

KANT Y SU CONTRIBUCIÓN ASTRONÓMICA

Marco Arturo Moreno Corral
Investigador Titular, Instituto de Astronomía, UNAM
Campus Ensenada, Ensenada, Baja California, México.
mam@astrosen.unam.mx

KANT Y SU CONTRIBUCIÓN ASTRONÓMICA

RESUMEN

Se presentan algunos comentarios al *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* escrito por Emmanuel Kant y publicado en 1755, obra donde el pensador de Koenigsberg dio a conocer sus principales ideas cosmológicas. En particular se reseña su explicación cualitativa de cómo a partir de un material primordial tenue y difuso, la fuerza gravitacional produjo los cuerpos que forman el Sistema Solar y los otros que hay en el Universo.

Palabras clave: Kant, Historia de la Astronomía, Estructura, Composición, Cosmología.

KANT AND HIS ASTRONOMIC CONTRIBUTION

ABSTRACT

We make some comments on the book *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* written by Emmanuel Kant. This masterpiece was published in 1755 and it is where the philosopher from Koenigsberg gives his main cosmological ideas. In particular, we review his qualitative description of how gravitation forms the bodies of the Solar System and others in the Universe.

Keywords: Kant, History of Astronomy, Structure, Composition, Cosmology.

INTRODUCCIÓN

Durante milenios la Cosmología fue una actividad meramente especulativa, que con gran frecuencia estuvo supeditada a las ideas teológicas¹. Esa situación comenzó a cambiar con trabajos como los de Copérnico, Tycho Brahe, Kepler y Galileo, siendo este último quien tiene el mérito de haber sido el que introdujo el aspecto observacional en este campo, pues gracias al uso que hizo del telescopio para estudiar los cuerpos de la bóveda celeste, en 1609 pudo realizar una serie de descubrimientos notables, que además de apoyar la concepción heliocéntrica copernicana, mostró que la llamada Vía Láctea estaba en realidad formada por un sinnúmero de estrellas, obligando con su hallazgo a un replanteamiento de la idea clásica sobre la *esfera de las estrellas fijas*², parte fundamental de las concepciones cosmológicas del mundo antiguo.

Actualmente esta disciplina se entiende como el esfuerzo científico encaminado a construir modelos comprensivos que incorporen las principales características sobre la composición material, estructura geométrica y evolución temporal de todo el universo físico observable, buscando así responder preguntas básicas que han acompañado a la humanidad desde tiempo inmemorial, tales como ¿cuál es nuestro lugar en el Universo? ¿Éste es finito o infinito? ¿Es eterno? ¿La materia que lo forma es la misma en cualquier parte? Para tratar de responder científicamente esas y otras interrogantes similares, los cosmólogos contemporáneos se valen cada vez más de los ricos y precisos resultados obtenidos por la astronomía observacional y de los conceptos y leyes encontrados por la física teórica, lo que en las últimas décadas los ha alejado definitivamente del terreno meramente especulativo y los ha llevado a obtener avances notables en nuestro entendimiento de la naturaleza del Universo.

Emmanuel Kant, como pensador que analizó profundamente los problemas filosóficos de mayor importancia de su época, no podía pasar por alto aquellos relativos al origen y estructura del cosmos, por lo que además de tocar el tema en diferentes trabajos y referirse a él en sus cursos, dedicó un extenso escrito redactado en alemán para discutir diferentes aspectos cosmológicos. Este documento fue dado a conocer en 1755 bajo el título de *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*³ (Historia Universal de la Naturaleza y Teoría acerca del Cielo). En él desarrolló un modelo no estático del Universo según el cual los cuerpos celestes se formaron bajo la acción gravitatoria, evolucionando y destruyéndose siguiendo procesos cíclicos. Aunque su teoría siguió las ideas mecanicistas newtonianas y en particular sus conceptos sobre la Fuerza de Gravitación Universal, no puede considerarse completa, pues es altamente cualitativa, sin embargo tiene el valor de ser el primer intento científico moderno para explicar el origen y evolución del Universo, sin considerar la presencia de entes sobrenaturales.

EL PROBLEMA

Desde la Antigüedad y hasta 1609, las observaciones astronómicas fueron realizadas a simple vista, usando en ocasiones instrumentos auxiliares como las esferas armillares, cuadrantes, círculos murales, astrolabios, ballestillas, etcétera, pero a partir de aquella fecha ocurrió un profundo cambio en la metodología seguida por los astrónomos, ya que Galileo Galilei introdujo el uso del telescopio para observar los cuerpos celestes, lo que permitió establecer la existencia de fenómenos y objetos no conocidos hasta entonces, propiciando cambios fundamentales en la astronomía, que a su vez contribuyeron de manera importante a la Revolución Científica, gracias a la cual surgió la ciencia como la conocemos.

¹ Véase por ejemplo *La Morada Cósmica del Hombre*.

² En la Antigüedad se les llamó así por no mostrar cambios apreciables entre sus posiciones relativas.

³ Véase <http://www.mala.bc/~johntoi/kant2e.html>

Entre los importantes descubrimientos que en 1610 dio a conocer Galileo en su *Sidereus Nuncius*⁴, se hallaba lo que observó sobre la estructura y composición de la Vía Láctea, esa región del cielo con aspecto lechoso que los habitantes del hemisferio norte vemos sobre todo en el Verano. Respecto de ella aquel científico escribió:

... he observado, la esencia o materia de la Vía Láctea, la cual -mediante el anteojo- se puede contemplar tan nítidamente que todas las discusiones, martirio de los filósofos durante tantos siglos, se disipan mediante la comprobación ocular, al mismo tiempo que nos vemos librados de inútiles disputas. En efecto, la Galaxia no es sino un cúmulo de innumerables estrellas diseminadas en agrupamientos; y cualquiera que sea la región de ella a la que dirijamos el anteojo, inmediatamente se ofrece a la vista una cantidad inmensa de estrellas, muchas de las cuales se muestran bastante grandes y resultan muy visibles; aunque la multitud de las pequeñas es absolutamente inexplorable.

Y puesto que no solo en la Galaxia se advierte ese resplandor lácteo, como de nube blanquecina, sino que muchas otras pequeñas zonas de similar color brillan aquí y allá en el espacio, dirigimos el anteojo hacia alguna de ellas, dando siempre con un agrupamiento de estrellas. Además (hecho más admirable aún), las estrellas hasta hoy llamadas por los astrónomos nebulosas, no son sino cúmulos de pequeñas estrellas diseminadas en número admirable....

Aunque por su brillo y extensión la Vía Láctea fue observada desde tiempos inmemoriales y la llamada *Nebulosa de Andrómeda* ya era conocida al menos a partir del siglo IX⁵, fueron las observaciones hechas por Galileo las que aportaron elementos fundamentales para concluir las especulaciones sobre ese tipo de objetos celestes, pero también son las que abrieron la discusión sobre cómo se habían formado aquellos agregados estelares que siguieron siendo llamados por los astrónomos *Nebulae*, pues al observarlos a través de los telescopios de la época, parecían pequeñas nubes difusas de coloración blanquesina proyectadas sobre la obscuridad del cosmos.

Luego de los trabajos pioneros de Galileo, comenzaron a descubrirse en rápida sucesión más de aquellas nebulosas, lo que llevó a los astrónomos a formar catálogos donde reportaban su posición en la bóveda celeste y en muchos casos su morfología aparente. En 1614 Simon Maurius publicó en Nuremberg el libro *Mundus Jovialis*, donde además de consignar sus observaciones de Júpiter y cuatro de sus satélites, informó que había observado un objeto estelar de forma singular, diferente a cualquier otro que hubiera visto en la esfera celeste, "pues brilla con pálida luz blanquesina que es más intensa en el centro donde se torna azulosa. Su diámetro es considerable pues ocupa alrededor de un cuarto de grado"⁶. Esta es la primera descripción moderna de lo que hoy sabemos es la Galaxia de Andrómeda. La existencia de este objeto cósmico fue confirmada años después cuando Ismael Boulliau lo reportó en 1664.

En 1690 fue publicada en forma póstuma la *Uranographia* y el *Prodromus Astronomiae* del notable astrónomo Johannes Hevelius. La segunda obra que es un catálogo de estrellas, reportaba la posición de catorce objetos marcados como *nebulasae*, de los que solamente dos resultaron ser verdaderas nebulosas, los otros doce eran estrellas o grupos estelares, que como el catálogo se hizo sin la ayuda de telescopios, fueron confundidos por Hevelius.

⁴ Consúltese por ejemplo la edición publicada por Basal Editores de Morelia, Mich., 1978, o la de CONACULTA aparecida formando parte de la colección Alianza Cien en 1994.

⁵ The Search for the Nebulae, pág. 15.

⁶ Para que el lector se forme idea de lo que este valor significa, habrá que decir que la luna llena subtiende un diámetro angular de medio grado sobre la bóveda celeste.

Personajes como John Flamsteed, Edmond Halley, John Bevis, Jean-Jacques Dortous de Mairan, William Derham, Pierre Louis Moreau de Maupertius, Jacques Cassini y Jean-Dominique Maraldi se ocuparon del problema de las nebulosas durante la primera parte del siglo XVIII, ampliando el número de esos objetos. Todos ellos publicaron sus observaciones, buscando entender la naturaleza de tan singulares cuerpos cósmicos, no faltando quien lo hiciera incluso desde el terreno teológico, aunque también debe mencionarse que hubo intentos como el de Maupertius quien en su *Discours sur les differents Figures des Astres* publicado en 1732, intentó explicar matemáticamente la variabilidad de algunas de aquellas nebulosas, asumiendo que estaban formadas por elipsoides de diferentes grados de excentricidad y con ejes de rotación de orientación diversa. A pesar de ese y otros esfuerzos tanto teóricos como observacionales hechos en aquel periodo, prácticamente ninguno trató el origen y formación de esas nebulosas, siendo éste el estado que tan interesante problema astronómico guardaba al mediar el siglo XVIII. Sin embargo, en el terreno teórico las investigaciones, sobre todo de Newton en torno al papel que juega en la naturaleza la gravitación, habrían de llevar a pensadores como Kant a intentar explicar el origen de esos objetos e incluso el del mismo Universo.

LA FUERZA FUNDAMENTAL

Es bien sabido que Isaac Newton sintetizó magistralmente las ideas que sobre el movimiento expresaron otros pensadores, desarrollando además las suyas, algunas de ellas completamente originales. Con la publicación de los *Philosophia naturalis principia mathematica* (Principios matemáticos de filosofía natural), estableció el fundamento de la Mecánica como ciencia exacta y las bases de la física moderna. El libro III de esa importante obra científica, titulado *El Sistema del Mundo*⁷, le sirvió a Newton para explicar por primera vez en forma completa el movimiento global, esto es, el movimiento de cualquier cuerpo del Universo. Para ello recurrió a un conjunto único de leyes físicas, que como característica fundamental tenían la de su validez universal. Con su aplicación se pudo entender lo mismo el movimiento de los proyectiles, que el de los planetas, sus satélites o los cometas, así como las causas de las mareas, la forma y el giro de la Tierra, o bien la caída de los cuerpos y el comportamiento de los fluidos. Todo esto y más lo logró solamente aplicando las Tres Leyes del Movimiento, ahora conocidas como las Tres Leyes de Newton, y con la Ley de Gravitación Universal, que establece una forma operativa de determinar la acción o fuerza que dos objetos cualesquiera del Universo ejercen mutuamente por el hecho de tener masa.

Newton encontró que todos los objetos materiales se atraen unos a otros con una fuerza que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. El valor científico de este descubrimiento fue enorme, pues al quedar los fenómenos físicos más importantes del universo observable sujetos a un solo conjunto de leyes, se demostró que la física terrestre y la física celeste son una misma cosa, terminando con ello de manera definitiva con la equivocada interpretación aristotélica que había dominado por más de dos mil años, abriendo por ello la posibilidad real del estudio científico de todo el universo. El concepto de gravitación tal y como lo expresó Newton logró resolver en forma definitiva problemas tan importantes como el del significado físico de las tres leyes que Kepler encontró para el movimiento de los planetas, así como entender el intrincado problema del origen de las mareas y dar cuenta de la hasta entonces inexplicable observación hecha por Galileo de que el movimiento de un objeto en caída libre es independiente de su peso. A pesar de todos sus logros, muchos pensadores no aceptaron esta ley, pues sobre todo los filósofos cuestionaron la acción a distancia ejercida por dos cuerpos sin que para ello existiera una conexión directa o soporte material. Este no fue el caso de Kant, quien vio en la Ley de Gravitación Universal la solución al problema del origen de los cuerpos cósmicos.

⁷ Ver la edición española que se registra en la bibliografía

LA ASTRONOMÍA DE KANT

Al comienzo mismo del *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* Kant indica que para entenderlo, será necesario comprender los principios fundamentales de la filosofía newtoniana y saber cuál es el arreglo de las estrellas fijas, derivado del estudio de la Vía Láctea, pues su similitud con el Sistema Planetario permitirá entender la formación de éste y la existencia de muchos otros. Posteriormente en el prefacio fija su posición respecto a este tipo de estudios, rehusando las posturas religiosas al mismo tiempo que discute los motivos de su interés en el problema y hace notar que sus ideas acerca del origen del Universo son filosóficamente similares a las de Lucrecio y sus antecesores Epicuro, Leucipo y Demócrito. Señala que:

Si la estructura planetaria, con todo su orden y belleza es solamente un efecto de las leyes de movimiento de la materia, si los mecanismos ocultos de las fuerzas de la naturaleza son capaces de evolucionar por si mismos a partir del caos hasta alcanzar la perfección, entonces la prueba de la existencia de un autor primordial divino, que nosotros derivamos de una mirada a la belleza de la estructura cósmica, es completamente desacreditada. La Naturaleza es autosuficiente y el papel divino es innecesario. Epicuro vive nuevamente en medio de la Cristiandad y los pasos de una filosofía profana sobre la fe, emite una brillante luz que la ilumina.

El problema específico que Kant busca resolver en el *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*, es hallar el origen del Sistema Planetario y la manera en que se forman los cuerpos celestes y entender las causas de sus movimientos y aunque para ello utiliza las teorías mecanicistas newtonianas, reconoce que éstas son incapaces de ayudarnos a comprender el desarrollo de una simple planta o el de una oruga.

Acepta que sus ideas sobre las estrellas fijas han sufrido la influencia del trabajo de Thomas Wright, pues de su lectura pudo visualizarlas no como un sistema disperso y confuso sin regla alguna que lo sujetara, sino como un conglomerado algo parecido al Sistema Planetario. Kant establece que igual que los planetas se localizan todos muy cerca de un plano común, las estrellas fijas están relacionadas, tanto como es posible, con un plano imaginario trazado a través de la bóveda celeste, siendo la Vía Láctea la acumulación estelar de mayor densidad de ese plano. Me he convencido, dice, que debido a que esa zona es iluminada por un número infinito de soles está estructurada en forma precisa como un círculo máximo y nuestro Sol debería estar localizado muy cerca de ese gran plano de interconexión.

Wright escribió varios trabajos intentando explicar la estructura cósmica. En 1750 apareció su *An Original Theory or New Hypothesis of the Universe*, un resumen de la cual sirvió para que Kant conociera las ideas de ese inglés. En esa obra Wright afirmaba que las estrellas fijas, entre las que consideró al Sol y por tanto al Sistema Planetario, estaban contenidas por un delgado cascarón esférico. Explicó que observando hacia afuera o hacia adentro de él se verían pocas estrellas, pero si la observación se realizaba mirando en dirección paralela al plano de la tangente a ese cascarón, entonces se vería una gran cantidad de estrellas. El autor de este modelo cósmico no escapó a las consideraciones religiosas, ya que identificó el centro del Universo con el lugar ocupado por la divinidad, de la que irradiaba todo. Aunque Kant tomó algunas ideas de Wright, eliminó la presencia de un ser divino en su propia explicación.

Kant afirmó haber ido más lejos que el modelo de Wright, pues no se ha quedado solamente en el terreno de las especulaciones filosóficas, sino que ha tomado en cuenta datos observacionales como la existencia de las "nebulosas de estrellas" que Maupertuis consideró en sus investigaciones ya mencionadas. Sobre la forma de esos objetos dijo estar convencido que tales cuerpos celestes son solamente acumulaciones de estrellas fijas. Consecuente con sus ideas sobre la estructura cósmica, sostuvo que éstas en realidad estarían moviéndose unas respecto de otras, aceptando por ello la existencia de los llamados movimientos propios⁸, que no serían reflejo o consecuencia de ninguno de los que tiene la Tierra, que por la gran lejanía a que se hallan las estrellas de nosotros son imperceptibles sin los instrumentos apropiados. En aquel momento medir esas desplazamientos era un problema de frontera, por lo que algunos de los mejores observadores estaban tratando de medir esos desplazamientos, que en efecto son muy pequeños a causa de las enormes distancias que nos separan incluso de las estrellas más cercanas. James Bradley, que es citado por Kant en un largo comentario, encontró que el desplazamiento de la posición de una estrella en la bóveda celeste, se debe a un efecto combinado de la velocidad orbital terrestre y de la que tiene la luz proveniente del astro en cuestión⁹, que aunque resulta muy grande es finita. La postura del filósofo de Königsberg respecto de este problema muestra que estaba al tanto de las investigaciones, incluso las meramente observacionales, desarrolladas por los principales astrónomos de su época.

LA FORMACIÓN DEL SISTEMA SOLAR

Partiendo de datos observacionales ya entonces bien establecidos sobre el Sol y los cuerpos que lo orbitan, como son la existencia de seis planetas girando en forma periódica en torno a éste¹⁰, tres de los cuales a su vez son orbitados por satélites¹¹, el que todos los planetas se desplazan alrededor del Sol en la misma dirección en que él gira sobre su eje de rotación y el que todos ellos se encuentren contenidos aproximadamente en el mismo plano, llevó a Kant a explicar el origen de Sistema Solar considerando la existencia de un caos original, formado por átomos o partículas materiales, dispersas por todo el espacio infinito. El estado dinámico de ese caos primordial era inestable, razón por la que bajo la acción de las fuerzas de la Naturaleza, las partículas de mayor densidad fueron atrayendo a las más ligeras, originando el movimiento mismo. Según este pensador nuestro sistema comenzó siendo una nebulosa amorfa muy extendida, que a causa de aquella inestabilidad empezó a rotar y a contraerse bajo la acción de la fuerza gravitacional ocasionada por las partículas materiales que la constituían, proceso que la condujo a formar un disco aplanado de aspecto lenticular, de donde por sucesivas contracciones llegaron a formarse el Sol y los planetas. Los satélites planetarios también siguieron este proceso de formación, siendo producto de la atracción gravitacional de los planetas que los poseen, los que por tener una masa menor, solamente ejercieron su influencia en una zona del sistema más pequeña.

La distribución espacial observada de los planetas la explica en términos de diferencias de densidad de las partículas primigenias que formaban la nebulosa que les dio origen, ya que dice que por la acción de la fuerza gravitacional causada por el Sol, las más pesadas (masivas) cayeron a mayor profundidad, quedando más cercanas a éste, lo que ocasionó que los planetas interiores tengan mayor densidad que los exteriores¹².

⁸ Son desplazamientos verdaderos que describen las estrellas en el espacio tridimensional.

⁹ Este fenómeno se conoce como "aberración de la luz".

¹⁰ Cuando Kant publicó este trabajo aún no había sido descubierto Urano.

¹¹ La Tierra cuyo satélite es la Luna, Júpiter con los cuatro satélites galileanos que en esas fechas eran los únicos que se le conocían y Saturno con cinco.

¹² Por su posición en el Sistema Solar, son planetas interiores Mercurio, Venus, la Tierra y Marte, mientras que los exteriores conocidos en la época de Kant, eran Júpiter y Saturno.

Según Kant las órbitas elípticas que describen los planetas en su viaje alrededor del Sol resultan de la acción combinada y permanente de dos fuerzas: la fuerza proyectiva y la fuerza de atracción gravitacional. Explica que el movimiento surge cuando estas dos fuerzas actuando sobre dos cuerpos cualesquiera se igualan, entonces uno de ellos, siguiendo la trayectoria de menor resistencia, comienza a orbitar alrededor del otro. Aquí es importante hacer notar que la cosmología kantiana en verdad es cualitativa, pues no dio ninguna fórmula ni enunció la ley que permitiera determinar esa fuerza proyectiva que, en términos de sus planteamientos, evidentemente tenía que ser de carácter repulsivo.

Por lo que respecta a su interpretación de la fuerza de gravedad, Kant sigue en todo la idea newtoniana y acepta que varía con el inverso del cuadrado de la distancia. Afirma que el Sol no está restringido a ejercer su acción gravitacional en la reducida región del espacio que ocupa el sistema planetario, sino que ésta se extiende a distancias infinitas. Para apoyar su afirmación dice que los cometas que llegan a viajar más allá de la órbita de Saturno, el planeta más alejando hasta entonces conocido, son forzados a regresar a las cercanías del Sol por la atracción gravitacional que éste ejerce sobre esas masas cometarias.

Kant llevó todavía más lejos sus ideas sobre el papel que juega la fuerza gravitacional en la Naturaleza, pues usándola no solamente se ocupó de la formación misma del Sistema Planetario, sino que atacó otros interesantes aspectos de los cuerpos que lo forman. Tal fue el caso del estudio que hizo sobre el origen de la Luna y del movimiento de rotación de los planetas, o del porqué de la existencia de los anillos de Saturno o de lo que causa la Luz Zodiacal. Afirmó la posible existencia de otros planetas más allá de la órbita ocupada por este último, e incluso discutió la existencia de seres vivos en otros planetas.

EL UNIVERSO KANTIANO

Kant consideró que el proceso que dio origen al Sol y a sus planetas, por ser consecuencia de leyes físicas de validez universal, debió tener lugar en todo el cosmos. Afirmó que todas las estrellas fijas que el ojo puede descubrir en el gran nicho que es el Cielo, son soles y puntos centrales de sistemas similares al solar. Dijo nuestro filósofo que como sabemos que éstos forman a la Vía Láctea, en la inmensidad del Universo deben existir muchos gigantescos sistemas como ella, que debido a las enormes distancias a las que se encuentran, serán vistos como estructuras difusas de forma elíptica, tal como las *Nebulae* que entonces se estaban descubriendo.

Al final de su trabajo¹³ Kant explica de manera detallada cómo es que las estrellas llegan a ser cuerpos brillantes y calientes. Dice:

Con el objeto de entender porqué en el desarrollo de un sistema planetario el cuerpo que ocupa la posición central y que es el origen de la potencia atractiva debe ser flamígero y abrasador, mientras que los otros que se hallan sujetos a su esfera de acción resultan ser mundos oscuros y fríos, solamente debemos recordar cómo se produce un sistema planetario. En el enorme espacio en que se encuentran dispersos los materiales elementales básicos, los planetas y los cometas son contruidos únicamente por aquel material que en su caída hacia el centro sistémico ocasionada por la acción de la gravedad, encuentra el equilibrio preciso alcanzando en su movimiento la velocidad orbital requerida para comenzar a moverse en torno al cuerpo central, lo que sucede por la interacción colectiva de las partículas. Sin embargo ese material es la parte menor de la materia que se mueve hacia el centro, pues es solamente el de las variedades más densas. Pero en esa mezcla existen partículas ligeras del tipo del material que pueden permanecer suspendidas, debido a su insuficiencia de momento orbital, caerán colectivamente hasta el centro, pero estas partículas ligeras y altamente volátiles son también las más eficientes para mantener el fuego, así que al reunirse en el punto central formarán una esfera flamígera, o sea un sol. Por contraste los átomos pesados e inertes, que son combustible muy pobre, forman a los planetas.

¹³ Parte 2. Suplemento a la Séptima Sección.

Para apoyar la idea anterior, Kant hizo notar que esa es la razón por la que el Sol tiene una densidad al menos cuatro veces menor que la de la Tierra.

Un problema de su cosmología, del cual Kant tuvo conciencia fue el referente al colapso gravitacional, al que atacó con la siguiente explicación. Puesto que la fuerza gravitatoria atractiva es la que obligó a formarse al Sol y sus planetas, y ya que es la misma que ha dado origen a las estrellas fijas, pues actúa entre todas ellas de igual forma que en el Sistema Solar, su inmenso número las está obligando a juntarse por acción gravitacional atractiva, por lo que todo el Universo se encuentra en una situación en la que al paso del tiempo, formará un agregado continuo o gran bola masiva. Para evitar que ello suceda, Kant aceptó la existencia de otras fuerzas de la Naturaleza que se manifiestan especialmente cuando la materia se ha diluido en finas partículas, que evitan ese colapso pues son repulsivas y empujan en dirección contraria a la gravedad. Son esas fuerzas las que evitan que los cuerpos celestes o el Universo en su totalidad se colapsen en un punto masivo del espacio, y combinadas con la atractiva ocasionan previenen la catástrofe cósmica. Como ya se mencionó, nuestro personaje en ninguna parte de su amplia discusión dio prueba alguna de la existencia física de esas fuerzas repulsivas, ni enunció ninguna ley que pudiera utilizarse para calcularlas.

Sin duda el universo kantiano es dinámico, además de tener un tamaño inmensurable y una multiplicidad infinita de astros. En su esquema cosmológico los objetos celestes se encuentran evolucionando, ya que primeramente se forman por contracción debido a la acción de la fuerza gravitacional, para luego calentarse y posteriormente destruirse, dando entonces lugar a la aparición de materia más fina con la que se inicia un nuevo ciclo.

COMENTARIO FINAL

Sin duda el esfuerzo desarrollado por Kant para explicar el origen de los cuerpos cósmicos y del universo mismo, sentó precedentes que habrían de seguir los futuros cosmólogos, no siendo el menor el que hizo para llevar los estudios de ese campo fuera de la esfera de influencia religiosa. En efecto, Kant buscó explicar la formación del Sistema Solar y de las estrellas usando leyes físicas y sin considerar presencias divinas, lo que en su época fue toda una novedad.

Aunque pocos años después Laplace demostró que el modelo cosmológico de Kant tenía serias fallas desde el punto de vista de la mecánica newtoniana, pues cuando aquel lo sometió a un riguroso exámen matemático mostró que los procesos físicos que el pensador de Koenisberg había imaginado no podían ocurrir como él lo había afirmado, serviría para dar origen posteriormente a la Hipótesis Nebular de Kant-Laplace, que después de las adecuaciones pertinentes causadas por los nuevos descubrimientos astrofísicos, ha servido para explicar el origen del Sistema Solar, sin embargo la complejidad de este problema es tanta, que aún ahora no están resueltos todos los puntos.

Concluiremos esta breve reseña indicando que en el *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*, Kant insistió que la perfección del mecanismo en términos del que era posible el desarrollo del Universo, garantizaba que no era el simple producto de un accidente al azar.

BIBLIOGRAFÍA

- Galileo Galilei. *El Mensajero de los Astros*. Basal Editores, S. A. Morelia, Mich. 1978.
Galileo Galilei. *La gaceta sideral*. CONACULTA. México, 1994.
Kenneth Glyn Jones. *The Search for the Nebulae*. The Burlington Press, Foxton, Cambridge, 1975.
Moreno Corral Marco A. *La morada cósmica del hombre*. Fondo de Cultura Económica. México, 1997.
Newton Isaac. *Principios matemáticos de filosofía natural*. T. II. Alianza Universidad. Madrid, 1987.