica. Este descubrimiento aportó evidencias de ruido proveniente de una explosión inicial,

la que se supone ha dado origen al universo. Antes y después de estos descubrimientos, naturalmente, se multiplicaron las interrogantes: el universo, ¿es cerrado o abierto?, ¿es finito o infinito?, ¿cuál es su forma?, ¿de qué factores fisicoquímicos dependen sus características actuales?, ¿continuará expandiéndose eternamente? Los primeros capítulos examinan minuciosamente estas interrogantes.

Al final del capítulo III nos dice Steven Weinberg: “Estas incertidumbres no afectan nuestra historia del universo primitivo. El punto importante para nosotros es que en algún momento muy anterior a aquel en el cual el contenido del Universo se hizo transparente, podía considerarse al Universo como compuesto principalmente de radiación, con sólo una pequeña contaminación de materia. La enorme densidad de energía del universo primitivo se perdió por el corrimiento de las longitudes de onda de los fotones hacia el rojo a medida que el universo se expandió, permitiendo que la contaminación de partículas nucleares y electrones creciera hasta formar las estrellas, las rocas y los seres vivos del universo actual.”

La astrofísica sostiene, para intentar dar respuestas no inmediatamente conjeturales ni tampoco meramente estadísticas, que en su enigmática evolución el universo conoció y expresó muy diversos estadios de muy larga duración a medida que su tem-

peratura se enfriaba progresivamente hasta alcanzar el valor actual de tres grados K. Este enfriamiento del universo coincidió necesariamente con su violenta expansión, que ha sido documentada con los corrimientos al rojo de las galaxias más distantes y visibles. Sin embargo, en el universo actual hay indicios (por ahora aparentemente “precarios”: no se dispone de la tecnología capaz de detectarlos con precisión) de que existen cuerpos estelares masivos, cuyo alejamiento sólo puede percibirse mediante otros fenómenos distintos de la luz visible. Esto significa que la luz no es la única fuente de información proyectada por el universo. ¿Cuál es la naturaleza de esa especie de memoria cuyas señales proceden de un universo vertiginosamente arcaico?

Durante los primeros tres minutos del universo, constituido principalmente por radiación, su temperatura era lo suficientemente alta para que los electrones y positrones se aniquilaran más rápidamente de lo que podían ser creados, nuevamente, a partir de los fotones y los neutrinos. Y aunque la liberación de toda esta energía, generada a partir de la transformación de fotones, neutrinos, electrones y positrones, hizo que disminuyera temporalmente la velocidad de enfriamiento del universo, su temperatura continuó descendiendo hasta llegar a los mil millones de grados K. Al intentar formarnos una idea de las

circunstancias físicas de la materia que constituía al universo primitivo, se imponen dos preguntas deliberadamente retóricas, pero que proyectan una sombra extensa sobre nuestro pensamiento y nuestro espíritu. Si el universo era pura *energía radiante* en sus primeros tres minutos, y si las partículas elementales todavía no podían dar estructura a la materia, ¿donde se hallaba el, digamos, horizonte de los acontecimientos cósmicos? ¿Qué había existido como universo antes de esos tres primeros minutos ulteriores a la gran explosión?

Steven Weinberg nos ofrece una descripción de lo que sucedió más tarde: “Al final de los tres primeros minutos, el universo contenía principalmente luz, neutrinos y antineutrinos. Había también una pequeña cantidad de material nuclear, formado ahora por un 73 por ciento de hidrógeno y un 27 por ciento de helio, aproximadamente, y por un número igualmente pequeño de electrones que habían quedado de la época del aniquilamiento entre electrones y positrones. Esta materia siguió separándose y se volvió cada vez más fría y menos densa. Mucho más tarde, después de algunos cientos de miles de años, se hizo suficientemente fría como para que los electrones se unieran a los núcleos para formar los átomos de hidrógeno y de helio. El gas resultante, bajo la influencia de la gravitación, comenzaría a formar agru-

pamientos, que finalmente se condensarían para formar las galaxias y las estrellas del universo actual”.

Esta imagen es producto de una de las teorías cosmológicas más consistentes. La que ha reunido los conceptos, los cálculos y las especulaciones cuya firmeza científica goza de una aceptación casi unánime. Para hacer comprensible este modelo, Steven Weinberg nos explica, con dilatada paciencia, el llamado efecto Doppler, la constante de Hubble, los conceptos que describen la isotropía y la homogeneidad del universo, el problema de la geometría espacio-tiempo según la Teoría Especial de la Relatividad de Albert Einstein; también nos muestra cómo es que Alexander Friedmann elabora dos modelos de universo muy distintos a partir de las ecuaciones de campo de Einstein. Sin renunciar en ningún momento a su temperamento de educador, el eminente físico estadounidense nos explica en qué consiste la distribución de Planck, la Teoría Cuántica de la Luz, el teorema de Birkhoff, la constante de Stefan-Boltzmann y muchas otras teorías, ideas y conceptos, sin los cuales la astrofísica no habría podido estructurar y documentar el modelo de un universo en expansión y cuya memoria ha intentado descifrar y conocer.

Sin embargo, hay razones suficientes para comprender que este modelo, pese al prestigio que ha con-

quistado entre una élite de físicos notables, no puede dar respuesta a otras interrogantes para las que incluso la mecánica estadística no tiene sino ideas conjeturales, teorías especulativas y demostraciones matemáticas tan conjeturales como los esquemas teóricos de los que dependen y con los que tienen que coincidir. Si no hemos hecho una interpretación errónea de las ideas más insistentes de Steven Weinberg, lo que sucedió antes de los tres primeros minutos sólo puede ser imaginado con los ojos de la teoría porque el universo, en ese momento de su historia, se debió haber regido por las leyes de la mecánica estadística. ¿Es absolutamente cierto que las cifras no mienten?

A medida que la física de partículas elementales descubre los componentes más pequeños, recónditos y aparentemente inesperados de los núcleos atómicos, se tiene la presunción de que el universo, en el *tiempo anterior* a los tres primeros minutos, tenía una densidad y una temperatura tan infinitamente elevadas que sólo podían permitir la existencia de las continuas transformaciones e interacciones entre los protones, neutrones, mesones pi, mesones eta, hiperones sigma, hiperones lambda y muchas otras más. Todas estas partículas también reciben el nombre de hadrones y al parecer son particularmente sensibles a la interacción fuerte. Sin embargo, los neutrinos, los electrones y

los muones, es decir, los leptones, no responden a la interacción fuerte. En aquellas condiciones de densidad y temperatura *infinitas* existían los hadrones y antihadrones, los leptones y los antileptones, pero únicamente como partículas libres. En consecuencia, la *materia no era materia* antes de los primeros tres minutos y las partículas elementales y subatómicas, en ese universo arcaico, estaban respondiendo a leyes físicas completamente distintas de las que se presentaron a medida que el cosmos se fue enfriando para que fueran posibles la formación de las estrellas y la síntesis de los núcleos atómicos. Y a medida que se enfriaba el universo, mientras cambiaban irreversiblemente su temperatura y su densidad, respondiendo a leyes muy específicas (fuerza electromagnética, interacción fuerte, radiación gravitacional e interacción débil) interactuaron los hadrones y los leptones, entonces la materia fue creada, el cosmos se fue tornando transparente a la luz y la luz se expresó como tiempo y espacio.

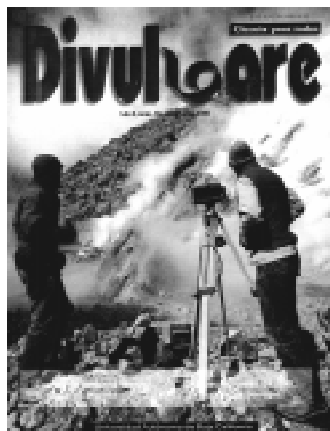
Si el comportamiento de la materia y de sus componentes más pequeños, incluidos los quarks y los anti-quarks, son explicables en tanto conocemos su forma de responder a la fuerza electromagnética, la interacción fuerte y la interacción débil; y si es cierto que el universo se expande en proporción inversa al descenso progresivo de su temperatura, ¿qué fun-

ción desempeñó la radiación gravitacional en la síntesis de los núcleos atómicos? Aunque se tiene la sospecha de que el universo está lleno de radiación gravitacional a una temperatura un poco menor que la de los neutrinos y de los fotones, aproximadamente 1 grado K, ¿cuál es su verdadera naturaleza? ¿Qué propiedades físicas habría podido determinar en la evolución de los hadrones y los leptones? ¿Qué información verificable puede proporcionarnos acerca del

nacimiento del universo?

Steven Weinberg concluye con estas palabras el capítulo VII de *Los tres primeros minutos del universo*: “La naturaleza nos presenta una gran diversidad de partículas y tipos de interacciones. Sin embargo, hemos aprendido a mirar más allá de esta diversidad, a tratar de ver las partículas e interacciones como aspectos de una sola teoría de campo de medida unificada. El actual universo es tan frío que las simetrías entre las dife-

rentes partículas e interacciones han quedado oscurecidas por una especie de congelación; no son manifiestas en los fenómenos ordinarios, sino que tienen que ser expresadas matemáticamente, en nuestras teorías de campo de medida. Lo que ahora sabemos por la matemática lo logró el calor en el universo muy primitivo: los fenómenos físicos exhibían directamente la simplicidad esencial de la naturaleza. Pero nadie estaba allí para verlo”.



Divulcare

Ciencia para todos

**Universidad Autónoma
de Baja California**

Informes y suscripciones:

Departamento Editorial UABC, edificio de Rectoría.
Av. Obregón y Julián Carrillo s/n, Colonia Nueva,
C.P. 21100, Mexicali, B.C.

E-mail: editorial@into.rec.uabc.mx