



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

**CONSECUENCIAS ONTOLÓGICAS DE LA
COSMOLOGÍA CONTEMPORÁNEA**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRÍA EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

PRESENTA
MANUEL ARTURO GUDIÑO DÍAZ

DIRECTOR DE TESIS
DR. LUIS FERNANDO DE LA PEÑA AUERBACH
POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., Junio, 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

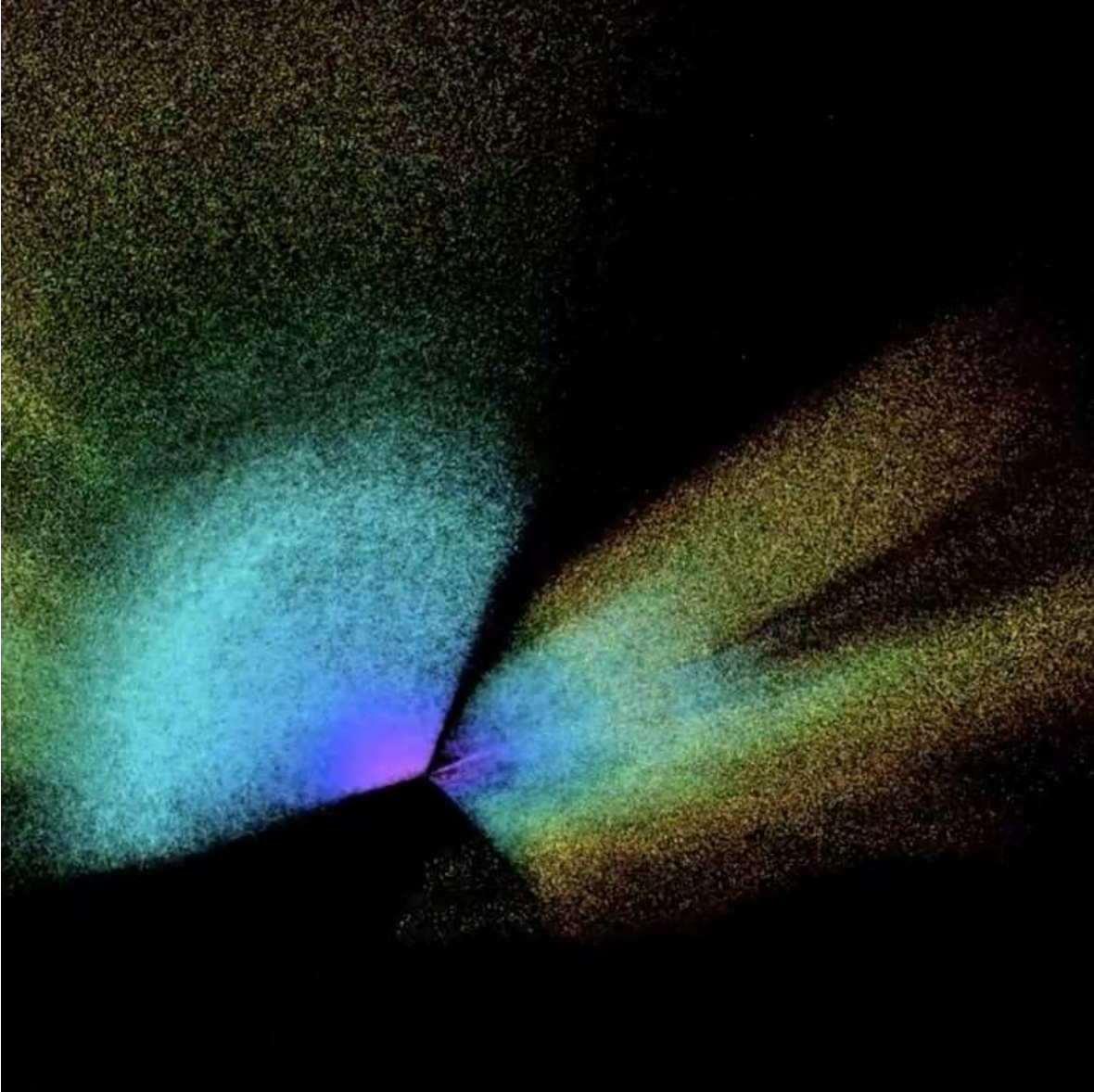


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



A mi hijo Emiliano,
deseándole mucho éxito
en esta nueva etapa de su desarrollo profesional

A la memoria de mi querido amigo Octavio†
y su hija Ana Cristina†

Con profundo agradecimiento
a mis asesores, los doctores:
Luis de la Peña
Octavio Valenzuela
Fernanda Samaniego
Juan Felipe Guevara
Así como a Jorge Alcázar Bravo

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO UNO: ¿ES POSIBLE EXPRESAR CONCEPTOS COSMOLÓGICOS DESDE LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA? .	4
CAPÍTULO DOS: EL MOBILIARIO DEL COSMOS	22
CAPÍTULO TRES: EL SER DEL COSMOS	40
CONCLUSIONES	57
ANEXO UNO: ONTOLOGÍA COSMOLÓGICA CLÁSICA .	61
ANEXO DOS: POSTULADOS FILOSÓFICOS DE LA COSMOLOGÍA CONTEMPORÁNEA	64
BIBLIOGRAFÍA	66

INTRODUCCIÓN

El propósito de esta tesis es responder, a través de sus tres capítulos, a la pregunta de si es posible encontrar un vínculo entre la filosofía de la ciencia en general, y la ontología como rama de la filosofía en particular, con el estado actual de la cosmología. Este tema tiene una relación directa con el objetivo de la filosofía de la cosmología, el cual consiste en hacer una contribución conjunta, tanto para los fundamentos conceptuales de la cosmología, como para la contemplación filosófica del universo como **una totalidad**. Con base en esto, la hipótesis que me propongo plantear es la siguiente: es posible recuperar y resaltar el vínculo entre la cosmología contemporánea y la filosofía a través de los modelos de explicación de la filosofía de la ciencia, con la estructura conceptual del Mobiliario del Mundo, para hallar una caracterización ontológica del Universo. Por un acuerdo con mi tutor de tesis, no llevaré a cabo una revisión histórica de a la relación entre cosmología y filosofía. Esto, debido a una abundancia de trabajos en ese sentido, sin dejar de reconocer desde luego que, citando a Kant, "la filosofía de la ciencia sin la historia de la ciencia es vacía; la historia de la ciencia sin la filosofía de la ciencia es ciega".

Una de mis estrategias al enfatizar los compromisos ontológicos de la cosmología actual es hacer referencia a los enfoques de la cosmología clásica. Sin embargo, antes de ello y como tema a discutir, sigo una metodología mediante la que, en el **primer capítulo**, propongo un vínculo epistémico entre los modelos de explicación de la filosofía de la ciencia directamente con teorías concretas de la cosmología contemporánea, algunas de las cuales tienen una vigencia actual incuestionable; por ejemplo, la relacionada con la radiación del fondo cósmico de microondas o también la relativa al principio cosmológico.

La parte adicional de esta metodología consiste en hacer coincidir, en el **segundo capítulo**, una estructura conceptual ontológica conocida como Mobiliario del Mundo con los diversos objetos y fenómenos del Universo. De esta manera me propongo enunciar los objetos del Universo de acuerdo a la nomenclatura ontológica y los conceptos descritos en dos textos utilizados para este fin: *El mobiliario del mundo* de Guillermo Hurtado y Oscar Nudler (compiladores) y *Objetos ideales y entes metafísicos* en la obra de José Gaos escrito por Carlos Llano Cifuentes. Cabe mencionar que el primer texto es una compilación de ensayos cuyo hilo conductor proviene de la conceptualización del mundo como una **casa** a

definir ontológicamente, por lo cual los objetos y fenómenos en ella contenida son como su **mobiliario**. En su momento, haremos una referencia a ensayos específicos de dicha compilación, pero primordialmente, en el segundo capítulo de esta tesis nos propondremos definir lo que denominamos el **mobiliario del cosmos**.

En cuanto a la conveniencia de utilizar la estructura ontológica sugerida por José Gaos, ella propone abarcar toda clasificación de objetos asumida tradicionalmente por la filosofía. Es decir, en la propuesta de Gaos caben tanto las ideas platónicas o el fuego de Heráclito, como el átomo de Demócrito o las cuestiones de hecho, planteadas por David Hume, que son proposiciones que proceden de la experiencia. Adicionalmente, la estructura ontológica de Gaos es completa y sencilla a la vez, lo que facilita mi propósito de abarcar (como ya veremos) todos los fenómenos del Universo y de la filosofía en un inventario de tan sólo cinco componentes.

Es importante anotar que la enunciación de los objetos del cosmos a través de estos dos sustentos metodológicos no va en detrimento de la verdad lógica o empírica de los objetos descritos, ni de las teorías científicas que los sustentan. Ello constituye, en particular, una estructura conceptual que tiene en cuenta que la ontología es el **estudio del Ser** y sus formas. Así pues, si el estudio del cosmos y sus formas se caracteriza aquí por el mobiliario correspondiente, entonces el Universo es la casa y sus objetos (estrellas, galaxias, cúmulos, etc.) serían los muebles contenidos en su interior. En cuanto a las teorías involucradas en la denominación de esos objetos físicos, ellas se caracterizan en el mobiliario del mundo junto con otros “objetos ideales” (números, figuras geométricas, ecuaciones), relacionados por supuesto con fenómenos físicos observados con o sin instrumentos técnicos.

El **tercero** y último **capítulo** de esta tesis plantea como reto el tratar de describir al cosmos como si fuera la casa que contiene al antedicho mobiliario. Tal y como lo anotaré en el capítulo dos, la casa está en movimiento, sin embargo, ello no impide que procuremos realizar una conceptualización ontológica del Universo que satisfaga, tanto a filósofos como a cosmólogos. Curiosamente, el primer indicio de esta conceptualización ontológica la encontramos en algunos libros de astronomía que describen al Universo como “todo lo que existe –toda la materia, energía, tiempo y espacio– y cuya escala es bastante alucinante [puesto que] casi todo lo que incluye es parte de algo más grande”¹. Esta descripción del

¹ Ina Stradnis et al. Edit., *The Stars*, Dorling Kindersley Books, Penguin Random House, New York, 2016, p. 12.

cosmos podría empatar con los fenómenos y objetos descritos en el capítulo dos, en tanto que todos ellos son una manifestación de la materia, energía, tiempo y espacio.

Como lo iré enfatizando a lo largo de este texto, la descripción del Universo puede recurrir tanto al **lenguaje** científico como al filosófico. Este, me parece, no es un esfuerzo aislado, ya que otros autores apuntan también que, a partir del mundo clásico helénico, la física es la ciencia que presenta un número mayor de cuestiones fronterizas con la filosofía; y, “dentro de la física, especialmente las teorías del espacio y del tiempo, las teorías de partículas fundamentales y la cosmología”². Empero, cabe apuntar, en la actualidad hay una vinculación de muchas disciplinas con la filosofía; por ejemplo, con la ecología, la medicina, los estudios de la mente, o con la literatura a través de la teoría literaria. Y si bien no hay compromisos abiertamente ontológicos por parte de todos los cosmólogos, sí pudiera hallarse una correspondencia con el logos tan anhelado por los clásicos griegos en la manera en que los astrónomos plantean sus postulados.

A lo largo de este texto y, conforme vayan desarrollándose las ideas correspondientes a cada capítulo, voy a ir proponiendo algunos **postulados** cosmológico-filosóficos. Dichos postulados pueden verse como puntos de contacto específicos que vinculan a las ciencias naturales y a las humanidades, en concreto, a la cosmología con la filosofía. Al igual que lo haré con los capítulos, los postulados propuestos se irán organizando conforme a los temas globales aquí descritos; es decir, los modelos de explicación de la filosofía de la ciencia, el mobiliario del cosmos y la caracterización ontológica del Universo.

Finalmente, para apoyar el propósito de esta tesis, vale la pena mencionar que la cosmología ha sido un campo fructífero de interacción entre filosofía y física. Baste recordar que la propia física se conocía como filosofía natural hasta mediados del siglo XIX. Sin embargo, hay que admitir que la cosmología ha perdido un poco el contacto con sus orígenes filosóficos y se ha inclinado visiblemente hacia el campo de la ciencia. Por lo tanto, se puede ver que la abrumadora mayoría de los textos relativos a la filosofía de la cosmología tienen como objetivo acercar los avances en cosmología científica al público en general. Por su parte, esta tesis tiene como objetivo expresar dichos avances en la cosmología con un lenguaje filosófico.

² Francisco J. Soler, “Temas filosóficos de la cosmología” en *La cosmología en el siglo XXI: entre la física y la filosofía*, Publicacions URV, edición a cargo de Manuel Sanromà, Tarragona, 2011, p. 195.

CAPÍTULO UNO: ¿ES POSIBLE EXPRESAR CONCEPTOS COSMOLÓGICOS DESDE LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA?

*“La astronomía teórica, por ejemplo,
la explicada de acuerdo con las leyes de Newton,
representa al mundo inteligible”*

Immanuel Kant ³

El presente capítulo tiene como propósito demostrar que los temas de la filosofía y, en particular, los de la filosofía de la ciencia pueden compartir conceptos y hacer una aportación pertinente al fortalecimiento teórico de la cosmología. Para tal efecto, mi punto de arranque es demostrar la correlación epistémica que puede darse entre los modelos de explicación de la filosofía de la ciencia con el avance que se ha dado en la cosmología hasta nuestros días. Una vez revisados estos modelos, me concentro posteriormente en la visión pluralista de la explicación, tomando como referencia a la filosofía kantiana en relación con la cosmología newtoniana. Para cerrar este capítulo, expongo una posible vinculación entre los enfoques pluralistas con el avance que se ha dado en la cosmología hasta nuestros días.

Se trata, pues, de hallar una convergencia conceptual entre la filosofía de la ciencia con temas cosmológicos de actualidad, como son, entre otros: las dimensiones espacio temporales, la causalidad, la teoría general de la relatividad y, por supuesto, el asunto tan vigente de la materia y la energía oscuras. Cabe mencionar que en los siguientes tres capítulos también serán abordados aspectos adicionales de la filosofía, aunque enfocados a los temas del mobiliario del cosmos, la ontología cosmológica y, finalmente, un encuentro con el pensamiento clásico de Heráclito.

I. Los modelos de explicación de la filosofía de la ciencia aplicados a la cosmología

Las referencias a los modelos de explicación de la ciencia presentados en este primer apartado provienen principalmente de dos fuentes: el libro *Four Decades of Scientific*

³ Immanuel Kant, *Crítica de la razón pura*, Editorial Taurus, México, 2013, p. 274.

Explanation del filósofo de la ciencia Wesley Salmon y el texto denominado “Scientific Explanation” de James Woodward, el cual es una aportación a la Stanford Encyclopedia of Philosophy. En estos dos documentos se delinear los aspectos principales de los modelos de explicación: el nomológico deductivo, el de inferencia estadística, el de relevancia estadística, el causal mecánico, el pluralista y el unificacionista.

Empezando con el modelo denominado nomológico deductivo (**ND**) mi propuesta es que la mejor forma de ejemplificarlo, de una forma sucinta, es mediante la comparación entre las leyes de Newton y la teoría general de la relatividad. De acuerdo con el filósofo Carl Hempel, la explicación en el ND “debe ser un argumento deductivo válido, en cuyas premisas debe haber por lo menos una ley universal de la que se derive la conclusión”⁴. Pues bien, la ley de gravitación universal de Newton se apegó al ND como una explicación certera a eventos astronómicos diversos, en particular los más fácilmente observables en nuestro sistema solar. Es decir, si tomamos ley de gravitación newtoniana ($F = G m_1 m_2 / r^2$) como un argumento deductivo válido, a partir de él podemos inferir el cálculo dinámico de los cuerpos celestes.

El modelo ND newtoniano fue revisado cuando Einstein propuso una nueva ecuación para la gravitación ($G_{\mu\nu} = (8\pi G/c^4) \times T_{\mu\nu}$) que relaciona el tensor de momento energía $T_{\mu\nu}$ con el tensor de curvatura $G_{\mu\nu}$ y en la que, aun cumpliendo las condiciones observacionales necesarias, la trayectoria del haz de luz de una estrella lejana no se apega al ND de Newton. Las condiciones observacionales newtonianas son necesarias, pero no suficientes, pues hay que añadirles el pragmatismo en la demostración de resultados de la explicación relativista. Cabe anotar que, no obstante que las ecuaciones relativistas constituyen un nuevo modelo ND, éste no quedaría exento de posteriores revisiones que pudieran actualizarlo.

Los dos siguientes modelos son el inductivo estadístico y el de relevancia estadística, siendo el primero de carácter frecuentista y el segundo de índole bayesiano. Es así que el modelo inductivo estadístico (**IE**) se presenta como un esquema epistémico inferencial en el que la evidencia estadística nos ayuda a predecir eventos futuros. Para hacer una inducción en este modelo se requiere “una alta probabilidad inductiva, dado el explanans”⁵, es decir, si argumentamos que al menos el 90% de A son B, es porque hemos acopiado una muy buena cantidad de observaciones para sustentarlo. En el caso de la cosmología, el IE puede aplicarse

⁴ Wesley Salmon, *Four Decades of Scientific Explanation*, University of Pittsburgh Press, 1990, p. 12.

⁵ *Four Decades of Scientific Explanation*, p. 53.

a la abundancia estadística de neutrinos en el universo. Es decir, luego de observar diversas regiones del cosmos, podemos concluir que esta partícula subatómica se presenta en abundancia. Sin embargo, el mismo modelo IE recomienda aplicar el principio de evidencia total, por medio del cual las inferencias se van complementando con nuevas y variadas observaciones. En el caso del cosmos, estas observaciones están muy lejos de ser consideradas completas. Significa que, al menos teóricamente, podría haber una región del cosmos en donde los neutrinos no sean tan abundantes como hasta ahora lo han demostrado las estadísticas.

El modelo de relevancia estadística (**RE**) establece que las explicaciones no son argumentos y, más bien, son las propiedades o relaciones estadísticamente relevantes las que explican los hechos, mientras que la información trivial no es útil para la explicación. En este sentido, y a diferencia del IE, explicar “involucra una comparación estadística entre dos valores de probabilidad”⁶ haciendo una diferencia entre múltiples causas. Como cada causa representa una diferencia, las explicaciones dejan de ser inferenciales. Usando un ejemplo de astrofísica con el fin de aplicar estas relaciones estadísticamente relevantes, hoy se sabe que hay varios períodos en el índice de las manchas solares (número de Wolf) y el más importante tiene 11 años de duración media. Este período también se observa en la mayoría de las otras expresiones de la actividad solar y se une profundamente a una variación en el campo magnético solar que cambia la polaridad con esta periodicidad. Estadísticamente, el número de manchas solares sigue un ciclo de unos 11 años, al final del cual la polaridad de las manchas del Sol se invierte, pasando de norte-sur a sur-norte. Así pues, el periodo magnético del Sol es de 22 años. Es, pues, la relevancia estadística primordialmente y sin acudir a argumentos del tipo ND la que nos ayuda a explicar estos hechos.

El modelo causal mecánico (**CM**) ayuda a configurar explicaciones causales basadas en procesos físicos que transmiten energía. Es también “un intento por capturar ese ‘algo más’ involucrado en las relaciones causales, más allá de hechos con relevancia estadística”⁷. El CM es un modelo de conservación de cantidades. Significa que en una concepción causal y mecanicista se asume la conservación de la materia, la energía, el momento angular, etcétera. Desde luego que este modelo de explicación nos lleva a aludir, en primera instancia, a la ley

⁶ *Four Decades of Scientific Explanation*, p. 63.

⁷ James Woodward, *Scientific Explanation*, The Stanford Encyclopedia of Philosophy, p 353.

de conservación de la materia establecida por Lavoisier debido a la cual en un sistema cerrado la cantidad total de materia permanece constante.

Cabe destacar que, en el caso de los contrafácticos (i.e., todo acontecimiento o toda situación que no ha sucedido en el universo actualmente observable por la investigación humana, pero que puede llegar a ocurrir), éstos implicarían las condiciones necesarias y suficientes que deben cumplirse para refutar una ley del tipo CM. Para el ejemplo que nos ocupa, Albert Einstein demostró que la ley de Lavoisier, aunque cumple con el modelo causal mecánico, no es estrictamente cierta. Según su teoría de la relatividad, el universo es un sistema dinámico en donde la masa y la energía son equivalentes y están relacionadas por la velocidad de la luz. Es decir, la energía es una forma del movimiento y el movimiento es una propiedad de la materia. En determinadas condiciones, la masa puede transformarse en energía, y viceversa, de acuerdo a la equivalencia $E = mc^2$. Esto nos lleva a otra ley de conservación de la materia y la energía: un nuevo modelo CM.

Ahora bien, incluso esta propuesta CM de Einstein ha encontrado recientemente sus propias observaciones actualizadas, que por cierto no llegan a ser contrafácticos. En una discusión liderada por el científico Sean Carroll se enfatiza que, cuando está cambiando el espacio a través del que las partículas se mueven, no se conserva la energía total de dichas partículas. Según Carroll, esta observación aplicada a la ley de la conservación de la materia y la energía nos lleva a pensar que “la energía se conserva de acuerdo a la relatividad general, sólo que hay que incluir la energía del campo gravitacional junto con la energía de la materia y su radiación asociada, así como las transformaciones sucesivas”⁸. Es decir, aunque la energía total de las partículas no se conserve, sigue cumpliéndose la ley de conservación de la energía total.

Dejaremos el modelo unificacionista (**U**) para un apartado especial y nos ocuparemos del modelo pragmático (**P**), el cual indica que explicar depende radicalmente del **contexto**. Esto es, las observaciones nunca son desnudas, sino que nos llevan a construir modelos inspirados en nuestras propias teorías. Asimismo, las teorías pragmáticas afirman que hay un factor no teórico irreductible en toda explicación científica y esto implica “una relación tripartita entre teoría, hechos y contexto”⁹. Es obvio que esta relación siempre existe y que dicho modelo de

⁸ Sean Carroll, <https://www.preposterousuniverse.com/blog/2010/02/22/energy-is-not-conserved/>

⁹ *Four Decades of Scientific Explanation*, p. 136.

explicación va más allá de una concepción empíricamente comprobable del cosmos y podría incluir un determinismo causal al que hay que añadirle aspectos eminentemente teóricos que tiene su propia relevancia.

Un ejemplo de esta controversia es la que aporta Stephen Hawking con sus teorías cosmológicas, mismas que lo han llevado a construir modelos que aún no son empíricamente comprobables. Tal es el caso de sus multiversos y universos paralelos, conceptualmente explicables mediante complejas ecuaciones matemáticas, pero que de momento no son verificables mediante ningún instrumento existente. Es decir, el modelo pragmático de Hawking depende radicalmente de un contexto de teorización matemática, mismo que ha generado verdaderos *best sellers* en los últimos años, pero que contienen conceptos todavía alejados de la comprobación empírica.

II. El modelo Unificacionista

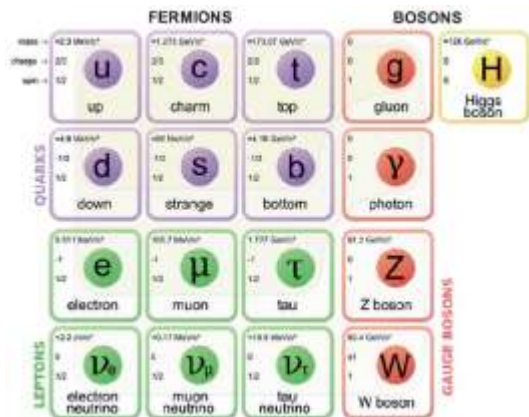
Este modelo **U** afirma que las explicaciones científicas son patrones argumentales que cuentan con mayor capacidad explicativa, en la medida que dichos patrones subsuman muchos fenómenos diversos. Es así que una buena teoría concilia hechos de dominios distintos, v. g., la mecánica newtoniana terrestre unificada con la mecánica celeste. La ventaja del unificacionismo es que pueden explicarse más hechos con menos postulados. La desventaja es que nos puede llevar al reduccionismo.

No cabe duda que en la física moderna la teoría unificacionista más famosa es la que propuso Einstein, cuanto intentó dar un tratamiento a la gravedad y el electromagnetismo mediante una teoría de campos unificada. El término de campo unificado había sido introducido previamente por Maxwell, al formular una teoría que integraba la electricidad y el magnetismo. Desafortunadamente para Einstein, fue infructuosa su búsqueda de una teoría unificada para el campo electromagnético y el campo gravitatorio. En la actualidad, lo más cercano a un modelo unificado es el modelo estándar que, además de las fuerzas fundamentales que lo integran, define a “los fermiones como las doce partículas elementales que conforman toda la materia en el universo”¹⁰. Cabe señalar que se incluyen dos tipos de fermiones: los leptones (entre los que se encuentran los electrones y los neutrinos) y los

¹⁰ John Auping, *The Cause and Evolution of the Universe*, AESOP Publications, México, 2018, p. 242.

quarks (de los que se derivan varios hadrones, entre otros, los protones y los neutrones). Y respecto a las fuerzas fundamentales, éstas son: la fuerza nuclear fuerte, responsable de la unión de los quarks para formar neutrones y protones; la fuerza nuclear débil, responsable de la radioactividad y la fuerza electromagnética, que actúa sobre las partículas cargadas eléctricamente. En cuanto a la fuerza gravitacional, ésta no se incluye en el modelo estándar, pero actúa sobre todas las partículas con masa. En este sentido, hay otro modelo que postula que hay una partícula de intercambio denominado gravitón, todavía no comprobable.

Pues bien, desde los años setenta del siglo pasado se inició una búsqueda para unificar la fuerza nuclear fuerte con la fuerza nuclear débil. En este caso la teoría unificacionista SU (5) buscaba “unificar las cinco partículas relacionadas con estas tres fuerzas, esto es, tres tipos de quarks y dos tipos de leptones, i. e., electrones y neutrinos”¹¹.



En la **actualidad**, el modelo estándar de partículas se divide en partículas de materia, llamadas fermiones, y partículas de fuerza llamadas bosones de calibre.

“Adicionalmente, hay una partícula llamada el bosón de Higgs con un valor 0 de spin, mientras que todos los fermiones tienen spin de 1/2 y de 1 para los bosones de calibre”¹².

Hasta ahora no se ha anunciado un modelo unificacionista que explique de manera incuestionable estos aspectos. Es por eso que debemos dar cabida a un pluralismo epistémico, entendido como una variedad de interpretaciones diferentes de una misma realidad o concepto. De eso nos ocuparemos enseguida, haciendo inicialmente una revisión desde la filosofía kantiana hacia el pluralismo, con un énfasis especial en el pluralismo en cuanto a la observación y la medición.

III. De Kant al pluralismo

En este apartado decidí abordar el acercamiento entre la cosmología y la filosofía a partir del pensamiento kantiano, debido a que el filósofo alemán llegó a analizar los postulados

¹¹ *The Cause and Evolution of the Universe*, p. 243-245.

¹² Delia Perlov y Alex Vilenkin, *Cosmology for the curious*, Springer Publishing, Boston, 2017, p. 205.

newtonianos respecto al espacio y al tiempo. La discusión básica proviene de la obra más famosa de Immanuel Kant, su *Crítica a la razón pura*, en la que hace un análisis profundo acerca de las condiciones epistémicas del conocer humano y su objetivo central es lograr una respuesta definitiva sobre si la metafísica puede ser considerada una ciencia. Para estructurar su respuesta, Kant hace alusión al racionalismo y al empirismo, y propone al *sujeto* como la fuente que construye el conocimiento acerca del *objeto*.

Un filósofo contemporáneo a Newton fue Locke, quien, además de su aportación del concepto de tabula rasa en favor de la experiencia como factor fundamental en la adquisición de conocimiento, hizo algunas incursiones en el campo de las ciencias naturales donde “prácticamente se limitó a rendir honores a los resultados obtenidos por el *modus operandi* de la nueva ciencia que cultivaban científicos como Boyle o Newton”.¹³ No es gratuito que Locke pusiera su confianza, tanto en los conceptos, como en el método matemático analítico desarrollado por Newton. Por cierto, dichos conceptos no estaban tampoco tan alejados de los postulados epistemológicos contenidos en la *Crítica de la razón pura* de Kant. En su momento, mencionaremos cómo es que las concepciones kantianas-newtonianas tuvieron que ser actualizadas con los hallazgos propuestos por la física cuántica y la relatividad de Einstein.

Es preciso anotar que, de acuerdo con la terminología contemporánea, el pluralismo se define como “el reconocimiento de la posibilidad de soluciones diferentes a un mismo problema o de interpretaciones diferentes de una misma realidad o concepto, o de desarrollos en el mismo campo”¹⁴. En este sentido, la pluralidad científica implica que hay una multiplicidad de perspectivas, métodos, teorías, esquemas de clasificación, modelos y preguntas de investigación para conocer el mundo. Como ya iremos detallando a lo largo de este trabajo, el pluralismo cosmológico (sincrónico) de la actualidad conviven diversas teorías, por ejemplo, una que afirma la existencia, tanto de la materia como de la energía oscura, y otra que propone un aparato teórico alternativo para prescindir de ambas. Lo mismo ocurre con la teoría de cuerdas, las del multiverso y la de universos paralelos.

Así pues, tomando como punto de partida el esquema conceptual kantiano ¿cómo es que podríamos llegar a un esquema pluralista aplicable a la cosmología? De acuerdo con Kant,

¹³ John Locke, *La conducta del entendimiento y otros ensayos póstumos*, Editorial Anthropos, Barcelona, 1992, p. XLII.

¹⁴ Nicola Abbagnano, *Diccionario de Filosofía*, Fondo de Cultura Económica, México, 2012, p. 819.

las intuiciones puras de la sensibilidad (espacio y tiempo) nos ayudan a describir el mundo mediante doce categorías y sus respectivos juicios. Intuiciones y conceptos son necesarios de manera conjunta para hablar de conocimiento. Las intuiciones por sí solas no dan lugar a ningún juicio; los conceptos por sí solos pueden dar lugar a juicios, pero no que tengan un correlato empírico. La objetividad y la universalidad se da porque todos tenemos el mismo esquema conceptual (las categorías) que constituyen el mundo. La objetividad para Kant es, pues, constituida y relativa a un sistema de conceptos y, por lo tanto, no es pluralista, dado que solamente hay un esquema de conceptos.

Si bien Kant no propone abiertamente un pluralismo, sin duda nos acerca a la cosmología de su tiempo, debido al gran aprecio que tenía por las teorías newtonianas, justamente por la cercanía que tienen con Kant en cuanto a sus concepciones del tiempo y el espacio. Para Kant, el espacio, como forma pura de la sensibilidad, “es una intuición independiente y a priori de las experiencias externas, y a su vez es condición de posibilidad de los fenómenos externos”.¹⁵ En cuanto al tiempo, también es una forma pura de la intuición sensible y, a diferencia del espacio que sólo es condición de posibilidad de los fenómenos externos, “el tiempo es una condición a priori de todo fenómeno en general y es condición inmediata de los fenómenos internos y precisamente por ello condición inmediata también de los fenómenos externos”.¹⁶ En particular, Newton presenta al tiempo con la misma característica que el espacio absoluto, a saber, que no se relaciona con nada externo.

Será la teoría de la relatividad la que nos lleve a renunciar, o al menos a cambiar, el esquema conceptual kantiano, en especial las ideas de espacio y tiempo. Reichenbach señala que dichas ideas debían relativizarse a priori, pues el a priori relativo debe renunciar a la parte que lo hace universal y necesario, quedándonos solamente con la parte que sea constitutiva a la realidad. Por otra parte, la materia del cosmos debió empezar a ser asimilada mediante otros términos, más allá de la conceptualización kantiana-newtoniana.

La certeza newtoniana se viene abajo cuando los físicos, a principios del siglo XX, comienzan a creer que un electrón puede saltar de una órbita a otra, sin apego alguno hacia la causalidad tan apreciada por Kant. Mientras que la física clásica hablaba de distribuciones continuas de energía, la física cuántica introduce saltos y cuantizaciones. Es así que cualquier

¹⁵ *Crítica de la razón pura*, p. 68.

¹⁶ *Ídem*, p. 77.

intento por describir el mundo cuántico mediante un lenguaje newtoniano, estaría destinado a la inconsistencia y la contradicción. Claro que, lo más natural del avance en el conocimiento es la necesidad del cambio. En esa época se observó un panorama pluralista, protagonizado por las discusiones kantianas-newtonianas con las relativistas y las cuánticas. Lo relevante para el presente trabajo es que esta revolución pluralista inquietó tanto a científicos como a filósofos, pues se “sabía que el problema no abarcaba sólo la física, sino también la epistemología”¹⁷.

Cabe anotar que Einstein concordaba con Kant, además de en su principio de causalidad, en su analítica de los conceptos. El físico alemán no se refería a los conceptos que descubrimos ocasionalmente por nuestra facultad cognoscitiva, carentes de un orden o unidad sistemática y que “son emparejados por simple semejanza y ordenados en series por la amplitud de su contenido, desde los simples a los más compuestos”.¹⁸ Se refería más bien a los conceptos que son buscados por el entendimiento para formular juicios, en el entendido que “jamás puede un concepto referirse inmediatamente a un objeto, sino a alguna representación de este último”.¹⁹ Bajo este supuesto, el concepto de Einstein de la energía no podía referirse al objeto inmediato, sino a su representación a través de la fórmula $E = mc^2$.

Es necesario subrayar que había algunos aspectos de la teoría kantiana con los que Einstein no estaba del todo de acuerdo. Por ejemplo, el físico relativista argüía que “no existen categorías últimas en el sentido que Kant adjudica a este término”.²⁰ Recordemos la definición que Kant ofrece de las categorías: “conceptos puros referidos a priori a objetos de la intuición general como funciones lógicas [...] que agotan el entendimiento por entero, así como también calibran su capacidad total”.²¹ Ejemplos de categorías kantianas son: unidad, pluralidad, realidad, causalidad, posibilidad, etcétera. Baste para el presente documento mencionar la discrepancia que Einstein manifestaba al respecto:

“La actitud teórica aquí defendida es distinta de la de Kant sólo en el hecho de que nosotros no concebimos las categorías como inalterables (condicionadas por la naturaleza del entendimiento) sino como libres convenciones (en sentido lógico)”.²²

¹⁷ Gerald Holton, *La imaginación científica*, FCE, México, 1985, p. 108.

¹⁸ *Crítica de la razón pura*, p. 104.

¹⁹ Ídem, p. 105.

²⁰ Albert Einstein, *Physik und Realität*, Franklin Institute Journal, Filadelfia, 1936, vol. 221, p. 270.

²¹ *Crítica de la razón pura*, p. 113.

²² Albert Einstein, “Remarks to the Essays Appearing in this Collective Volume”, en P. A. Schlipp (ed.). *Albert Einstein Philosopher-Scientist*, vol. 2, 1949, p. 669.

Lo anterior quiere decir que las categorías deberían irse adaptando a lo que vamos obteniendo de la experiencia, apoyada por supuesto con la investigación científica. Después de todo, el mismo Einstein afirmaba que “todo conocimiento de la realidad comienza en la experiencia y desemboca en ella [... pues] la experiencia es el alfa y el omega de todo nuestro conocimiento”.²³

Kant asume también que todo conocimiento inicia con la experiencia, pero no siempre se deriva de ésta. Por otra parte, el que un objeto tenga ciertas propiedades no implica que dichas propiedades no puedan después hallarse modificadas. Además del tiempo, el espacio y la causalidad, Kant asumió la geometría euclidiana como apriorística. De hecho, para Kant “las proposiciones de la geometría son conocidas sintéticamente a priori y con certeza apodíctica”.²⁴ Por otra parte, los conceptos de espacio y tiempo corresponden a nuestra relación con la naturaleza y no a la naturaleza en sí. Más aún, en la mecánica clásica “espacio y materia se consideraban en principio continuos y [esta concepción] habría que remplazarla por un enfoque esencialmente invisualizable, formalista”.²⁵ Cabe señalar que, debido a la actualización constante de nuestro conocimiento del espacio-tiempo, no podemos universalizar esto que fue un enfoque específico, probablemente provisional.

IV. El pluralismo en la observación y la medición

Además de los conceptos newtonianos y kantianos que han tenido que irse adaptando al avance de la física y la cosmología, también la visión einsteiniana de una naturaleza sin sujeto ha tenido que ser revisada. En este sentido, Einstein apoyaba la idea de una realidad que existe con absoluta independencia del sujeto, de no ser así “la física se convertiría en híbrido de física y psicología que incluiría los estados mentales y psíquicos del observador”.²⁶ La intervención de estados mentales y psíquicos pudiera ser considerada como psicologismo, término que se origina en el siglo XIX y que “designa cualquier filosofía que considere como fundamento los datos de la conciencia, es decir, de la reflexión del hombre por sí mismo”.²⁷ Cabe señalar que, en este punto, Einstein se refiere al observador de la mecánica cuántica,

²³ Albert Einstein, *On the Method of Theoretical Physics*, Clarendon Press, Oxford, 1933, p. 243.

²⁴ *Crítica de la razón pura*, p. 85.

²⁵ *La imaginación científica*, p. 120.

²⁶ Ana Rioja, “Einstein: el ideal de una ciencia sin sujeto”, *Revista de Filosofía* No. 2/87-108 (3ª época), Editorial Universidad Complutense, Madrid, 1989, p. 87.

²⁷ *Diccionario de Filosofía*, p. 874.

que es activo y es el que determina el resultado de la medición. Este observador no es, sin embargo, parte de la ontología del sistema.

Es en el mundo de la filosofía de la ciencia donde autores como Hanson se preguntan si dos sujetos, con esquemas conceptuales distintos, ven lo mismo. Ver no significa solamente el estado físico de recibir la luz, sino que se requiere también un sujeto que interprete dicho estado. Ver es interpretar y esto da lugar a una pluralidad de interpretaciones porque no hay una visión neutra. Además, la visión del científico se nutre de sus propias teorías, de tal manera que, “el poder afirmar de *qué objetos se compone el mundo* es una cuestión que tiene sentido preguntar dentro de una teoría o descripción”²⁸ Y, lo que es todavía más importante, de acuerdo con Kuhn, durante las revoluciones “los científicos ven cosas nuevas y diferentes al mirar con instrumentos familiares en lugares en los que ya habían buscado antes”²⁹.

Estas revoluciones científicas, descritas por Thomas Kuhn en el texto denominado “Las revoluciones como cambios de la concepción del mundo”, dan lugar a un pluralismo diacrónico en el que la aparición de nuevos paradigmas puede llegar a crear una nueva constelación de leyes y compromisos ontológicos, metodológicos, axiológicos y epistemológicos. Es sin duda un cambio de visión porque, como explica el mismo Kuhn, “el científico que abraza un nuevo paradigma es como el hombre que usa lentes inversores”³⁰. Desde luego que este pluralismo paradigmático puede aplicarse a la cosmología. Un ejemplo típico de esto es el cambio de visión que permitió a los astrónomos, a partir de 1781, ver a Urano como a un planeta y cuyas consecuencias tuvieron mucho mayor alcance pues “este cambio de paradigma contribuyó a preparar a los astrónomos para el acelerado descubrimiento de numerosos planetas menores o asteroides”³¹.

Esta concepción de cambio de paradigmas, como cambio de visión, choca un poco con la aspiración einsteiniana de un mundo sin sujeto (o bien, un mundo no dependiente de la visión del sujeto), lo cual se apega más al realismo metafísico que, de acuerdo con otro filósofo de la ciencia, Putnam, abarca tres puntos de vista:

²⁸ Hillary Putnam, *Reason, Truth, and History*, Cambridge University Press, 1981, p. 49.

²⁹ Thomas Kuhn, “Las revoluciones como cambios de la concepción del mundo” en *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*, recopilado por Ana Rosa Pérez Ransanz et al., Siglo XXI editores, México, 1989, p. 253.

³⁰ Thomas Kuhn, op. cit., p. 264.

³¹ Ídem, p. 258.

"[1] el mundo consiste de alguna totalidad fija de objetos independientes de la mente. [2] Hay exactamente una descripción verdadera de la 'manera en que el mundo es'. [3] La verdad involucra algún tipo de relación de correspondencia entre las palabras y los pensamientos-signos con las cosas externas"³².

Estos puntos de vista se tornan debatibles porque, como veremos más adelante, en la cosmología contemporánea existe más de una manera de describir el mundo, o, en palabras de Kuhn, un pluralismo sincrónico. Por su parte, Putnam afirma que este pluralismo puede ser consistente con el realismo y la búsqueda de la verdad, en cuanto que afirmar que un enunciado es **verdadero** significa afirmar algo acerca de la realidad. Curiosamente, esta situación podría ser bien entendida como el resultado de la tesis de la relatividad conceptual.

Además de la visión del cosmólogo como fuente de pluralismo, las observaciones y mediciones son también una fuente de divergencia. Es decir, por más empeñados que estemos en lograr la precisión absoluta, el acto de medir no va a llevarnos a aprehender la cosa en sí. La medición es una forma de representación de las cosas, tal como nos son dadas, y este proceso "no se rige por éstas en cuanto cosas en sí, sino que más bien esos objetos, en cuanto fenómenos, se rigen por nuestra forma de representación"³³. Además de la razón, necesitamos instrumentos que nos ayuden a medir las partículas que conforman el cosmos (bosones, quarks, leptones, et al.), que están propensas a la incertidumbre en el mismo acto de la medición. El hecho de medir define el objeto que se mide, ya que, al intentar recabar información respecto a una partícula, estamos interactuando con ella y por ende es susceptible de modificar sus propiedades (velocidad, posición). Siendo, pues, el observador de la mecánica cuántica un elemento propio de una cierta interpretación, al medir dichas propiedades se altera el sistema. Y así, la medición misma podría ser fuente de un pluralismo.

En la cosmología actual habrá que añadir la divergencia que puede generarse al tomar en cuenta errores en cálculos teóricos, la generación de estadísticas fallidas basadas en pocas observaciones o en muestreos reducidos, la simplificación de hipótesis, el sesgo creado por la calibración de instrumentos y, por supuesto, la **varianza cósmica**, definida por el hecho inevitable que estamos observando UNA de varias realizaciones del cosmos. Cabe señalar que mediante esta varianza se hipotiza acerca del multiverso, una mera teoría indemostrable

³² *Reason, Truth, and History*, p. 49.

³³ *Crítica de la razón pura*, p. 23.

empíricamente. Cabe resaltar que, si bien no podemos saber con absoluta certeza en qué realización cósmica estamos habitando, ello no implica que, con el desarrollo del conocimiento –así como con la confrontación que día con día se hace en las observaciones y experimentos realizados– se requiera cambiar el esquema conceptual actual por otro, por ejemplo, tener que abandonar el Big Bang.

V. El pluralismo cosmológico contemporáneo

Tal y como sugiere el filósofo de la ciencia John Dupré, la ciencia puede ser entendida ya sea en un sentido unificacionista, uno reduccionista o uno esencialista, pero a pesar de ello puede ser una empresa **realista**, aunque, según él, “el sueño de una ciencia unificada no deja de ser castillos en el aire”³⁴. De igual manera, Dupré sostiene que hay múltiples maneras de clasificar los objetos del mundo y todas pueden ser legítimas, siempre y cuando estén empíricamente fundadas. Precisamente este puede ser el punto de divergencia entre el ya mencionado modelo estándar, de fermiones y bosones, con la teoría de cuerdas. Es decir, a pesar de que en la actualidad ambas conviven en un pluralismo epistémico, la segunda está aún muy lejos de encontrarse empíricamente fundada. Ahora bien, el pluralismo ocurre en una etapa intermedia o inicial de investigación; no obstante, una vez llegándose a un consenso, pierde su presencia. Por ejemplo, no hay asomo alguno de pluralismo ni en la mecánica clásica ni en la teoría electromagnética, pero en ambas lo hubo en su momento.

La pluralidad científica implica que hay una multiplicidad de perspectivas, métodos, teorías, esquemas de clasificación, modelos y preguntas de investigación para conocer el mundo. En este punto, es pertinente mencionar un par de perspectivas que conviven en el pluralismo cosmológico (sincrónico) de la actualidad: una que afirma la existencia, tanto de la materia como de la energía oscura, y otra que propone un aparato teórico alternativo para prescindir de ambas. El concepto de materia oscura no-bariónica (toda forma de materia no constituida por bariones y leptones) fue ideado para explicar la discrepancia aparente entre la masa visible observada –que es bariónica– y la masa total calculada a partir de ciertos efectos generados por los campos gravitacionales modelados con dinámica newtonianas. Para resolver esta discrepancia se alude a una “materia oscura no bariónica que se extiende

³⁴ John Dupré, *The Disorder of Things*, Harvard University Press, 1993, p. 17.

más allá del disco visible de una galaxia [...] y que disminuye conforme uno se aleja del centro de la galaxia, lo cual puede ser inferido a partir de su luminosidad”³⁵.

De acuerdo a las observaciones empíricas, la velocidad orbital de la masa galáctica permanece constante a cierta distancia de su centro y más allá, conforme nos alejamos. “La única manera de explicar este fenómeno extraño es asumir que la masa, en lugar de gradualmente detener su crecimiento, en realidad lo incrementa linealmente hasta alcanzar un radio mayor a cierta distancia”³⁶. Esa masa invisible es la materia oscura. En un ejemplo claro de pluralismo epistemológico, existe otra teoría que indica que no hay por qué recurrir a la materia oscura, pues basta con “utilizar la relatividad general de Einstein para explicar mediante ecuaciones no lineales [que explican el dinamismo espacial] esta aparente anomalía en la rotación de las galaxias, así como en los clusters de galaxias”³⁷. Otro modelo que excluye a la materia oscura e intenta explicar satisfactoriamente las curvas de rotación observadas es el llamado MOND (*Modified Newtonian Dynamics*). Dicho modelo introduce una hipótesis ad hoc, la cual indica que la fuerza sobre una partícula no es proporcional a la aceleración para valores muy pequeños de la aceleración. Para tal efecto, sugiere sustituir la segunda ley de Newton ($F = ma$) por una expresión más general del tipo:

$$F = m\mu\left(\frac{a}{a_0}\right)a$$

donde a_0 la presentan como una nueva constante física que debe ser ajustada experimentalmente y μ es una función con propiedades asintóticas. El problema con el modelo MOND es que conlleva dificultades para explicar las inhomogeneidades presentes en el universo joven, cuya huella se puede detectar en la CMBR (radiación cósmica de fondo). Sin la materia oscura y su correspondiente atracción gravitacional, la CMBR presentaría una sola temperatura y una densidad uniforme, lo cual no se observa. Por otra parte, la modificación que postula MOND en versiones relativistas produce inhomogeneidades en conflicto con las observaciones de la CMBR. Si bien MOND tiene estos importantes retos, abre una posibilidad de gran interés, por lo que ha detonado una búsqueda por otras teorías que podrían salvar tal dificultad.

³⁵ *The Disorder of Things*, p. 96-97.

³⁶ *Ibidem*, p. 99.

³⁷ *Íd.*, p. 107.

Una controversia similar se presenta entre las teorías que apoyan y las que refutan la existencia de la energía oscura. Este concepto surgió a partir de datos observacionales de supernovas que mostraban un corrimiento al rojo (indicador de su alejamiento) que era mayor de lo esperado con respecto a la expansión desacelerada del universo. Para explicar esta discrepancia, existen teorías que “especulan acerca de una misteriosa energía oscura, una fuerza gravitacional negativa Λ , que explica que la densidad total del universo es la suma de la densidad de su masa visible más la densidad de su energía oscura”³⁸. El argumento que presentan los que, por su parte, no apoyan esta teoría está también basado en la teoría general de la relatividad, en el entendido que, en regiones de alta densidad de materia, la gravedad hace que los relojes vayan más despacio y, en cambio, vayan relativamente más rápido en lugares donde predomina el vacío. Cabe mencionar que la teoría de la relatividad establece que los campos gravitacionales no solamente curvan el espacio, sino también hacen que el tiempo vaya más despacio. Es por ello que, sin necesidad de aludir a la energía oscura, podemos explicar por qué una supernova que se está alejando a cierta distancia de nosotros, al otro lado de un gran vacío, hace su recorrido en menor tiempo con respecto al reloj del observador, “que va más lento comparado con el reloj más veloz que va montado en la supernova, o de acuerdo al reloj de velocidad promedio del universo, creando así una percepción de una aceleración reciente en la velocidad de expansión del cosmos”³⁹.

Desde luego que la manera menos controvertida de evaluar estas propuestas sería tratando de alcanzar un acuerdo sobre las **evidencias empíricas**. En este sentido, a partir de los avances que ha habido en la detección de la CMBR y en la mayor precisión al medir el llamado cuerpo negro, científicos como el astrofísico británico Joe Silk siguen apoyando la existencia de la materia oscura. Asimismo, haciendo una analogía con la liberación de humo de diferentes colores en una habitación, debido a las colisiones producidas entre las partículas de humo con las partículas de aire –las cuales son igualmente probables en todas direcciones– la heterogeneidad de colores puede borrarse muy rápidamente. Algo similar ocurre con la evolución del cosmos en sus inicios. Las altas temperaturas y la presión de radiación le transmiten movimiento y energía a los protones y electrones, borrando toda inhomogeneidad que pueda posteriormente dar paso a la estructura que observamos actualmente.

³⁸ *The Cause and Evolution of the Universe*, p. 126.

³⁹ *Ídem*, p. 127.

La presencia de la materia oscura en el cosmos proporciona gravedad extra que retrasa el proceso de borrado de tales inhomogeneidades y permite que crezcan debido a la gravedad, dando origen a las galaxias y a estructuras aún más grandes. De no existir la materia oscura, el universo presentaría una textura homogénea en su evolución térmica y de densidad. La materia bariónica preserva la heterogeneidad observada, tanto en el universo joven a través de la radiación de fondo en micro-ondas (CMBR), o alternativamente manifiesta a través de los filamentos, huecos y nudos observables en la distribución de las galaxias.

Otras evidencias en favor de la materia oscura son el exceso de curvatura o de aceleración presente en los objetos auto-gravitantes (galaxias, grupos y cúmulos). De igual manera, la necesidad de acudir a nuevas partículas como composición de la materia oscura, se origina en la abundancia, masa y energía de los neutrinos asociados por el físico soviético Yákov Zeldóvich⁴⁰ (et al.) a la propia materia oscura. Posteriormente, el astrofísico británico Simon White⁴¹ (entre otros) demostró que los neutrinos no serían suficientes para explicar la estructura del Universo a gran escala. Complementariamente, la abundancia del deuterio (átomo de hidrógeno con un protón de más) y del helio constriñen fuertemente la posibilidad de que la materia oscura estuviera compuesta de materia bariónica, difícil de detectar. La energía de enlace nuclear extremadamente débil del deuterio hace que su abundancia sea altamente sensible a la cantidad de átomos en el cosmos. Es decir, dada su baja energía de enlace, el deuterio es muy fácil de destruir en su colisión con otros átomos dando lugar como subproducto a una mayor abundancia de helio. Significa que los productos de la nucleosíntesis primordial del Big Bang, combinada con las observaciones de la estructura a gran escala del Universo tanto joven como actual, así como el exceso de aceleración en los objetos astronómicos indican que la materia visible se encuentra acompañada de materia no bariónica (materia oscura).

Indudablemente, estos temas no están del todo saldados, pues en el pluralismo actual de la cosmología estas teorías encuentran tanto adeptos como detractores. Lo mismo ocurre con la teoría de cuerdas, las del multiverso y la de universos paralelos. El problema, por ejemplo, con la teoría de cuerdas es que sus matemáticas son muy complicadas y hasta el momento no son empíricamente comprobables. Sus contrafácticos son las evidencias que actualmente se

⁴⁰ Zeldovich, Y. B., Einasto, J., & Shandarin, S. F. 1982, *Nature*, 300, 407.

⁴¹ White, S. D. M., Frenk, C. S., Davis, M., & Efstathiou, G. 1987, *ApJ*, 313, 505.

tienen del mundo subatómico. Uno de los puntos más sorprendentes es que, en sus primeras versiones, la teoría de cuerdas aludía a 25 dimensiones espacio-temporales. Asimismo, “debería existir una partícula llamada taxión [*tachyon*] que se mueva más rápido que la luz y, además del fotón, deberían existir otras partículas sin masa”⁴². Es obvio que el contrafáctico más relevante proviene de la teoría de la relatividad, que indica que no hay evidencia alguna de que alguna partícula sea más veloz que la luz.

VI. Mis primeros postulados epistémicos de la cosmología contemporánea

Es evidente que los temas teóricos y filosóficos de mi tesis no quedan agotados con el presente capítulo y, no obstante, creo que pude demostrar que los conceptos de la filosofía de la ciencia, en especial los modelos de explicación y el pluralismo, podrían hacer una aportación pertinente al fortalecimiento teórico de la cosmología. De esta manera podré trasladarme con mayor tranquilidad a los temas de la ontología, que son más controvertidos en su contenido filosófico. Es por eso que me permito plantear mis tres primeros postulados de estas tesis:

- Mediante la filosofía en general, y la **filosofía de la ciencia** en particular, pueden abordarse conceptos de la cosmología contemporánea.
- Los **modelos de explicación** usualmente manejados en la filosofía de la ciencia pueden ser aplicados para delinear el status actual de la cosmología.
- Los conceptos del **pluralismo** manejados por la filosofía de la ciencia pueden adaptarse a las discusiones actuales de la cosmología.

Lo fundamental de este primer capítulo es que hemos podido demostrar un acercamiento entre una herramienta de la filosofía de la ciencia y la cosmología contemporánea. Sin embargo, es necesario aclarar que la adaptación empírica de los modelos de explicación es un requisito importante, pero no es el único. De hecho, hay un largo historial de críticas entre esos modelos, ya sea porque hay contraejemplos que no se adaptan al modelo o porque hay inconsistencias de tipo lógico con una postura pluralista con respecto de la explicación científica. Esto daría cabida a un trabajo extenso dedicado **únicamente** a los modelos de explicación y sus controversias aplicables a la cosmología.

⁴² *The Cause and Evolution of the Universe*, p. 128.

Lo importante aquí fue repasar los modelos de forma general, con especial énfasis en el pluralismo. Por cierto, no adoptamos una postura pluralista desde el principio y decidimos mostrarla como uno más de los posibles modelos de explicación, porque los otros modelos tienen un vínculo con fenómenos cosmológicos actualmente verificables. El pluralismo es una vía para explorar las teorías cosmológicas actuales, pero es posible que no todos los cosmólogos estarían de acuerdo con una visión plural.

Por otra parte, me parece que lo más relevante de estas primeras páginas es que son un buen apoyo metodológico para acercarme al planteamiento cada vez más acotado de mi tesis. Es decir, me preparan para proponer una visión, tanto de la esencia ontológica, como del mobiliario del cosmos. Esta es una cuestión que requiere un análisis con un enfoque un poco diferente y, desde luego, puedo obtener provecho de los temas ya aquí analizados. Por ejemplo, a partir del pluralismo epistémico pueden buscarse elementos de convergencia entre todos los modelos, en el entendido que todos ellos aluden a un cierto tipo de energía.

CAPÍTULO DOS: EL MOBILIARIO DEL COSMOS

*“El mundo [Tlön] no es un concurso de objetos en el espacio
sino una serie heterogénea de actos independientes
[...] sucesivo, temporal, no espacial
[...] sin sustantivos”
Jorge Luis Borges ⁴³*

El objetivo del presente capítulo es hacer un recuento organizado de los objetos del Universo o, dicho de manera más gráfica, del mobiliario del cosmos. En el capítulo anterior mostré un acercamiento epistémico entre los modelos de explicación de la filosofía de la ciencia con la cosmología, haciendo alusión a algunos de los fenómenos presentes en el Universo y que siguen siendo estudiados por la cosmología contemporánea. Varios de esos fenómenos son considerados “objetos” del cosmos, en el entendido de que un objeto es susceptible de ser conocido o estudiado por una teoría científica o filosófica. De esta manera, un **objeto del conocimiento** puede ser considerado de acuerdo a la siguiente definición:

“como una idea (según quería Berkeley) o una representación (de acuerdo con Schopenhauer), como una cosa material (según quería la escuela escocesa del sentido común) o un fenómeno (como quería Kant), pero siempre es, como objeto, el término o límite de la operación cognoscitiva”.⁴⁴

De los fenómenos mencionados en el capítulo anterior, algunos de ellos podrían ser considerados una idea (como la noción de multiverso), una representación (como la teoría de cuerdas), como una cosa material (los quarks y los leptones) o como un fenómeno (los objetos auto-gravitantes). Lo relevante es que la teoría que se construya a partir de esos objetos debe considerar ciertos a los mismos. Es decir, “una teoría está comprometida con aquellas y solo aquellas entidades a las que las variables ligadas de la teoría deben ser capaces de referirse para que las afirmaciones hechas en la teoría puedan ser verdaderas”⁴⁵.

Esto significa que deberíamos esperar que las entidades descritas por los modelos de explicación, revisados en el capítulo anterior, redunden en la descripción de fenómenos y objetos que manejen variables ligadas a una teoría verdadera, en cuanto que guarde una

⁴³ Jorge Luis Borges, “Tlön, Uqbar, Orbis Tertius”, en *Ficciones*, Alianza Emecé, Madrid, 1980, p. 21.

⁴⁴ Nicola Abbagnano, *Diccionario de Filosofía*, Fondo de Cultura Económica, México, 2012, p. 775.

⁴⁵ Willard Quine, “On What There Is”, en *The Review of Metaphysics*, Harper Ed., New York, 1953, pp. 21–38.

relación comprobable con la realidad estudiada. De manera general, las variables manejadas en cosmología hacen uso del lenguaje matemático para ser expresadas y analizadas. Sin entrar en detalle, cada una de las teorías mencionadas hasta ahora se sustentan en variables y modelos que sirven de apoyo a su veracidad, al menos en un sentido lógico. De esta manera, por ejemplo, la matematización en torno a la teoría de cuerdas busca demostrar la verdad lógico-matemática de dicha teoría, aunque su verdad empírica todavía no sea demostrable.

I. Aspectos ontológicos de *El mobiliario del mundo*

Dado que el presente trabajo tiene como objetivo general plantear un vínculo entre la cosmología y la ontología, en este segundo capítulo me propongo enunciar los objetos del Universo de acuerdo a la nomenclatura ontológica y los conceptos descritos en dos textos utilizados para este propósito: *El mobiliario del mundo* de Guillermo Hurtado y Oscar Nudler (compiladores) y *Objetos ideales y entes metafísicos en la obra de José Gaos* escrito por Carlos Llano Cifuentes. A lo largo del texto iremos aclarando la **acepción** específica para los términos “ideales” y “metafísicos” en el contexto del presente trabajo de investigación. Es importante anotar que la enunciación de los objetos del cosmos a través de estos dos sustentos metodológicos no va en detrimento de la verdad lógica o empírica de los objetos descritos, ni de las teorías científicas que los sustentan.

¿Por qué adoptar, pues, la terminología denominada “el mobiliario del cosmos”? El punto de referencia para responder a esta pregunta es el concepto mismo de ontología como “doctrina del ser y sus formas [...] la exposición ordenada de los caracteres fundamentales del ser que la experiencia revela de modo reiterado y constante”⁴⁶. De manera preliminar diremos que este capítulo estará dedicado a las formas del ser y el capítulo tres al ser en sí. Es decir, el carácter **óntico** del Universo será tratado aparte, en busca de la esencia o lo fundamental de lo existente en el cosmos. Precisamente en *El mobiliario del mundo* se sugiere una manera de distinguir al ser de sus formas, siendo **el ser como una casa y sus formas como el mobiliario de esa casa**. El mobiliario del mundo es y está constituido, pues, por los objetos de conocimiento palpables a la experiencia.

⁴⁶ *Diccionario de Filosofía*, p. 779.

La aplicación de estos conceptos en el libro de Guillermo Hurtado no se orienta necesariamente al mundo concebido como el Universo. Más bien contiene una serie de ensayos que exponen la posibilidad de que el mobiliario del mundo contenga entidades tales como: el lenguaje como instrumento para juzgar la veracidad de los objetos, o la manera en que dichos objetos pueden ser definidos gracias a la interacción de las mentes y las personas. Incluso se habla de entidades culturales y también sobre la ontología de la obra de arte. El ensayo más cercano a la cosmología es uno referido a la comparación de las propuestas de Newton, Henry More e Isaac Barrow en torno al espacio. Allí se exponen ideas como la que sostiene que “el espacio pudo haber existido como *posibilidad* adimensional y que, como espacio, que cobijase entes dimensionales antes de la creación del mundo”⁴⁷. Estos temas son interesantes desde el punto histórico; sin embargo, no son parte del propósito de este trabajo.

El punto es que *El mobiliario del mundo* podría bien ser complementado con un capítulo dedicado a los objetos del cosmos, desde luego sin ir en detrimento de la estructura conceptual del libro. Precisamente la definición de ontología que aparece en uno de sus ensayos pudiera dar pie a esta iniciativa cosmológica: “la ontología es la ciencia de lo que es, de las clases y estructuras de los objetos, las propiedades, los sucesos, los procesos y las relaciones en cada área de la realidad”⁴⁸. Sin duda alguna, pueden detectarse **clases y estructuras** en los objetos del Universo, v. g., las clases de galaxias y el cómo éstas se estructuran en grupos, clústers y superclústers. Por otra parte, los cuerpos celestes comparten **propiedades** como la masa o la energía cinética, y llegan a ser parte de **sucesos** como las supernovas y de **procesos** como la expansión rápida del universo. Me parece adecuado, entonces, esbozar el primer postulado de este capítulo:

- La estructura conceptual propuesta en el libro *El mobiliario del mundo* podría aplicarse al Universo, de tal manera que podamos enunciar los objetos y fenómenos astronómicos que pertenecen al mobiliario del cosmos.

Cabe señalar que Guillermo Hurtado es compilador y coautor de *El mobiliario del mundo*, por lo que la estructura conceptual referida es a la que los diversos autores de los ensayos se

⁴⁷ José Robles, “Newton, Henry More, Isaac Barrow” en *El mobiliario del mundo* compilado por Guillermo Hurtado y Oscar Nudler, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, Ciudad de México, 2007, p.115.

⁴⁸ Barry Smith, “Ontología” en *El mobiliario del mundo*, p. 47.

apegan. Es decir, aquélla en la que, si la casa es el mundo, los muebles son los objetos y fenómenos que en ella se encuentran.

II. La clasificación de objetos propuesta por José Gaos

Esta iniciativa por enunciar los objetos contenidos en el Universo aspira a cumplir con lo expresado por una de las definiciones del **ser** anteriormente expuestas, es decir, que el mobiliario del cosmos puede explicarse como “los caracteres fundamentales del ser que la experiencia revela de modo reiterado y constante”. Significa que la esencia del Universo, cualquiera que ésta sea, se expresa a través de los caracteres fundamentales que la experiencia revela en las observaciones, mediciones, corroboraciones, correcciones y teorizaciones que se realizan gracias a instrumentos de mayor alcance y cada vez más precisos.

Ahora bien, con el fin de complementar la perspectiva planteada en *El mobiliario del mundo*, consideré pertinente aludir a la clasificación de objetos propuesta por el filósofo José Gaos, ya que añade a estos temas una metodología fenomenológica. En este sentido, la acepción para el término **fenómeno** es la que se usa para designar todo objeto del conocimiento humano. Por otra parte, Gaos incluye la posibilidad del “conocimiento racional de la existencia de objetos que puedan no presentarse fenoménicamente [...] como las combinaciones químicas a partir de las que se infiere la existencia de los átomos”⁴⁹. Algo igualmente relevante para el presente trabajo es que hay conceptos, dice Gaos, “a los que no corresponde una imagen sensible. Tal ocurre con los espacios de más de tres dimensiones [espaciales], inimaginables pero pensables”⁵⁰. Esto comienza a delinear algunos de los objetos que podremos incluir en el mobiliario del cosmos, es decir, aquellos objetos que puedan no presentarse fenoménicamente y otros que sean inimaginables pero pensables.

Cabe señalar que Gaos le da su lugar a la conceptualización metafísica de algunos fenómenos. Y, si bien este trabajo tiene una orientación eminentemente empirista y materialista (en el sentido de una búsqueda de fenómenos concretos y, en la medida de lo posible, verificables en la experiencia), no está por demás echar un vistazo a la distinción que hace Gaos entre lo metafísico y lo imposible. Ambos conceptos se asemejan por “la

⁴⁹ José Gaos, *Del hombre*, UNAM, México, 1992, p. 123.

⁵⁰ Carlos Llano Cifuentes, *Objetos ideales y entes metafísicos en la obra de José Gaos*, Universidad Panamericana, p.184, en el enlace: <http://dianoia.filosoficas.unam.mx/index.php/dianoia/article/download/572/576>

imposibilidad de ser acompañados por una imagen congruente y son tratados por nuestro autor [Gaos] como dos tipos de conceptos radicalmente diversos”⁵¹. En cosmología, un fenómeno metafísico (probable, pero ajeno a nuestra realidad palpable) podría ser un universo paralelo. En cambio, algo imposible es que un cuerpo en el espacio ocupe al mismo tiempo el lugar de otro.

De acuerdo con Carlos Llano Cifuentes, en su análisis de la obra de Gaos, ésta se encuentra llena de inventarios y de inventarios de los mismos inventarios. Es así que el inventario más importante, que constituye el perno sobre el que gira toda la filosofía de Gaos, es el inventario que él mismo denomina "todos los fenómenos y objetos que hay:

- a) fenómenos físicos [de la realidad cotidiana] (una piedra volcánica)
- b) fenómenos psíquicos (una emoción)
- c) fenómenos u objetos ideales (un número o una figura geométrica, un concepto)
- d) objetos metafísicos físicos (el átomo, la onda electromagnética) no intuitivos, percepción
- e) objetos metafísicos psíquicos (el alma, Dios)”⁵²

¿Cuál es, pues, la conveniencia de utilizar la estructura ontológica sugerida por Gaos? En primer lugar, porque se propone abarcar toda clasificación de objetos asumida tradicionalmente por la filosofía. Por ejemplo, las ideas platónicas o el fuego de Heráclito podrían caber entre los objetos metafísicos psíquicos. El átomo de Demócrito entraría en la clasificación de objetos metafísicos físicos. El teorema de Pitágoras y su **concepto** de los sólidos regulares cabrían entre los fenómenos u objetos ideales, mas no así su teoría de la metempsicosis, que sería algo más bien metafísico psíquico. Las cuestiones de hecho, planteadas por David Hume, son proposiciones que proceden de la experiencia, o de fenómenos físicos de acuerdo con Gaos. La voluntad de vivir descrita por Schopenhauer y la voluntad de poder esbozada por Nietzsche cabrían entre los fenómenos psíquicos.

Adicionalmente, la estructura ontológica de Gaos es completa, y sencilla a la vez, ya que se propone abarcar (como ya veremos) todos los fenómenos de la ciencia y de la filosofía en un inventario de tan sólo cinco componentes. Por tales razones es que ésta será la

⁵¹ *Objetos ideales y entes metafísicos en la obra de José Gaos*, p.184.

⁵² *Ídem*, p.187.

clasificación que utilizaremos para organizar los objetos del cosmos, dando lugar a nuestro siguiente postulado:

- En la descripción del mobiliario del cosmos adoptaremos la clasificación propuesta por José Gaos, la cual abarca fenómenos físicos, fenómenos psíquicos, fenómenos u objetos ideales, objetos metafísicos físicos y objetos metafísicos psíquicos.

Haciendo un rápido recorrido por esta clasificación, los fenómenos físicos de la realidad cotidiana son aquellos que podemos percibir por medio de nuestra intuición empírica, o sea, por nuestros sentidos. De este modo, podemos ver la luna, el sol, las estrellas de la bóveda celeste, así como nuestro propio planeta. Los fenómenos psíquicos, como los sueños o las emociones, no formarán parte del presente trabajo porque, indudablemente, no están integrados en las investigaciones de la astrofísica. Sin embargo, cabe señalar que la observación de los fenómenos astronómicos puede muy bien despertar emociones diversas e incluso desatar la inspiración artística.

En cuanto a los fenómenos u objetos ideales (figuras, conceptos, fórmulas), en cosmología éstos generalmente se hallan asociados a una teoría. Por ejemplo, antes de asumir las órbitas elípticas, las **figuras** denominadas sólidos regulares –asociadas idealmente por Platón a los cuatro elementos y a la divinidad– fueron empleadas por Kepler para elaborar sus teorías en torno al movimiento de los astros. Un ejemplo contemporáneo de figuras en física son los diagramas de Feynman, los cuales se utilizan para representar trayectorias de partículas en colisión con base en la teoría cuántica de campos. Un **concepto** como las partículas de materia oscura se asocia con las teorías que interpretan el exceso de gravedad observado en el Universo. Una **fórmula**, como $G_{\mu\nu} = (8\pi G/c^4)T_{\mu\nu}$ que relaciona el tensor de momento energía $T_{\mu\nu}$ con el tensor de curvatura $G_{\mu\nu}$ del espacio-tiempo, está asociada a la teoría general de la relatividad. En lenguaje lego, esta ecuación explica que “el espacio-tiempo le dice a la materia cómo moverse y la materia le dice al espacio-tiempo cómo curvarse”⁵³. Según lo abordaremos posteriormente, estos fenómenos ideales llegan a constituir el **logos**, el cual nos ayudará a explicar los fenómenos del cosmos.

En cuanto a los objetos **metafísicos**, donde en este contexto se refiere a objetos más allá de la naturaleza inmediatamente perceptible, Gaos los clasifica en el sentido de que el objeto físico “por definición, está presente para el sujeto que lo conoce, en tanto que el objeto

⁵³ Frase expresada por el físico teórico estadounidense John Archibald Wheeler (1911-2008).

metafísico se define no sólo por no estar presente, sino por su imposibilidad de estarlo [al menos de manera perceptible]”⁵⁴. A partir de allí hace dos distinciones, la que corresponde al objeto metafísico físico (el átomo, la onda electromagnética [gravitacional]) y los objetos metafísicos psíquicos (el alma, Dios). Desde luego que el átomo y la onda electromagnética no son objetos “imposibles de estar presentes”, sino que, más bien, solamente pueden estarlo gracias al manejo de instrumentos y aparatos para este fin. Es decir, no están inmediatamente al alcance de nuestros sentidos, pero sí son perceptibles físicamente.

Por su parte, los objetos metafísicos **psíquicos** no forman parte de la presente tesis. Aun así, no queda descartada la posibilidad, por ejemplo, de que algún cosmólogo desee proponer una causa inteligente del universo anterior al Big Bang. Sin embargo, de acuerdo a como se muestra en los postulados cosmológicos en la actualidad, lo divino ya no es una prerrogativa del Universo en su conjunto, ni la designación de uno de sus elementos. En adelante, “Dios se situará *fuera* del Universo, como *causa* responsable, *autor* de su existencia o *gobernador* de su evolución, pero no como parte de él”⁵⁵. Esta, por cierto, no es una idea del todo nueva. Ya Lucrecio, en su *Rerum Natura* expresaba que “la substancia divina es muy tenue, muy lejos del alcance de nuestros sentidos, y apenas cognoscible por la mente”⁵⁶.

Pues bien, a partir de esta clasificación estamos listos para explorar nuestras fuentes de información y así hacer poder enunciar el mobiliario del cosmos.

III. Los fenómenos físicos en la descripción del mobiliario del cosmos

Una vez definidos los términos que vamos a utilizar en la descripción del mobiliario del cosmos, es momento entonces de explorarlo. Para este propósito están disponibles en la actualidad un sinnúmero de fuentes a consultar. Quisiera comentar que, afortunadamente, la información disponible en torno a la cosmología se ha multiplicado en los últimos años y ella abarca, tanto formatos bibliográficos, como audiovisuales. En particular me permití elegir un libro (*The Stars*, Dorling Kindersley Books, 2016) que, además de contar con información actualizada, incluye fotografías, diagramas, cuadros sinópticos y dibujos de toda índole.

⁵⁴ *Del hombre*, p. 123.

⁵⁵ Francisco J. Soler, “Temas filosóficos de la cosmología”, en *La cosmología en el siglo XXI: entre la física y la filosofía*, Publicaciones URV, edición a cargo de Manuel Sanromà, Tarragona, 2011, p. 162.

⁵⁶ Tito Lucrecio Caro, *De la naturaleza de las cosas*, Barcelona, Alma Mater, 1962, Libro II, p. 79.

Si, de acuerdo con la clasificación propuesta por Gaos, primero prestamos atención a los objetos físicos a nuestro alcance visual, tenemos ante nuestros ojos a los planetas del sistema solar y a las estrellas de la bóveda celeste. De forma sencilla, una estrella podría definirse como “una enorme bola de gas extremadamente caliente que produce energía en su núcleo y emite dicha energía hacia su superficie”⁵⁷. Por otra parte, aunque las estrellas en nuestro campo visual yacen a diferentes distancias de la Tierra, con el fin de registrar sus posiciones en el cielo resulta útil pretender que están insertas en una gran esfera que rodea a nuestro planeta, esto, como una construcción auxiliar. La esfera celeste tiene también sus “polos norte y sur, un ecuador y el equivalente a las líneas de latitud y longitud, como una versión celestial del globo terráqueo”⁵⁸. El caso es que, a simple vista, pueden identificarse nueve mil estrellas en la esfera celeste. Además de las del Zodiaco, estos astros se agrupan en un total de “88 constelaciones agrupadas en seis mapas [...] uno por cada región polar del norte y sur, y cuatro más para el cinturón celeste ubicado en medio de los polos”⁵⁹.

Por supuesto que, además de las estrellas, tenemos a nuestro alcance al propio sistema solar que incluye sus ocho planetas, así como incontables cuerpos menores que orbitan alrededor del Sol. “Más allá del octavo planeta se encuentra un disco disperso de mundos helados, algunos de los cuales miden cientos de millas [llamado cinturón de Kuiper]. Todavía más allá se cree que está una nube esférica de pequeños objetos de hielo, llamada la Nube Oort”⁶⁰. Puesto que en la clasificación de fenómenos físicos de Gaos solamente se incluyen los que están al alcance de nuestros sentidos, varios objetos del sistema solar y otros más allá de la esfera celeste se categorizan como objetos **metafísicos físicos**, ya que pueden ser divisados solamente mediante algún instrumento óptico o equipo técnico. A partir de esto, podemos proponer nuestro siguiente postulado:

- El mobiliario del cosmos abarca **fenómenos físicos** que incluyen a objetos del sistema solar y de la esfera celeste, siempre y cuando estén al alcance de nuestro campo visual.

Evidentemente, resulta necesario destacar que nuestro propio planeta es parte del mobiliario del cosmos y, de entre los “enseres” cosmológicos es, hasta donde sabemos, único

⁵⁷ Ina Stradnis et al. Edit., *The Stars*, Dorling Kindersley Books, Penguin Random House, New York, 2016, p. 20.

⁵⁸ *The Stars*, p.90.

⁵⁹ Ídem, p. 96.

⁶⁰ Id., p. 224.

en su tipo. Dotado de una bioquímica singular, cabe decir que todos sus elementos constituyentes provienen de otros cuerpos celestes. Es por eso que podemos decir que

“Nosotros somos la encarnación local del cosmos que ha crecido hasta tener conciencia de sí. Hemos empezado a contemplar nuestros orígenes: sustancia estelar que medita sobre las estrellas; conjuntos organizados de decenas de miles de billones de billones de átomos que consideran la evolución de los átomos y rastrean el largo camino a través del cual llegó a surgir la consciencia, por lo menos aquí”⁶¹.

No está por demás confirmar que, de acuerdo a los conceptos aquí analizados:

- El mobiliario del cosmos tiene en **la Tierra** su propio capítulo, i. e., su mobiliario del mundo, el cual abarca todas las categorías propuestas por José Gaos: fenómenos físicos, fenómenos psíquicos, fenómenos u objetos ideales, objetos metafísicos físicos y objetos metafísicos psíquicos.

Ahora bien, si describimos a nuestro planeta en términos estrictamente físicos, podríamos decir que es “un subsistema del Universo que está termodinámicamente abierto, lo cual significa que recibe y expulsa energía-materia y no es adiabático, lo cual significa que recibe y disipa calor”⁶². Es decir, es comparable con una máquina térmica irreversible, que además alberga complejas formas de vida en una diversidad de ecosistemas. De acuerdo con John Auping y conforme a la 2a ley de la termodinámica, la variación entrópica de la Tierra tiene un signo negativo (“exportadora de entropía”⁶³), debido al incremento de organismos vivos y máquinas industriales, así como por atrapar calor a través de la emisión de dióxido de carbono. Esto significa que importamos más energía en forma de calor con respecto a la que disipamos hacia el cosmos. Es así que:

- Desde el punto de vista de la termodinámica, la Tierra forma parte del mobiliario del cosmos como una **máquina térmica** irreversible y no-adiabática.

Esa variación entrópica de nuestro planeta podrá ser negativa por un largo tiempo, “hasta que sucumba ante el incremento de la entropía total del sistema solar y del Universo entero”⁶⁴. Ni que decir tiene que nos conviene reducir las emisiones de CO₂ para revertir un poco, aunque sea, esta exportación de entropía que nos caracteriza. Cabe aludir a una definición del cosmos que viene a colación: “el universo es un sistema geoméricamente

⁶¹ Carl Sagan, *Cosmos*, Editorial Planeta, México, 1980, p. 345.

⁶² John Auping, *The Cause and Evolution of the Universe*, AESOP Publications, México, 2018, p. 280.

⁶³ Ilya Prigogine, *From being to becoming*, Freeman & Cy, San Francisco, 1980.

⁶⁴ *The Cause and Evolution of the Universe*, p. 282.

abierto en expansión eterna, así como un sistema adiabático cerrado termodinámicamente involucrado en un proceso irreversible, con una entropía incremental en el tiempo⁶⁵.

IV. Los objetos metafísicos físicos en la descripción del mobiliario del cosmos

Como ya mencionamos, los objetos metafísicos físicos son aquellos que no podemos percibir como fenómenos más que mediante los instrumentos adecuados. Por fortuna, los avances en tecnología han puesto al alcance de los astrónomos instrumentos muy poderosos y sofisticados. Gracias a ello, se han podido detectar muchos de dichos fenómenos. En el citado libro, *The Stars* (p. 80-81), aparece una magnífica ilustración donde se alude a los telescopios clasificados de acuerdo a su alcance a lo largo del espectro electromagnético. A partir de esa ilustración, me permití elaborar la siguiente tabla:

LONGITUDES DE ONDA	TELESCOPIOS (T.) DISPONIBLES
Ondas de radio	Spektr-R : Radio T. <u>orbitante</u> que trabaja con instrumentos en la Tierra.
Infrarrojo	Herschell : T. de infrarrojo lejano para estudiar los objetos más fríos. James Webb : T. gigante para infrarrojo, sucesor del Hubble.
Luz visible	Hubble : T. multipropósito para luz visible e infrarrojo cercano. Gaia : T. de precisión para medir paralajes y distancias estelares. Kepler : Detección de planetas que transitan frente a estrellas distantes.
Ultravioleta	Galex : T. para inspeccionar galaxias.
Rayos X	Chandra : T. de rayos X multipropósito.
Rayos Gamma	Fermi : T. para estudiar las misteriosas ráfagas de rayos gamma.

Cabe resaltar que ninguno de los objetos metafísicos físicos podría ser observado sin estos telescopios, por tal razón es que enfatizamos:

- En el mobiliario del cosmos, los objetos que denominamos **metafísicos físicos** son aquellos que no podemos percibir como fenómenos más que mediante los instrumentos adecuados.

Por otra parte, nuestras observaciones del Universo se limitan a aquellos objetos cuya luz ha tenido tiempo de alcanzarnos a través de los pasados 13.8 miles de millones de años. Sin embargo, gracias a la expansión cósmica (la cual abordaré en el siguiente apartado), “las

⁶⁵ *The Cause and Evolution of the Universe*, p. 396.

regiones más lejanas del Universo se están apartando de nosotros a la velocidad de la luz y, como resultado, la luz proveniente de regiones más allá del Universo observable nunca podrá ser vista desde la Tierra”⁶⁶. Aun así, podemos mapear regiones tan distantes del cosmos como la correspondiente a 380 mil años después del Big Bang, “cuando se aclaró la ‘niebla’ del Universo temprano”⁶⁷. Pues bien, la luz del borde de aquella bola de fuego puede “verse” en cualquier dirección. Es así que la llamada radiación de fondo en micro-ondas (CMBR) es detectada en variaciones infinitesimales de temperatura, las cuales “revelan la densidad del Universo temprano, mostrando dónde es que las estructuras actuales del cosmos estaban empezando a formarse desde aquel tiempo remoto”⁶⁸.

Gracias a esta percepción de fenómenos físicos y de objetos metafísicos físicos es que podemos determinar el lugar de nuestro planeta en el mobiliario del cosmos: la Tierra pertenece al sistema solar y éste forma parte de la Vía Láctea, que se integra en el grupo local de galaxias, que a su vez pertenecen al Súper-clúster de Virgo. Las galaxias, en general, se clasifican en elípticas, espirales e irregulares. Cada una de ellas tiene subcategorías tan peculiares como las llamadas “lenticulares (tipo S0) que tienen un eje central rodeado de un disco, pero sin brazos espirales”⁶⁹. Las estrellas en sí pueden clasificarse de diversas maneras, pero el sistema preferido por los astrónomos es el que las ubica en las clases de la O a la M (O B A F G K M, de acuerdo a su espectro, i. e., la luz de varias longitudes de onda que recibimos de ellas). Fue la astrónoma de Harvard, Annie Jump Cannon, quien clarificó y refinó este sistema a principios del siglo XX.

Así como a una familia le gusta ver sus muebles en orden, los cosmólogos han usado la huella espectral de los astros (“relacionada con su color, temperatura, composición y otras propiedades”⁷⁰) para clasificarlos. Fue así que los astrónomos Hertzsprung y Russell trazaron un diagrama con cientos de estrellas, ubicando en un eje su clase espectral y en el otro su luminosidad. De este modo, en el diagrama Hertzsprung-Russell “corre diagonalmente la

⁶⁶ *The Stars*, p. 72.

⁶⁷ *Ídem*, p. 72.

⁶⁸ *The Stars*, p. 72.

⁶⁹ *Íd.*, p. 50.

⁷⁰ *Ibíd.*, p. 21.

secuencia principal, que es una clasificación de estrellas, que van desde las rojas frías hasta las grandes, calientes y azules”⁷¹.

Por supuesto que el inventario del cosmos no está concluido. Además de los objetos auto-gravitantes (galaxias, grupos y cúmulos) que se distribuyen en los filamentos, huecos y nudos observables en el cosmos, se incluyen nebulosas de gas y polvo estelar que forman parte de dicho inventario, aparte de la materia y energía oscuras ya mencionadas, más **lo que resta por descubrir**. Aunado a esto tenemos lo microscópico, entre otros, el modelo estándar que será tratado en el siguiente capítulo en un afán por establecer el ente del cosmos. De manera sencilla podemos expresar que

- El inventario del mobiliario del cosmos no se considera del todo concluido.

V. Las “paredes” y el “piso” del cosmos

De acuerdo a las evidencias que se han ido recopilando a partir del siglo veinte, se está confirmando la teoría de un cosmos en expansión. Si hemos de tomar en cuenta este hecho para nuestra analogía del mobiliario del cosmos, ello implicaría que las paredes y el piso de la casa están en movimiento. Es así que nuestro conocimiento del Universo en expansión se ha ido construyendo durante el último siglo:

“con una fructífera interacción de observaciones con instrumentos cada vez más sofisticados (en las últimas décadas también desde el espacio) e ingeniosos modelos teóricos cuyas predicciones observacionales se comprueban por medio de estos mismos instrumentos”⁷².

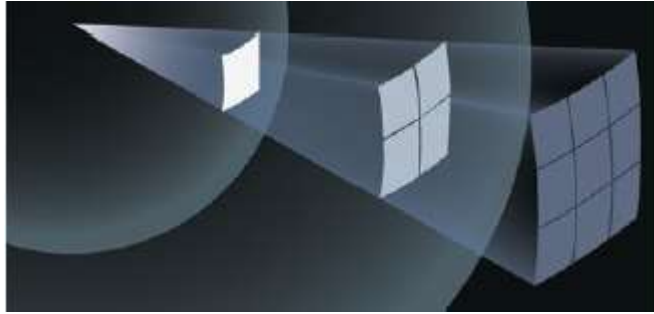
Por otra parte, gracias al efecto Doppler, se sabe que la luz que proviene de las estrellas se torna más roja en aquellas que se alejan y más azul en aquellas que se acercan. Adicionalmente, gracias a la espectrometría, la frecuencia de ondas de una estrella o de una galaxia no sólo nos informa de su dinámica, sino también de su constitución química. Aunado a estos procedimientos, los astrónomos han usado las **candelas estándar** para extender el

⁷¹ *The Stars*, p. 21.

⁷² Ignacio Trujillo y Manuel Sanromà, “La medición del Universo” en *La cosmología en el siglo XXI: entre la física y la filosofía*, p. 39.

alcance de sus mediciones. El principio al que se alude es que el brillo de una fuente de luz sufre un decremento proporcional al cuadrado de la distancia $b = L / 4\pi d^2$

“donde la luminosidad L es la energía de la luz emitida por segundo. Al viajar la distancia d , la energía se expande sobre una esfera de área $4\pi d^2$ y el brillo aparente b disminuye en consecuencia”⁷³.



Las estrellas pulsantes, llamadas Cefeidas, son candelas estándar particularmente útiles, pues su brillo varía en forma regular con periodos que varían entre días y meses. El caso es que estas formas de medición junto con los modelos teóricos que han ido surgiendo, confirman la expansión del Universo de una manera cada vez más notoria.

El resultado experimental anterior es consistente con la homogeneidad e isotropía observada a gran escala en el Universo a través de diferentes trazadores (galaxias, radiación), combinadas con las ecuaciones de Einstein de Relatividad General. Esta combinación se resume en las ecuaciones desarrolladas por el matemático ruso Alexander Friedman:

$\frac{\dot{a}^2}{a^2} - 4\pi G \left(\rho + \frac{3p}{c^2} \right)$. Estas ecuaciones relacionan la velocidad de expansión del Universo (lado izquierdo) con su contenido de materia y energía, así como su curvatura y poseen tres familias de soluciones, correspondientes a universos con diferentes historias de expansión a partir de un estado inicial (el Big Bang):

“Su solución de geometría cerrada describe un Universo finito que empieza con una expansión rápida que después se hace lenta y, eventualmente, va en reversa e inicia su colapso. La solución de geometría abierta describe un universo infinito que empieza expandiéndose rápidamente y, aunque tal expansión se hace lenta, nunca se detiene del todo. Los universos planos y en expansión son el caso marginal, entre el cerrado y el abierto. Son infinitos y las galaxias se aproximan a una velocidad de recesión igual a cero”⁷⁴.

⁷³ Delia Perlov y Alex Vilenkin, *Cosmology for the curious*, Springer Publishing, Cham CH, 2017, p. 103.

⁷⁴ Ídem, p. 94.

El caso es que la evidencia actual muestra que las galaxias distantes se alejan rápidamente de la Vía Láctea, lo cual indica un Universo en expansión. La relación entre la velocidad de alejamiento y la distancia a dichas galaxias fue descubierta por Edwin Hubble en 1929, en la cual la velocidad crece proporcionalmente con la distancia: $v = H_0 d$.

Con base en lo anterior, podemos emitir nuestro siguiente postulado:

- Los “pisos” y “paredes” donde se sitúa el mobiliario del cosmos están en expansión, lo cual nos lleva a pensar en un escenario en movimiento que pudiera caracterizar al propio ente del Universo.

Es necesario aclarar que no todo en el cosmos está en expansión. Piénsese en la materia que nos constituye como criaturas del Universo. Salvo en la ciencia ficción, no hay persona alguna que experimente una expansión de su materia constitutiva. Lo mismo podemos decir de nuestro planeta, o del mismo sistema solar. Esto significa que “los objetos que están unidos por gravedad, como los planetas, estrellas, galaxias y grupos de galaxias, no están sometidos a la expansión de Hubble”⁷⁵. Esto, cabe aclarar, en una amplitud medible. Por ejemplo, de acuerdo a la teoría del Big Rip (el “Gran Desgarro” o teoría de la expansión eterna) para escenarios alternativos, en el cuerpo humano la energía electrostática que une a nuestras moléculas es mucho mayor que la asociada a la expansión del Universo. De ahí, nuestro siguiente postulado:

- Algunos objetos del mobiliario del cosmos podrían describirse en una buena aproximación como relativamente fijos en su espacio gravitante, aunque la propia “casa” (el espacio cósmico) se esté estirando. A esta descripción se le denomina **co-móvil**.

VI. Los fenómenos u objetos ideales en la descripción del mobiliario del cosmos

Además de los objetos observables y no observables del cosmos, existen fenómenos que no pueden observarse (e. g., el momento en que ocurrió el Big Bang) pero sobre los cuales ponderamos al elaborar modelos, teorías y ecuaciones. Recordemos que en la clasificación de Gaos para los fenómenos u objetos ideales se incluyen **números, figuras y conceptos**. Además de los ejemplos mencionados al inicio de este capítulo, existen números y conceptos

⁷⁵ *Cosmology for the curious*, p. 120.

en verdad sorprendentes, tal como es la densidad crítica del Universo, que corresponde a “solamente seis protones por metro cúbico. Eso es todo lo que le tomaría al Universo para colapsarse”⁷⁶.

Existen además ciertos parámetros que en la actualidad caracterizan al Universo, pero que no siempre fueron así. Entre dichos parámetros se encuentran: la constante gravitacional y la de Planck, la velocidad de la luz, las masas del protón, neutrón, electrón y neutrino, así como la fuerza electromagnética, la nuclear fuerte y la nuclear débil. Al decir “no siempre fue así”, me refiero a que en la singularidad llamada Big Bang, todos estos parámetros apenas se estaban definiendo. Por otra parte, de acuerdo a la idea de que estamos observando UNA de varias realizaciones del cosmos, ello nos indica que habrá que vigilar el comportamiento de estos números, porque, como nos advierte Lee Smolin:

“Hemos llegado a la conclusión de que la probabilidad para que el cosmos haya resultado, así como el nuestro, con estrellas que duran miles de millones de años y con una física nuclear y atómica como la nuestra –en donde los parámetros del modelo estándar surgieron por azar– es a lo mucho de una parte en 10^{229} ”⁷⁷.

Siendo esta una hipótesis más o menos pesimista, no hay indicios de que la realización actual vaya a colapsarse (como para tener que, por ejemplo, abandonar la teoría del Big Bang), hemos de ser precavidos al conceptualizar fenómenos u objetos ideales en la descripción del mobiliario del cosmos. Adicionalmente, habrá que recordar que la pluralidad científica implica que hay una multiplicidad de perspectivas, métodos, teorías, esquemas de clasificación, modelos y preguntas de investigación para conocer el mundo. De ahí que:

- Los fenómenos u objetos ideales que utilizamos para describir el mobiliario del cosmos están asociados a una teoría que los respalda, pero no son automáticamente verdaderos y deben ser corroborados o falseados por medio de la evidencia empírica, dado que el modelo definitivo del Universo es desconocido aún.

Esta última aseveración es muy importante y se refiere a que el modelo definitivo del cosmos todavía no está a nuestro alcance. En este sentido los mismos clásicos griegos reconocían también este punto, es decir, se sabían muy lejanos del *theón opis* (el ojo de los dioses). Es así que esta tesis no va en pos del “*nûs* de Zeus que es más poderoso que el de los

⁷⁶ *Cosmology for the curious*, p. 127.

⁷⁷ Lee Smolin, *The Life of the Cosmos*, Oxford University Press, 1997, p. 325.

seres humanos”⁷⁸ ni nada por el estilo. Aquí estamos privilegiando el rigor científico y el apego a la comprobación empírica.

A reserva de que seguiremos tratando aspectos del modelo estándar en el próximo capítulo, en cuestión de los conceptos y parámetros que involucra diremos que ese modelo (como objeto de una teoría) describe mucha de la complejidad del mundo físico y, sin embargo, “está incompleto porque no tiene en cuenta la masa de los neutrinos y la fuerza gravitatoria queda fuera de su alcance”⁷⁹. De igual forma, y puesto que no está formada por átomos ordinarios, la materia oscura se compone de partículas desconocidas y tampoco está en el modelo estándar. Por eso es que:

- Los **fenómenos u objetos ideales** que utilizamos para describir el mobiliario del cosmos no han llegado a su versión final, pues el mismo Universo no ha sido conceptualizado en forma definitiva.

Aunado a esto, debemos añadir que la edad del cosmos juega un papel importante para caracterizar sus “números, figuras y conceptos”. Por ejemplo, al momento de la ruptura de la simetría electro-débil (10^{-10} segundos después del Big Bang - DBB) las partículas del modelo estándar no tenían masa, pues “formaban parte de la bola de fuego con más o menos la misma densidad que los fotones [... y luego] cuando la simetría se rompe se diferencian las masas de las partículas, así como la fuerza nuclear débil y la electro-magnética”⁸⁰. Muy poco después (10^{-6} s DBB), “la densidad de protones, neutrones y sus antipartículas es tan alta que se superponen y sus quarks constitutivos se mezclan formando un gas [se le dice “caldo”, más que gas] de quarks, antiquarks y gluones”⁸¹. Es poco probable que esta situación sucediera, o pueda darse, en el momento actual, porque los quarks no se dan de manera individualizada, pues están encapsulados por gluones y forman protones y neutrones. Otras etapas que sucedieron DBB fueron, de acuerdo al modelo actual, la anulación de electrones y positrones (10^{-1} s DBB), la nucleosíntesis (100s DBB) y la recombinación (400 mil años DBB). Este preámbulo a la conformación actual del modelo estándar, sobre todo en lo concerniente a las primeras dos etapas, nos lleva a lo siguiente:

⁷⁸ Karl Kerényi, *La religión antigua*, Editorial Herder, Barcelona, 1999, p. 81.

⁷⁹ *Cosmology for the curious*, p. 213.

⁸⁰ *Ibidem*, p. 211.

⁸¹ *Ídem*, p. 211.

- Algunos fenómenos (interacciones, simetrías, estado de ionización) u objetos ideales (regímenes o forma de las ecuaciones que sintetizan sus propiedades) que utilizamos actualmente para describir el mobiliario del cosmos no siempre tuvieron las mismas características con respecto a los primeros instantes del Universo.

Tomemos ahora en consideración que “la estructura oculta y ordenada de la realidad física revela una red de relaciones causales entre fenómenos, que pueden ser representadas por una serie de ecuaciones físico-matemáticas”⁸². Si esto es así, esos fenómenos y objetos ideales a los que hacemos alusión forman parte de un cuerpo de teorías que pretenden explicar racionalmente el Universo. Y si esto lo empatamos con nuestra noción del logos, no como “la razón en cuanto causa del mundo [... sino como] fuera concebida por Heráclito, la ley misma del mundo”⁸³, entonces podremos postular lo siguiente:

- Los fenómenos u objetos ideales que utilizamos para describir el mobiliario del cosmos podrían constituir el **logos** al que aspiramos llegar en una ontología cosmológica.

La noción de logos que aquí estamos proponiendo carece de atributos metafísicos psíquicos (el alma, Dios), en acuerdo a la conceptualización de objetos del mundo de Gaos, aunque sí se expresa como un conjunto de fenómenos u objetos ideales (ecuaciones, teorías, etcétera). Esa *ley misma del mundo* que propone Heráclito la planteamos más bien como la serie de fenómenos u objetos ideales que nos ayudan a caracterizar la **racionalidad** en el Universo, entendida ésta como lo que “se individua en la matematización de la naturaleza, a la que la ciencia moderna debe su peculiar condición científica”⁸⁴. El otro sentido de **ley** al que podemos aludir es aquel en cuanto que “Kant considera a la Física como una ciencia estricta, porque sus leyes, que sin duda tienen su origen en la inducción [empírica], pueden ser formuladas matemáticamente”⁸⁵.

Con el fin de enfatizar esta noción del logos vinculado a una búsqueda de racionalidad, podemos aludir a lo propuesto por Immanuel Kant en sus *Principios metafísicos de la ciencia natural*, en donde concibe a la **ciencia** como un **sistema racional organizado**. Es decir, una ciencia es racional si “el vínculo del conocimiento en este sistema constituye un

⁸² *The Cause and Evolution of the Universe*, p. 396.

⁸³ *Diccionario de Filosofía*, p. 672.

⁸⁴ Ídem, p. 881.

⁸⁵ Immanuel Kant, *Principios metafísicos de la ciencia natural*, Alianza Editorial, Madrid, 1989, p. 8.

encadenamiento de razones y de consecuencias”⁸⁶. En nuestra propuesta por caracterizar el logos carente de atributos metafísicos psíquicos, podemos aludir a Kant en cuanto que el filósofo de Königsberg remarca que su metafísica de la ciencia natural

“no se ha ocupado hasta ahora y no se ocupará en el futuro tanto de extender de esta forma los conocimientos que se tienen de la naturaleza (resultado que se alcanza fácilmente y con seguridad mediante la observación, la experiencia y la aplicación de las matemáticas a los fenómenos exteriores), más allá de todos los límites de la experiencia, es decir, de Dios, la libertad y la inmortalidad”⁸⁷.

Es decir, Kant saca a la divinidad de la naturaleza, pues ese algo no puede ser experimentado. En un sentido material, la racionalidad abarca el conjunto de fenómenos que pueden ser percibidos o experimentados. Es así que estas nociones nos llevan a nuestro siguiente postulado:

- En la noción de **logos** que proponemos para caracterizar la racionalidad en el cosmos estamos incluyendo solamente a fenómenos físicos, fenómenos u objetos ideales (teorías, conceptos, ecuaciones) y objetos metafísicos físicos (identificables mediante instrumentos), quedando fuera los objetos y fenómenos psíquicos.

En este punto concluye nuestro recuento organizado de los objetos del Universo o, dicho de otra manera, del mobiliario del cosmos conforme a los conceptos ontológicos aquí referidos. Estamos listos para plantear el reto más importante del presente trabajo: la caracterización de la “casa” donde se ubica el mobiliario del cosmos.

⁸⁶ *Principios metafísicos de la ciencia natural*, p. 37.

⁸⁷ *Ídem*, p. 43.

CAPÍTULO TRES: EL SER DEL COSMOS

“El cielo estrellado sobre mí [...] comienza en el lugar que ocupo en el mundo externo de los sentidos y extiende la conexión en que me encuentro hacia dimensiones inmensas con mundos sobre mundos y de sistemas de sistemas”

Immanuel Kant ⁸⁸

Recapitulando lo expuesto hasta ahora, hemos demostrado que puede darse un acercamiento funcional entre los modelos de la explicación de la filosofía de la ciencia y el estado actual de la cosmología. Vale la pena aclarar que la epistemología, o teoría del conocimiento, cuando se aplica a la **ciencia** se denomina filosofía de la ciencia. Por lo tanto, los modelos de explicación de la filosofía de la ciencia aplicados a la cosmología son como una explicación filosófica de la cosmología. Es decir, si la filosofía de la ciencia es la aplicación de la epistemología al conocimiento y la práctica científica, entonces la filosofía de la cosmología se enfocaría en ver cómo se desarrollan las teorías cosmológicas y verificar también si la cosmología puede revelar entidades esenciales en los procesos de la naturaleza. En este caso, la entidad esencial que buscamos es el ser del cosmos.

Por otra parte, mediante una estructura conceptual sencilla hemos hecho un primer intento por abarcar los fenómenos del universo, como si éstos fueran parte del mobiliario que lo caracteriza. El siguiente reto consiste en tratar de describir al cosmos como si fuera la casa que contiene dicho mobiliario. Como ya mencionamos en el capítulo anterior, “la casa” está en movimiento, sin embargo, ello no impide que procuremos realizar una conceptualización ontológica que satisfaga, tanto a filósofos como a cosmólogos.

Curiosamente, el primer indicio de esta conceptualización ontológica la encontramos en los libros de astronomía que describen al Universo como “todo lo que existe –toda la materia, energía, tiempo y espacio– y cuya escala es bastante alucinante [puesto que] casi todo lo que incluye es parte de algo más grande”⁸⁹. Esta descripción del cosmos podría empatar con los fenómenos y objetos descritos en el capítulo anterior, en tanto que todos ellos son una manifestación de la materia, energía, tiempo y espacio. Adicionalmente, tal vez nuestras

⁸⁸ Immanuel Kant, *Crítica de la razón práctica*, Fondo de Cultura Económica, México, 2008, p. 190.

⁸⁹ *The Stars*, p. 12.

aspiraciones **ontológicas** estarían más acordes con una descripción mucho más definida, una que viera al Universo como

“un sistema físico sustantivo [el cual] es un sistema [conceptualmente] aislable (siquiera por un instante) y describable mediante un modelo que le atribuye ciertas propiedades esenciales, una dinámica característica y, eventualmente, ciertas estructuras internas, que, entre otras cosas, garantizan la unidad del sistema”⁹⁰.

Lo que sigue es intentar comprobar si la filosofía ha estado cercana a esta caracterización del Universo con las herramientas que le son propias, es decir, haciendo uso de la argumentación razonada, la lógica y el brindar a las matemáticas un lugar privilegiado en la búsqueda de principios verdaderos, lógica y empíricamente. Vale la pena anotar aquí el enfoque kantiano respecto a que solamente hay ciencias si hay matemáticas. Es decir, según el filósofo de Königsberg, la mejor manera de construir la racionalidad científica es a través de “la posibilidad de una teoría matemática de la naturaleza misma”⁹¹. Tomando en cuenta lo anterior, podemos decir que

- De manera tentativa, pueden proponerse algunos atributos propios de la **esencia del cosmos** que satisfagan tanto a la ontología como a la cosmología.

Luego, vale la pena revisar más de cerca esa frontera, ese vaso comunicante, ese pasillo o intersección que, de acuerdo a lo aquí expuesto, aún perdura entre la ciencia de la naturaleza (*physis*) y la reflexión filosófica (*bíos theoretikós*).

I. Entre la física y la filosofía

Como lo hemos estado enfatizando a lo largo de este texto, la descripción del Universo puede recurrir tanto al lenguaje científico como al filosófico. Este, me parece, no es un esfuerzo aislado, pues, si bien no hay compromisos abiertamente ontológicos por parte de todos los cosmólogos, sí pudiera hallarse una correspondencia con el logos tan anhelado por los clásicos griegos en la manera en que los astrónomos plantean sus postulados, por ejemplo, como:

“supuestos relativos a la inteligibilidad matemática del mundo, al alcance y la naturaleza de la causalidad, a la posibilidad de inducir reglas generales a partir de un número finito de experiencias, a la posibilidad de extrapolar las reglas obtenidas localmente más allá del ámbito

⁹⁰ Martín López, “Ideas alternativas sobre cosmología en la ciencia actual” en *La cosmología en el siglo XXI: entre la física y la filosofía*, Publicaciones URV, edición a cargo de Manuel Sanromà, Tarragona, 2011, p. 210.

⁹¹ Immanuel Kant, *Principios metafísicos de la ciencia natural*, Alianza Editorial, Madrid, 1989, p. 67.

donde se pueden comprobar directamente, a la estabilidad temporal de las leyes físicas, etcétera”⁹².

Los supuestos anteriores están en la base de la interpretación contemporánea de la realidad física. En la época actual de las grandes bases de datos de información de diversas disciplinas se espera que las extrapolaciones se pongan a prueba de manera cuantitativa. Por otro lado, este intento por caracterizar ontológicamente al Universo como un todo, o, de acuerdo a la concepción utilizada del mobiliario del cosmos, como la casa que habitamos, no se aleja mucho de la cosmología física, ya que, en términos generales, diríamos que su objetivo es “describir la estructura y la dinámica del Universo como un todo, con ayuda de un conjunto de ecuaciones (y otras herramientas matemáticas) derivadas de la teoría física que se considere relevante para tratar las interacciones de la materia a gran escala”⁹³. Las ecuaciones matemáticas son en realidad una manera de escribir la teoría física. En este tenor, “cosmólogo es todo el que habla acerca del Universo después de hacerse cargo de las posibilidades explicativas de las ciencias físico-matemáticas y está al día en lo relativo a la observación astronómica”⁹⁴.

Y si bien en la antigüedad la filosofía y la cosmología iban de la mano, con el paso del tiempo sus métodos se fueron diferenciando, aunque, **no del todo** desconectándose entre sí. En este sentido, la filosofía privilegió el método deductivo matemático, es decir, “el método de Pitágoras o Platón [y también Aristóteles] en la Antigüedad, [en donde] las puras relaciones de números en la aritmética y la geometría son la realidad inmutable que existe tras las apariencias cambiantes del mundo sensible”⁹⁵. Las racionalizaciones abstractas no son suficientes, por lo cual la cosmología tuvo que adoptar también el método inductivo empírico, mismo que, a diferencia del anterior, “apunta a que se debe conocer la naturaleza observándola y extrapolando esas observaciones a partes distantes del Universo en espacio y tiempo”⁹⁶.

Lo deductivo es propio del pensamiento de Descartes, Kepler, Newton, Einstein y de Sitter. Lo inductivo en cosmología es relativamente reciente (v. g., censos estadísticos de

⁹² Francisco J. Soler, “Temas filosóficos de la cosmología” en *La cosmología en el siglo XXI*, p. 195.

⁹³ Francisco J. Soler, “La cosmología y el problema del tiempo en la física actual” en *La cosmología en el siglo XXI*, p. 209.

⁹⁴ Juan Arana, “Preguntas filosóficas de los cosmólogos”, en *La cosmología en el siglo XXI*, p. 174.

⁹⁵ Martín López Corredoira, “Ideas alternativas sobre cosmología en la ciencia actual” en *La cosmología en el siglo XXI*, p. 113.

⁹⁶ Ídem, p. 113.

galaxias) y es propio de Edwin Hubble, por ejemplo. No obstante, a pesar de la naturaleza deductiva de sus teorías y ecuaciones, cuando Newton escribe de modo general $F=ma$ está haciendo una inmensa extrapolación, y de manera similar en los otros casos. De hecho, una de las cuatro reglas del razonamiento newtoniano en los *Principia* es la regla inductiva. Lo cierto es que, a partir de esta complementariedad de métodos, los propios cosmólogos ofrecen un viso de compromiso ontológico muy significativo: “la materia y no los números, ni la geometría, ni la aritmética, ni el análisis de funciones; la materia (o materia-energía, si se prefiere) es el Universo físico”⁹⁷. Cabe añadir que en esta postura se supone a las matemáticas (los números, la geometría) como una creación humana.

Por otra parte, no es gratuito el que hayamos iniciado este trabajo con un enfoque epistémico. Es decir, además de que los modelos de explicación de la filosofía referidos en el capítulo uno son una muestra inmediata de la conectividad buscada entre la cosmología y la filosofía, son también un indicio de que buscar la esencia del Universo implica conocerlo lo mejor posible para **extraer sus principios fundamentales**. Por eso empezamos después a describir el mobiliario del cosmos, antes que la casa, porque aquél es más susceptible de conocimiento y conceptualización inmediatos. Por eso también es que, al menos desde el punto de vista de la cosmología, “la parte de la filosofía que se ocupa de las cosas –la ontología– queda subordinada a la que trata de su conocimiento –la epistemología”⁹⁸. Esta no es una aseveración extraña en filosofía, el mismo Jean Paul Sartre plantea que toda ontología es una epistemología, lo cual está en cierta forma implícito en el título de su obra cumbre, *El ser y la nada: ensayo de ontología fenomenológica*.

Ahora bien, sin pretender convertir esta tesis en un recuento histórico de la filosofía cosmológica, con base en lo anterior ahora vale la pena analizar cómo es que “las primeras generaciones de filósofos se ocuparon reiteradamente del qué y el cómo de la materia y sus cambios [ya que] el número y la naturaleza de los «principios» del mundo material fue para ellos una preocupación constante”⁹⁹.

⁹⁷ Martín López Corredoira, “Ideas alternativas sobre cosmología en la ciencia actual” en *La cosmología en el siglo XXI*, p. 114.

⁹⁸ Francisco J. Soler, “Temas filosóficos de la cosmología” en *La cosmología en el siglo XXI*, p. 192.

⁹⁹ Juan Arana, “Preguntas cosmológicas de los filósofos” en *La cosmología en el siglo XXI*, p. 155.

II. Postulados cosmológico-ontológicos de los filósofos clásicos

Además de la argumentación razonada, la lógica y, en su momento, el dar a las matemáticas un lugar privilegiado en la búsqueda de principios fundamentales, los filósofos de la antigüedad clásica contaron con una capacidad de observación paciente y esmerada. Esto derivó en una intuición que les fue ayudando a construir los primeros postulados cosmológicos y, “si hacemos caso a lo que Aristóteles escribió en su *Metafísica*, la astronomía sería una de las actividades o profesiones más antiguas del mundo”¹⁰⁰. Antes de él, otros filósofos, entre ellos los llamados “físicos” –llamados así por su afán de describir los principios de la naturaleza– hicieron diversos intentos por caracterizar al Universo. Es así que, en el **Anexo Uno**, hago un recuento de las principales aportaciones de esa época, desde Tales de Mileto hasta los atomistas, pasando desde luego por Platón y Heráclito.

Lo importante a resaltar en este punto es que varios de los conceptos propuestos por estos pensadores de la antigüedad no han perdido del todo su vigencia. Guardando, por supuesto, las **reservas necesarias** para no cometer anacronismos, podemos, por ejemplo, aludir a Anaximandro (h. 610–h. 547 a. C.), quien denominó a la esencia del cosmos como el *apeiron*, es decir, lo indeterminado. No muy lejana a nuestra noción actual del tamaño del Universo (del cual sabemos que se está incrementando, pero ello no implica que sea finito) Anaximandro hace “una aportación muy significativa, en la medida en que introduce la idea de que el constituyente básico del mundo es un elemento de tipo desconocido o, al menos, no perceptible por nuestros sentidos”¹⁰¹. Por otra parte, Pitágoras (h. 582–h. 507 a. C.) estableció que “todo se podía conocer a partir de los números y que, de acuerdo con ellos, se podía predecir cualquier fenómeno de la naturaleza con el simple razonamiento y, finalmente, medirlo”¹⁰². Esto, evidentemente sustenta el aprecio que tienen los astrónomos por las matemáticas como una de sus herramientas más útiles. Claro que, si el simple razonamiento fuera suficiente, los físicos no necesitarían laboratorios. Por ejemplo, el simple razonamiento no nos hubiera llevado a las ondas hertzianas o a la existencia del núcleo atómico, o de los rayos X.

¹⁰⁰ Manuel Sanromá, “La comunidad científica y la cosmología” en *La cosmología en el siglo XXI*, p. 141.

¹⁰¹ Manuel Sanromá, “El camino hacia el Big Bang” en *La cosmología en el siglo XXI*, p. 13.

¹⁰² Ídem, p. 14.

Haciendo, pues, un recorrido conceptual por los pensadores enumerados en el Anexo Uno, podemos hacer una actualización de sus propuestas para poner a prueba la vigencia de sus postulados. Esto, en el entendido que, en el estado presente de la cosmología, dichos conceptos podrían funcionar como **alegorías didácticas**, es decir, como fenómenos u objetos ideales que forman parte del mobiliario del cosmos. Dicho de otra manera, serían modelos didácticos que explican en tanto que integran a esos objetos en una concepción de la naturaleza y de su funcionamiento, además con una buena dosis de valor estético. Por ejemplo, guardando la debida reserva, los ciclos de generación y destrucción (Empédocles de Agrigento) que surgen de la confrontación de elementos opuestos, podría tomarse como una **alegoría** a la manera en que el calor transforma al hielo en agua templada.

Por otra parte, la búsqueda de Platón de “movimientos circulares y perfectamente regulares” es un antecedente remoto de lo que Kepler, Newton y Einstein buscarían y describirían en siglos posteriores. A su vez, Zenón observó que la Luna no tiene luz propia, sino que la obtiene del Sol mediante el brillo que refleja. Los atomistas, Leucipo y Demócrito, aludían a “mundos infinitos en número en el vacío infinito y que están compuestos por átomos infinitos en número”. Y, finalmente, Heráclito describe el mundo que fue, es y será fuego siempre vivo, que se enciende con medida y se apaga con medida. Asimismo, alude al **logos**, el cual es universal e igualmente comprensible por todos.

Particularmente en Heráclito “suena que el fuego confluya con la claridad, la sequedad, la finura, la liviandad y, en definitiva, con el conocimiento”¹⁰³. En su lectura personal de Heráclito, Werner Heisenberg propone que, si se sustituye la palabra “fuego” por “energía”, podrían repetirse sus planteamientos palabra por palabra y **darles un sentido moderno**. En efecto, para Heisenberg la energía es una sustancia en el sentido que le dan Tales, Anaximandro, Anaxímenes y Heráclito, puesto que la cantidad total de dicha energía no cambia. Igualmente aplica, de acuerdo con Einstein en esta versión moderna del “fuego”, en cuanto que la energía es masa y la masa (la materia) es energía.

La energía es, pues, la sustancia de la que surgen todas las partículas y átomos, y “puede ser transformada en movimiento, calor, luz y tensión; la energía puede ser llamada la causa fundamental del cambio en el universo”¹⁰⁴. El cambio constante que se da a través de la lucha

¹⁰³ Hans Georg Gadamer, *El inicio de la Sabiduría*, Ediciones Paidós, Barcelona, 2001, p. 27.

¹⁰⁴ Werner Heisenberg, *Physics and Philosophy: The Revolution in Modern Science*, Harper Perennial, Nueva York, 2007, p. 37.

de opuestos podría ser la tensión entre dos formas de energía, como lo plantea Empédocles. Es así que, derivado de todo lo anterior, podríamos emitir el siguiente postulado:

- En la definición actual del ente del cosmos podríamos apoyarnos en algunas de las **teorizaciones clásicas**, como alegorías didácticas.

Como lo comenta Steven Weinberg en uno de sus textos (*The First Three Minutes*, 2006) “las percepciones geométricas de los griegos clásicos, aunque de una manera elemental, han resistido las pruebas del tiempo, más que sus percepciones científicas”. No olvidemos que para ellos la geometría estaba presente no solamente en la modelización de la naturaleza, sino también en la expresión de la belleza de dicha naturaleza, por ejemplo, en la escultura. Por supuesto que, con base en lo anterior, no pretendo convertir a los clásicos en precursores directos de los conceptos científicos actuales, lo cual simplemente los encauzaría en una narrativa lineal de progreso. Tampoco deseamos juzgar las posturas de los griegos antiguos con base en lo que actualmente se sabe, como si fuera una especie de presentismo, simplemente acudimos a conceptos surgidos en la antigüedad clásica y vemos si pudieran tener una utilidad didáctica actual.

III. Las cuatro preguntas clásicas

Con base en lo anterior, vale la pena señalar que las cuestiones resaltadas por los clásicos, hace más de dos mil años, se podrían agrupar bajo “cuatro preguntas principales:

- a) ¿De qué está hecho el Universo?
- b) ¿Qué fuerzas lo mueven?
- c) ¿Cómo se originó, si es que lo hizo?
- d) ¿Cuál es su estructura y qué movimientos lo configuran?”¹⁰⁵

Estas preguntas mantienen todavía su sentido y no tenemos respuestas completas para algunas de ellas. Para intentar responder las dos primeras podríamos referirnos al modelo estándar de partículas, ya aludido, así como a la frontera de la cosmología y de la física de altas energías. Una manera condensada, actualizada y práctica de contestar dichas preguntas nos la plantea Sean Carroll, aunque, en lugar de “cómo se originó”, escribiríamos “cómo ha

¹⁰⁵ Juan Arana, “Preguntas cosmológicas de los filósofos” en *La cosmología en el siglo XXI*, p. 155.

evolucionado”, pues aún no sabemos qué había antes del Big Bang como el momento en que se inició esta etapa de expansión del Universo. Carroll alude a un Universo **en evolución**, el cual describe en diez etapas, desde la llamada era Planck hasta llegar al día de hoy, pasando por las etapas de inflación y recombinación. Lo relevante de esta información es que nos muestra la evolución de la materia y energía como si pudiera ser una respuesta a las cuatro preguntas aludidas. En la página siguiente, se presenta un cuadro sinóptico extraído de la información mostrada por Carroll¹⁰⁶. En dicho cuadro aparecen cuatro columnas: el tiempo transcurrido después del Big Bang, el tamaño del Universo con respecto al día de hoy, la temperatura en grados Kelvin y el nombre de la etapa en la evolución del cosmos a la que no estamos refiriendo:

EL UNIVERSO EN EVOLUCIÓN			
TIEMPO	TAMAÑO c/r a hoy	TEMP. °K	ETAPA
10^{-43} seg.	10^{-30}	10^{32}	La era Planck. La gravedad cuántica es importante; las teorías actuales resultan inadecuadas. Ya no podemos acercarnos más hacia el $t=0$ del Big Bang y describirlo con absoluta confianza (ni siquiera con una especulación informada).
10^{-35} seg.	10^{-26}	10^{28}	Inflación. Un periodo temporal de dominación por una forma de energía oscura a una escala de ultra-alta energía. Es una teoría especulativa, aunque ha sido consistente con las observaciones.
10^{-12} seg.	10^{-15}	10^{15}	Fase de transición electro-débil. A altas temperaturas, el electromagnetismo se encuentra unificado con las interacciones débiles. Es a esta temperatura que ambas fuerzas se vuelven distintas.
10^{-6} seg.	10^{-12}	10^{12}	Fase de transición quark-gluón. Los quarks y los gluones se enlazan para formar los protones y los neutrones que vemos hoy en día.
10 seg.	10^{-9}	10^9	Nucleosíntesis primigenia. El Universo se enfría hasta el punto en que los protones y los neutrones pueden combinarse para formar núcleos atómicos, de manera principal, helio, deuterio y litio.

¹⁰⁶ Sean Carroll, *The Evolving Universe* en el blog “Preposterous Universe”

<https://www.preposterousuniverse.com/cosmologyprimer/evolving.html>

3.7 x 10 ⁵ años	10 ⁻³	10 x 10 ³	Recombinación. El Universo se enfría hasta el punto en que los electrones pueden combinarse con los núcleos para formar átomos y se torna transparente. La radiación de microondas cósmica de fondo (CMBR) es una fotografía instantánea de esta era.
10 ⁸ años	10 ⁻¹	30	Edades oscuras. Los pequeños rizos en la densidad de la materia se ensamblan gradualmente para formar estrellas y galaxias. La oscuridad proviene de la falta de estrellas. Esta etapa termina con la ionización del Universo.
5.98 x 10 ⁹ años	5.05 x 10 ⁻¹	5.24	Inicio de la aceleración cósmica. Comienza a dominar la energía oscura por sobre la densidad de la radiación y de la materia.
9 x 10 ⁹ años	7 x 10 ⁻¹	3.9	Formación del Sol y la Tierra. A partir de la existencia de elementos pesados del Sistema Solar, sabemos que el Sol es una estrella de segunda generación, formada hace unos cinco mil millones de años.
13.7 x 10 ⁹ años	10 ⁰	2.74	El día de hoy

De la tabla anterior se deriva, por ejemplo, que la abundancia de los dos primeros elementos químicos, “los más sencillos de la tabla periódica, el hidrógeno y el helio —que constituyen el 99% de toda la materia—, se podían explicar por reacciones que habrían tenido lugar en los primeros minutos del Universo”¹⁰⁷. Hay también algunos puntos adicionales que menciona Sean Carroll que nos podrían ayudar a caracterizar ontológicamente al Universo. Quizá el más significativo es el llamado **principio cosmológico** el cual indica que, en escalas espaciales suficientemente grandes, el Universo es isótropo y homogéneo. Es decir, a gran escala hay una cierta uniformidad (*smoothness*) en la distribución de galaxias, cúasares y la radiación de microondas cósmica de fondo (CMBR). Por otra parte, la regularidad de la expansión del cosmos indica una misma densidad en todos los puntos del espacio. Su curvatura es cercana a cero de acuerdo a lo que observamos en la CMBR. Lo cierto es que, conforme a la tabla propuesta por Carroll:

- La caracterización ontológica buscada en las **preguntas de la antigüedad clásica** puede encontrar respuesta en las teorías cosmológicas actuales, con un debate abierto respecto al origen del Universo.

¹⁰⁷ Ignacio Trujillo y Manuel Sanromá, “La medición del Universo” en *La cosmología en el siglo XXI*, p. 53.

Es decir, no conocemos el origen del Universo observable (tercera pregunta), pero sí sabemos que su punto de partida es una singularidad llamada Big Bang, en la que, tanto la densidad de la materia y energía, su temperatura y su velocidad de expansión, eran sumamente grandes. Podemos entonces “con confianza rastrear nuestros orígenes cósmicos hasta [un estado muy denso y caliente] que inició hace 13.7 miles de millones de años que contenía un inexplicado exceso de partículas respecto a las antipartículas”¹⁰⁸. Por otra parte, según nos indica Carroll, la extrapolación de las leyes actuales de la física puede efectuarse solamente hasta la etapa de la nucleosíntesis; ya que, por ejemplo, en la era Planck las teorías actuales resultan inadecuadas, mientras que la etapa de inflación estaba dominada por una forma de energía oscura (todavía desconocida). En lo concerniente a la fase de transición electro-débil, el electromagnetismo estaba unido con las interacciones débiles y en la fase de transición los quarks y gluones estaban por formar protones y neutrones.

Con base en lo anterior, recordemos la noción de **logos** que mencionamos en el capítulo anterior como un cuerpo de teorías y leyes que pretenden explicar racionalmente el Universo. Podría pensarse que “quizás las leyes fundamentales emergieron junto con el espacio y el tiempo”¹⁰⁹. En todo caso, ese logos ha de tomar en cuenta que el ente del cosmos está en evolución, y las teorías de la física han debido actualizarse, de tal forma que

- En la evolución del Universo, las etapas anteriores son **ontológicamente precursoras** de las subsecuentes, es decir, lo que en las primeras ocurrió sirvió para configurar las siguientes y el logos que lo explique ha de tomar esto en cuenta.

A este respecto, Sean Carroll apunta, por ejemplo, que las perturbaciones iniciales de la densidad de la materia en la etapa de la inflación se reflejan en las anisotropías de temperatura en la CMBR actualmente observable. Es la mecánica cuántica la que nos ayuda a predecir dichas fluctuaciones o anisotropías. Es decir, mientras la inflación sin variaciones cuánticas produciría un cosmos uniforme, podría **especularse** que las fluctuaciones cuánticas de energía de un punto a otro lo que ayudó a configurar la estructura actual del espacio y la materia. Además de las variaciones cuánticas, como mencionamos en el capítulo uno, sin la materia oscura y su correspondiente atracción gravitacional, la CMBR presentaría una sola temperatura y una densidad uniforme, lo cual no se observa.

¹⁰⁸ *Cosmology for the curious*, p. 343.

¹⁰⁹ Ídem, p. 340.

IV. El problema con el principio antrópico

En la búsqueda de las características fundamentales del Universo, algunos cosmólogos le dan preponderancia a la llamada “sintonía fina” (*fine tuning*), definida como “la serie de condiciones iniciales en las leyes de la física que hicieron posible el surgimiento de las estrellas y la vida compleja en la Tierra”¹¹⁰. Este tipo de argumentos van en apoyo del principio antrópico, que dice que cualquier teoría válida sobre el universo tiene que ser consistente con la existencia del ser humano. Para tal efecto, los valores precisos de diversas constantes y condiciones iniciales deben ser satisfechas de manera simultánea, con el fin de hacer posible el surgimiento de vida inteligente.

Aunque lo anterior es perfectamente compatible con que la vida se haya dado de forma fortuita, no debemos excluir –porque no tenemos la información suficiente- combinaciones de parámetros cosmológicos con las que las propiedades la vida no sean posibles. Es decir, si F es la función de dichos parámetros dentro de la campana de la distribución correspondiente, dado que estamos presentes en el Universo, la dispersión de los valores de esos parámetros debe haber abarcar aquella combinación de F donde es posible la existencia humana, por supuesto sin excluir las otras combinaciones. En su libro *Historia del tiempo*, Stephen Hawking expresa que: “vemos el universo de la forma que es porque, si fuese diferente, no estaríamos aquí para observarlo”. Sin embargo, una vez más, esta declaración no es biunívoca; es decir, no es que el Universo sea como es solamente para que estemos aquí para observarlo.

Puede que sea el caso que la realidad sea la opuesta: a lo largo de la evolución del universo se produjeron de manera, llamémosle **fortuita**, una serie de condiciones físicas y químicas, las que finalmente resultaron apropiadas para el surgimiento de una cierta forma inicial de vida muy específica. De ahí en adelante es la evolución biológica la responsable de que estemos aquí. Es decir, la vida surgió de acuerdo a las condiciones que existían en la Tierra cuando se dio. Este es el principio **anti-antrópico** que estamos adoptando.

Por lo tanto, no adoptaremos el principio antrópico, simplemente por considerarlo erróneo. Por otra parte, los valores asociados a la sintonía fina todavía pueden reducirse a una caracterización más esencial. Después de todo, “es de filósofos tratar de unificar lo

¹¹⁰ John Auping, *The Cause and Evolution of the Universe*, AESOP Publications, México, 2018, p. 155.

plural”¹¹¹. Este intento por buscar propiedades ontológicas comunes a dichos parámetros lo llevaremos a cabo en el próximo apartado. Por otra parte, insistimos, el aceptar como un hecho el principio antrópico nos llevaría a descartar la posibilidad de que **el Universo es como es** simplemente producto del azar. Baste mirar la tabla que incluí en el apartado III de este capítulo, en el que se muestra que las dos primeras etapas en la evolución cósmica (la era Planck y la inflación) conllevan conceptos relativos a la gravedad cuántica que alude a una causalidad probabilística y, por otra parte, la etapa de dominación de la energía oscura, de naturaleza incierta. Esto quiere decir que, de alguna manera el Universo, y nosotros mismos, somos producto del azar. A partir de ello, podemos tener argumentos para poner en duda el principio antrópico. No hay que soslayar tampoco la idea de que estamos observando UNA de varias realizaciones del cosmos. De ahí que

“Si las fuerzas que cohesionan los núcleos fueran ligeramente más débiles, o algo más fuertes, el Universo carecería de una química; y no habría vida, que aparentemente es biología, pero que en realidad es física bajo la apariencia de química. Si la fuerza eléctrica fuera algo más fuerte de lo que es, el Sol se habría extinguido antes de que la evolución hubiera llegado a formar organismos. Sólo con que hubiera sido un poco más débil, las estrellas no tendrían planetas y no se conocería la vida”¹¹².

Adicionalmente, es necesario señalar que el principio antrópico es visto con suspicacia para explicar la sintonía fina de las constantes de la naturaleza. En primer lugar, las explicaciones antrópicas asumen “la existencia de un multiverso que consiste de dominios remotos donde las constantes de la naturaleza pueden tomar diferentes valores”¹¹³. Respecto a las constantes de la naturaleza asociadas con la sintonía fina, todas ellas han sido medidas empíricamente; sin embargo, “no se han podido derivar el valor de estos parámetros de primeros principios”¹¹⁴, es decir, en términos filosóficos no se conoce su naturaleza teleológica o de causalidad definitiva. En suma,

“el principio antrópico ha sido con frecuencia descartado por ser impredecible y no estar sujeto a pruebas y, si bien provee una explicación para cualesquier valores de las constantes de la naturaleza que podemos llegar a medir, no parece proveer ninguna manera para verificar si esta explicación es correcta”¹¹⁵.

¹¹¹ Lorenzo Peña, “Entidades culturales” en *El mobiliario del mundo* compilado por Guillermo Hurtado y Oscar Nudler, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, Ciudad de México, 2007, p. 338.

¹¹² Peter William Atkins, *La creación*, Editorial Guadarrama Madrid, 1983, p. 149.

¹¹³ *Cosmology for the curious*, p. 309.

¹¹⁴ Ídem, p. 309.

¹¹⁵ *Ibidem*.

Podríamos decir, adicionalmente, que el principio antrópico de momento no es falseable desde el punto de vista popperiano, aunque una manera de falsearlo sería el hallar en el Universo un tipo de vida con físico-química distinta a la nuestra. Y así, por todas las consideraciones anteriores es que

- Debido a que el principio antrópico no parece proveer **ninguna manera para verificar** si es correcto adoptar las constantes de la sintonía fina, no las tomaremos como referencia para una caracterización ontológica del Universo.

Como ya mencionamos, estemos de acuerdo o no con el principio antrópico, los valores de los parámetros de la sintonía fina todavía pueden reducirse a una caracterización más esencial. Eso es lo que haremos en el último apartado de este capítulo.

V. La caracterización ontológica del cosmos

A lo largo de este texto hemos estado proponiendo vías de convergencia entre la filosofía y la cosmología: a través de los modelos de explicación de la filosofía de la ciencia, así como con la descripción de los objetos del Universo mediante el llamado Mobiliario del Mundo. Para la caracterización ontológica del cosmos del presente capítulo, vamos a aludir a conceptos clásicos de la ontología, dado que dicha caracterización es una tarea más cercana a la filosofía que a la cosmología. Esto servirá también para saber si el acercamiento que se ha propuesto entre filosofía y cosmología resiste la prueba de fuego del vocabulario clásico de la ontología.

Uno de nuestros primeros **intentos** podría proponer una analogía entre el Big Bang y el motor inmóvil, propuesto por Aristóteles, como la primera causa de todo movimiento en el universo y que no es movido por nada. A este respecto, el filósofo argumenta que “lo que está en movimiento y mueve es intermedio, hay ciertamente algo que mueve sin estar en movimiento y que es eterno, entidad y acto”¹¹⁶. Lo cierto es que este primer intento no puede sostenerse porque no hay forma de constatar que la singularidad previa al evento denominado Big Bang (aunque con una densidad de materia y energía inmensas) estuviera del todo inmóvil y tuviera características “eternas”. Por otra parte, estamos conscientes que el motor

¹¹⁶ Aristóteles, *Metafísica*, Biblioteca Clásica Gredos, Madrid, 1994, p. 486.

inmóvil aristotélico claramente está fuera de cualquier consideración histórico-filosófica sobre la inconmensurabilidad. No es nuestra intención sacudir este concepto. Es meramente una alegoría didáctica. Lo relevante aquí es que Aristóteles alude a una “singularidad” metafísica que sirve de explicación a todo movimiento, así como al devenir en el cosmos. Por lo demás, otro concepto aristotélico que parece tener consonancia con lo que buscamos en este capítulo es la noción de **movimiento** como “la actualización [*enérgēia*] de lo que está en potencia”¹¹⁷. Este término cobra relevancia dado que

“en el uso común *enérgēia* se asocia al movimiento (en cuanto que expresa actividad), sin embargo, «se ha extendido también a otras cosas»: en efecto, Aristóteles la aplica a operaciones inmanentes, a cualidades y, en fin, a la forma esencial, específica, que es concebida como «acto» respecto de la materia”¹¹⁸.

Una vez más, de manera intuitiva, el filósofo estagirita asocia la *enérgēia* a todo acto respecto a la materia. Desde luego no estaba en sus manos comprender que la materia derivaría siglos después en un modelo estándar de partículas o que, de acuerdo a la ecuación $E=mc^2$, la materia y la energía son entes equivalentes. Sin embargo, visto en sentido contrario (es decir, desde la conceptualización actual hacia los postulados clásicos), la visión contemporánea que tenemos de la materia está asociada a la energía, tanto en “acto” como en “potencia”. Es decir, tanto en movimiento como en “estado inmóvil”, mismo que es imposible de constatar a causa de la estructura molecular del cuerpo. Otra manera de conceptualizarlo sería que la energía en movimiento está asociada tanto a la energía cinética como a la potencial.

En esta exploración ontológica del cosmos, es el mismo Aristóteles quien nos da un buen indicio de cómo acotar nuestro objeto de estudio. Al hacer alusión a “la ciencia de las causas primeras” (la filosofía), anterior a la segunda causa (la materia) y a la tercera (el movimiento), la primera causa es “la entidad, es decir, la **esencia**, pues el por qué se reduce, en último término, a la definición y el por qué primero es causa y principio”¹¹⁹. Si, como mencionamos en el capítulo dos, la ontología es la doctrina de los caracteres fundamentales del ser, ¿qué

¹¹⁷ *Metafísica*, p. 452.

¹¹⁸ *Ibidem*, p. 370, nota al pie.

¹¹⁹ *Íd.*, p. 80.

constituye, pues, lo esencial a la materia y al movimiento? Siguiendo lo expuesto en el párrafo anterior, la *enérgeia* sigue siendo lo más indicado.

Si consideramos que la filosofía es el punto nodal de la especulación de todas las ciencias, un problema a plantear sería cómo ubicar la relación de la física con la ontología. Habría que preguntar a los físicos si llegan a un punto en el que sus teorías tienen que recurrir a argumentos lógicos, como los de la ontología, para tener un planteamiento más claro acerca del cosmos. Con base en lo anterior, cabría la propuesta de indagar el apego que tienen los físicos con el afán aristotélico de conocer las primeras causas. Este planteamiento no se halla tan alejado de la realidad, en cuanto a que, una de las investigaciones más socorridas de los últimos tiempos tiene que ver con la búsqueda de la primera causa del cosmos. A esta búsqueda se le relaciona con la teoría del Big Bang, quizá como la “ciencia buscada” del inicio del Universo.

De alguna manera, el estudio de la ontología es menos accesible a los sentidos y a la comprobación empírica que la ciencia física. Como ya hemos mencionado, los métodos de estudio de la primera incluyen la argumentación lógica y la estructuración ordenada de ideas, mientras que la física puede recurrir además a métodos experimentales que incluyen la comprobación empírica. Sin embargo, en este tema podríamos tratar de hallar un punto de contacto entre las ciencias físicas y la ontología, en el entendido que el propio Aristóteles da la debida importancia al estudio de las primeras.

Si planteáramos, por ejemplo, una hipótesis para aplicar el principio del cosmos en las cuatro especies de causas aristotélicas (“la material, la esencia o formal, la eficiente o el agente que produce el movimiento, y la [causa] final”¹²⁰), veríamos un punto de contacto entre la física y la ontología. Una propuesta así complementaría la explicación de los físicos, quienes ya tienen mucho adelanto en las causas **materiales**, a través de la evidencia que se ha recopilado con la exploración del Universo. Los aspectos **formales** se han bosquejado a través de modelos matemáticos. Los principios de **eficiencia** se reflejan en experimentos que apoyan o refutan sus teorías. Y, por su parte, la causa **última** del origen del Universo está

¹²⁰ *Metafísica*, p. 98.

aún por establecerse. Es justo aquí donde puede encontrarse una agenda común entre la física y la ontología.

Si asociamos la causa última a la esencia del cosmos, aquella no podría tener la característica de inmovilidad a la que alude Aristóteles. La evidencia científica, sobre todo a partir del siglo XX, nos muestra que nada hay inmutable en el cosmos, todo es cambiante, excepto la velocidad de la luz que es una **constante**. Aunque, cabe anotar, existen trabajos en los que se discute y se buscan evidencias para supuestas variaciones en la velocidad de la luz, como una solución a los problemas de planitud y del horizonte en el Universo. Científicos como John Moffat aseguran que “una variación en el valor de c podría modificar nuestra noción del Big Bang para que pudiera surgir nuestro Universo [... y ello proviene de] los cambios que se dieron en las fases de rompimiento de simetrías en el Universo temprano”¹²¹.

Lo cierto es que la materia, el tiempo y la energía se están transformando de forma continua, e incluso existe una teoría que vaticina que la entropía del universo es finita y tiende a la extinción. El universo mismo está en evolución, y con él, el mundo que nos rodea: el sistema planetario, la Tierra, los continentes, e incluso la evolución biológica sigue su curso. Asimismo, las ciencias basan sus estudios en **principios y leyes** que son propensos a revisión, ya que nuestro conocimiento de las leyes de la naturaleza se va afinando o revisando. Tal es el caso de las leyes que rigen el movimiento de los astros, desde la física newtoniana hasta la teoría relativista de Einstein o el principio cosmológico.

Asimismo, esta propensión a ser revisadas aplica a las leyes de la genética y el comportamiento del ADN, o a las reglas que siempre se cumplen en la mezcla de elementos y moléculas; y así sucesivamente. No es extravagante pensar en la posible evolución de las propias leyes de la física y, con esto, evolucionaria TODO, incluyendo la genética. Ahora bien, pareciera que, en la búsqueda de lo inmutable, las ciencias y la ontología están encontrando ciertos puntos de contacto. Si la energía es la esencia del cosmos ello podría asumirse como un principio inmutable. Es decir, la energía es mutable pero no el que, como principio, sea la esencia del cosmos.

¹²¹ J. W. Moffat, *International Journal of Modern Physics D*, Vol. 2, No. 3, 1993, pp. 351-365.

Yéndonos unos cien años antes de Aristóteles, es momento de retomar lo que mencionamos en párrafos anteriores, relativo a lo que Heisenberg propone: sustituir la palabra “fuego” por “energía” en los escritos de **Heráclito** con el fin de darles un sentido moderno. Como ya anotamos, la energía es la sustancia de la que surgen todas las partículas y átomos, y como explica Heisenberg, “puede ser transformada en movimiento, calor, luz y tensión; la energía puede ser llamada la causa fundamental del cambio en el universo”. De esta manera es que llegamos al postulado más importante de este trabajo:

- La **energía** es la esencia en la caracterización ontológica del Universo, misma que está en un trasfondo de **transformación**.

Los modelos de explicación del primer capítulo de esta tesis involucran algún tipo de representación de la energía. El Mobiliario del Mundo del capítulo dos, en sus distintas modalidades, describe **teorías y fenómenos** caracterizados por alguna forma de energía: las estrellas de la bóveda celeste, los diagramas de Feynman para representar partículas en colisión, la fórmula de la relatividad general, el modelo estándar de partículas, la primera centésima de segundo después del Big Bang, etcétera. Desde las energías cinética y potencial que caracterizan al electrón girando en torno al núcleo atómico, hasta el majestuoso estallido de una supernova, el cosmos se manifiesta esencialmente a través de su energía **cambiante**.

Justamente a partir de este último postulado, y de los escritos de Heráclito, me propongo abundar en el tema con mayor profundidad en trabajos posteriores. Lo más relevante es que ya contamos con una **caracterización ontológica** del cosmos como punta de partida.

CONCLUSIONES

Lo primero a verificar es si se cumplió nuestro propósito de responder a la pregunta de si es posible encontrar un **vínculo** entre la filosofía de la ciencia en general, y la ontología en particular, con el estado actual de la cosmología. Me parece que una manera inmediata de constatar si esto se logró es el dar una revisión sucinta a los **postulados** que fuimos proponiendo a lo largo del texto. Dichos postulados se exponen íntegramente en el anexo DOS y fueron derivándose del desarrollo de ideas que fueron surgiendo a lo largo de los tres capítulos, captando desde luego la argumentación lógica en ellos empleada. Como consecuencia inmediata, al revisarlos se dará una cuenta que la propuesta principal subyacente a este trabajo es la vinculación entre las ciencias naturales y las humanidades.

Cabe señalar que, además de haber ocurrido en la época helenista clásica, no es la primera vez que se presenta un vínculo entre ciencias y humanidades. Un ejemplo del nexo entre la filosofía, y la física en particular, se dio a principios del siglo XX cuando surgió una discusión muy prolífica en torno a la incertidumbre y el indeterminismo inherentes a la mecánica cuántica. A este respecto, científicos de la talla de Einstein y Heisenberg pusieron en evidencia sus conocimientos de filosofía (en particular acerca de las categorías kantianas) y la manera en que la epistemología estuvo presente en sus argumentaciones.

De cierta manera, además de las teorías, modelos y ecuaciones manejados por ambos científicos, ellos buscaron un sustento adicional en la filosofía, aludiendo a primeros principios, tales como el determinismo y la causalidad. En este sentido, me permito mencionar que un antecedente a este proyecto en torno a la filosofía cosmológica es mi tesis de la licenciatura en filosofía (2018), cuyo título fue *Consecuencias epistemológicas del principio de incertidumbre de Heisenberg*. Justo allí inicié una exploración en cuanto a cómo es que las **teorías** y **observaciones** empíricas de la ciencia pueden encontrar un paralelismo con los **conceptos** e **intuiciones** manejados por algunas corrientes filosóficas.

A partir de esa vinculación buscada entre las ciencias naturales y las humanidades, lo que puse en evidencia en el capítulo **uno** de la presente tesis, en el que expongo los diferentes **modelos de explicación**, es que mediante la filosofía en general, y la filosofía de la ciencia en particular, pueden abordarse conceptos de la cosmología contemporánea. Es decir, los modelos de explicación expuestos allí (nomológico deductivo, causal-mecánico, inferencial

estadístico, etc.) pueden ser aplicados para delinear el estatus actual de la cosmología. Por otra parte, derivado de la convivencia entre diferentes paradigmas y sus correspondientes modelos de explicación, los conceptos del **pluralismo** manejados por la filosofía de la ciencia pueden adaptarse a las discusiones actuales de la cosmología.

En cuanto a lo abordado en el capítulo **dos**, no hubo conflicto alguno para enunciar los objetos y fenómenos astronómicos como si ellos pertenecieran al **mobiliario del cosmos**. Tampoco lo hubo para adoptar la clasificación ontológica propuesta por José Gaos, la cual abarca, entre otros, fenómenos físicos que incluyen a objetos del sistema solar y de la esfera celeste, siempre y cuando estén al alcance de nuestro campo visual; así como objetos metafísicos físicos, siendo aquellos que no podemos percibir como fenómenos más que mediante los instrumentos adecuados (telescopios, computadoras, etc.).

En cuanto a los **fenómenos u objetos ideales**, que incluyen números, figuras, modelos y ecuaciones, ellos no han llegado a su versión final, pues el mismo Universo no ha sido conceptualizado en forma definitiva. De hecho, algunos fenómenos u objetos ideales que utilizamos actualmente para describir el mobiliario del cosmos no siempre tuvieron las mismas características con respecto a los primeros instantes del Universo. Es por eso que el inventario del mobiliario del cosmos no se considera del todo concluido, además de que los “pisos” y “paredes” donde se ubica están en expansión, lo cual nos lleva a pensar en un escenario en movimiento que pudiera caracterizar al propio ente del Universo.

En ese mismo capítulo dos, incluimos una noción de **logos** al que aspiramos para describir el mobiliario del cosmos, el cual podría ayudar a constituir una ontología cosmológica. Este logos actualizado lo proponemos para caracterizar la racionalidad en la descripción del cosmos y en ella estamos incluyendo solamente a fenómenos físicos, fenómenos u objetos ideales (teorías, conceptos, ecuaciones) y objetos metafísicos físicos (identificables mediante instrumentos), quedando fuera los objetos y fenómenos psíquicos.

Todo lo anterior nos fue preparando para que, en el **tercer** capítulo pudiéramos proponer algunos atributos propios de la **esencia** del cosmos que satisficieran tanto a la ontología como a la cosmología. Para este efecto, en la definición actual del ente del cosmos podemos apoyarnos en algunas de las teorizaciones clásicas, como alegorías didácticas. Esto debido a que la caracterización ontológica buscada en las preguntas de la antigüedad clásica puede

encontrar respuesta en las teorías cosmológicas actuales, con un debate abierto respecto al origen del Universo.

Una de las premisas fundamentales en este planteamiento es que, en la evolución del Universo, las etapas anteriores son ontológicamente precursoras de las subsecuentes, es decir, lo que en las primeras ocurrió sirvió para configurar las siguientes y el logos que lo explique ha de tomar esto en cuenta. Lo que caracteriza a **todas** esas etapas y que nos llevó a nuestra conclusión final es que la **energía** es la esencia en la caracterización ontológica del Universo, misma que está en un trasfondo de **transformación**.

Ahora bien, volviendo al punto de partida de este trabajo, un vínculo que me parece haber demostrado es el que persiste entre la cosmología contemporánea con la cosmología y ontología clásicas, en donde la observación (aun sin los instrumentos modernos de la actualidad) y el razonamiento llevaron a los griegos de la antigüedad a proponer distintas características propias del ente del cosmos. En el momento actual, guardando las debidas proporciones, varios de esos enfoques helénicos son rescatables, sobre todo la conceptualización que Heisenberg hace acerca del fuego de Heráclito. Esto puede llevarnos a un vínculo casi tan cercano como en la época clásica, en donde **hablar del cosmos era hacer filosofía**.

La **ontología**, tal y como lo estoy proponiendo, puede ser una manera más de razonar en torno a los temas de la cosmología. Esto se está llevando a cabo de manera diversa, por ejemplo, en el programa de Filosofía Cosmológica de la Universidad de Oxford en Inglaterra. Allí se analizan temas actuales del Universo (materia y energía oscuras, modelo estándar de partículas, el multiverso, etc.) tratando de imprimir un razonamiento filosófico a estos temas. Sin embargo, en dicho programa (y en otras fuentes que he revisado) no se están tocando los temas que propongo en mi tesis, por eso tengo confianza en que es innovadora. Es decir, he abordado el análisis de los asuntos cosmológicos actuales vistos desde los modelos de explicación de la filosofía de la ciencia, a través de la estructura ontológica del mobiliario del mundo y con un razonamiento cercano a la filosofía clásica y nada de esto está publicado.

Por cierto, quisiera aclarar lo que en el capítulo uno menciono respecto a que "la **física** es la ciencia que presenta un número mayor de cuestiones fronterizas con la filosofía". Esta aseveración es una cita que está en el ensayo "Temas filosóficos de la cosmología" en *La cosmología en el siglo XXI, entre la física y la filosofía*. Ciertamente, se hace esta afirmación

en el entendido de que la cosmología estaba ya vinculada a la filosofía desde los tiempos clásicos y, en cambio, no había una relación filosófica con otras ciencias actuales como la economía o las neurociencias. Empero, en la actualidad hay una vinculación de muchas disciplinas con la filosofía, por ejemplo, con la literatura a través de la teoría literaria.

Por otra parte, cabe señalar que, en el quehacer diario de los astrónomos, la cosmología **no necesariamente presupone** una ontología. No obstante, lo que trato de demostrar es que, en la construcción de una racionalidad en torno al Universo al estilo kantiano, las ecuaciones, modelos, fórmulas y teorías de la cosmología contemporánea pueden verse fortalecidos con un enfoque ontológico como el que estoy proponiendo. Y, dado que no hay una propuesta como esta en las diferentes fuentes consultadas sobre cosmología filosófica, si bien desde la perspectiva de los astrónomos la cosmología no presupone una ontología, al menos puede integrarse a su corpus teórico.

Me parece que, a partir de trabajos como el presente, podremos seguir hablando de una relación simbiótica y sin contradicciones entre la cosmología, no solamente con la ontología sino con la filosofía en general, en donde el logos propuesto por esta última puede constituirse como una manera organizada de explicar la cosmología. En este sentido, en mi tesis de doctorado pretendo abordar, además de la epistemología y la ontología, también la ética y la estética aplicadas al estudio del Universo.

Muchas gracias por la atención prestada a este trabajo.

ANEXO UNO: ONTOLOGÍA COSMOLÓGICA CLÁSICA

A continuación, un recuento de las respuestas de los clásicos griegos respecto a los principios materiales y dinámicos del cosmos:

Tales de Mileto:

“Pero, en cuanto al número y a la especie de tal principio, no todos dicen lo mismo, sino que Tales, iniciador de tal filosofía, afirmaba que es el Agua (por eso también manifestó que la Tierra estaba sobre el Agua); y sin duda concibió esta opinión al ver que el alimento es siempre húmedo y que hasta el calor nace de la humedad y de ella vive (y aquello de donde las cosas nacen es el principio de todas ellas”.

Aristóteles, *Metafísica*, I, 3, trad. de V. García Yebra, Madrid, Gredos, 1970, vol. I, p. 21.

Empédocles de Agrigento:

“Otros dicen que el mismo mundo alternativamente se genera y se destruye, y al generarse nuevamente se destruye nuevamente, siendo esta sucesión eterna. Esto cree Empédocles, diciendo que al predominar por turnos la Amistad y el Odio, la primera reúne las cosas en lo Uno, destruye el mundo del Odio y crea el Esfero a partir de éste: el Odio en cambio, separa nuevamente los elementos y crea este mundo”.

Simplicio, “Del cielo” 293, 18. *Los filósofos presocráticos*, Madrid, Gredos, 1979, vol. II, pp. 168-169.

Heráclito:

“Este mundo, el mismo para todos los seres, no fue creado por los hombres ni por dioses, sino que fue, es y será fuego siempre vivo, que se enciende con medida y se apaga con medida”.

Hermann Diels, *Los fragmentos presocráticos*, DK, Berlín, reimp. 2005, p. 22 B30.

“El Logos, conforme al que todas las cosas llegan a ser, es ‘común’ en dos sentidos: es universal y es igualmente comprensible por todos”.

Heráclito, *Los fragmentos cósmicos*, recopilado por Cambridge U. Press, 1975, p. 32.

Hesíodo:

“Decidme, ¡oh Musas de las moradas olímpicas!, cuál de los dioses fue el primero. Antes que todas las cosas, fue el Caos, y después la Tierra de amplio seno, asiento siempre sólido de todos los Inmortales que habitan las cumbres del nevado Olimpo, y el Tártaro tenebroso enclavado en las profundidades de la Tierra espaciosa, y Eros, el más hermoso entre los dioses Inmortales, que libra de todas las preocupaciones y sub yuga el ánimo de todos los dioses y todos los hombres la mente y el consejo prudente. Y del Caos nacieron Erebo y la negra Noche; y de la Noche nacieron el Éter y el Día, pues los concibió al unirse con Erebo. Y primero engendró la Tierra el Cielo estre llado, similar a ella en grandeza, para que todo lo cubriese y fuese segura morada de los Dioses dichosos. Y engendró después los grandes Montes, agradables moradas de los Dioses y de las Ninfas, que habitan las montañas llenas de valles. Concibió después a Ponto, el mar indomable y estéril que, al hincharse bate furioso, pero sin el concurso de amoroso brazo...”

Hesíodo, “Teogonía”, 113 y ss. Trad. de R. Mondolfo, *El pensamiento antiguo*, Buenos Aires, Losada, 1969, vol. I, p. 18.

Hipatia:

“Escribió sobre geometría, álgebra y astronomía, mejoró el diseño de los primitivos astrolabios —instrumentos para determinar las posiciones de las estrellas sobre la bóveda celeste— e inventó un densímetro, por ello está considerada como una pionera en la historia de las mujeres en la ciencia”

Margaret Alic, *El legado de Hipatia: historia de las mujeres en la ciencia desde la antigüedad hasta fines del siglo XIX*, Siglo XXI Editores, México, 2005, p.61.

Platón:

“Platón admite en principio que los cuerpos celestes se mueven con un movimiento circular, uniforme y constantemente regular; entonces propone a los matemáticos el siguiente problema: ¿Cuáles son los movimientos circulares y perfectamente regulares que conviene tomar como hipótesis a fin de que se puedan salvar las apariencias pre sentadas por los astros errantes?”

Simplicio, *In Aristotelis libros de Caelo commentarii*, lib. II, cap. XII.

Zenón:

“[...]el sol es fuego puro, es mayor que la tierra y además es esferoidal, análogamente al cosmos; de modo que es fuego porque cumple todos los requisitos del fuego, y es mayor que la tierra por el hecho de que es alumbrada entera por él, y además el cielo; incluso el que la tierra deje una sombra cónica muestra que es mayor, y se le ve desde todas partes debido a su magnitud. La luna es térrea, puesto que también está más próxima a la tierra; a su vez estos astros ígneos y los demás se nutren: el sol, del gran mar, en cuanto que es antorcha inteligente; la luna, de aguas potables, ya que está mezclada de aire y está próxima a la tierra, y los demás, de la tierra; piensan que son esferoidales tanto los astros como la tierra, a pesar de ser inmóvil, y que la luna no tiene luz propia, sino que la obtiene del sol mediante el brillo.

Diógenes Laercio, *Vidas de filósofos*. Zenón, VII, 144-145, trad. de E. Elorduy, “El estoicismo”, vol. 2, Madrid, Gredos, 1972, p. 350.

Los atomistas:

“Leucipo y Demócrito dicen que hay mundos infinitos en número en el vacío infinito y que están compuestos por átomos infinitos en número”.

Simplicio, “Del cielo”, 202, 16, *Los filósofos presocráticos...*, 3, p. 249.

Lucrecio:

“Así pues, el Universo no está limitado en ninguna dirección; pues de estarlo, debería tener un extremo. Pero es evidente que no puede existir un extremo de nada si más allá no hay algo que lo delimita; de modo que se vea el punto allende el cual ya no puede seguir nuestra vista. Ahora bien, como más allá del todo hay que reconocer que no hay nada, no tiene extremo y carece, por tanto, de límite y medida. Y no importa de la región del mundo en que te sitúes: tan cierto es que, desde cualquier lugar que uno ocupe, se extiende el Universo igualmente infinito en todos sentidos.

Lucrecio, *De la naturaleza*, I, 959-967, trad. de E. Valentí, Barcelona, Alma Mater, 1962, vol. I, pp. 48-49.

ANEXO DOS: POSTULADOS FILOSÓFICOS DE LA COSMOLOGÍA CONTEMPORÁNEA

A continuación, un recuento de los postulados filosóficos de la cosmología contemporánea que se han ido planteando a lo largo de este documento:

- Mediante la filosofía en general, y la **filosofía de la ciencia** en particular, pueden abordarse conceptos de la cosmología contemporánea.
- Los **modelos de explicación** usualmente manejados en la filosofía de la ciencia pueden ser aplicados para delinear el status actual de la cosmología.
- Los conceptos del **pluralismo** manejados por la filosofía de la ciencia pueden adaptarse a las discusiones actuales de la cosmología.
- La estructura conceptual propuesta en el libro *El mobiliario del mundo* podría aplicarse al Universo, de tal manera que podamos enunciar los objetos y fenómenos astronómicos que pertenecen al mobiliario del cosmos.
- En la descripción del **mobiliario del cosmos** adoptaremos la clasificación propuesta por José Gaos, la cual abarca fenómenos físicos, fenómenos psíquicos, fenómenos u objetos ideales, objetos metafísicos físicos y objetos metafísicos psíquicos.
- El mobiliario del cosmos abarca **fenómenos físicos** que incluyen a objetos del sistema solar y de la esfera celeste, siempre y cuando estén al alcance de nuestro campo visual.
- El mobiliario del cosmos tiene en **la Tierra** su propio capítulo, i. e., su mobiliario del mundo, el cual abarca todas las categorías propuestas por José Gaos: fenómenos físicos, fenómenos psíquicos, fenómenos u objetos ideales, objetos metafísicos físicos y objetos metafísicos psíquicos.
- Desde el punto de vista de la termodinámica, la Tierra forma parte del mobiliario del cosmos como una **máquina térmica** irreversible y no-adiabática.
- En el mobiliario del cosmos, los objetos que denominamos **metafísicos físicos** son aquellos que no podemos percibir como fenómenos más que mediante los instrumentos adecuados.
- El **inventario** del mobiliario del cosmos no se considera del todo concluido.
- Los “pisos” y “paredes” donde se sitúa el mobiliario del cosmos están en expansión, lo cual nos lleva a pensar en un **escenario en movimiento** que pudiera caracterizar al propio ente del Universo.

- Algunos objetos del mobiliario del cosmos podrían describirse en una buena aproximación como relativamente fijos en su espacio gravitante, aunque la propia “casa” (el espacio cósmico) se esté estirando. A esta descripción se le denomina **co-móvil**.
- Los fenómenos u objetos ideales que utilizamos para describir el mobiliario del cosmos están asociados a una teoría que los respalda, pero no son automáticamente verdaderos y deben ser corroborados o falseados por medio de la evidencia empírica, dado que el **modelo definitivo** del Universo es desconocido aún.
- Los **fenómenos u objetos ideales** que utilizamos para describir el mobiliario del cosmos no han llegado a su versión final, pues el mismo Universo no ha sido conceptualizado en forma definitiva.
- Algunos fenómenos (interacciones, simetrías, estado de ionización) u objetos ideales (regímenes o forma de las ecuaciones que sintetizan sus propiedades) que utilizamos actualmente para describir el mobiliario del cosmos **no siempre** tuvieron las mismas características con respecto a los primeros instantes del Universo.
- Los fenómenos u objetos ideales que utilizamos para describir el mobiliario del cosmos podrían constituir el **logos** al que aspiramos llegar en una ontología cosmológica.
- En la noción de **logos** que proponemos para caracterizar la racionalidad en el cosmos estamos incluyendo solamente a fenómenos físicos, fenómenos u objetos ideales (teorías, conceptos, ecuaciones) y objetos metafísicos físicos (identificables mediante instrumentos), quedando fuera los objetos y fenómenos psíquicos.
- De manera tentativa, pueden proponerse algunos atributos propios de la **esencia del cosmos** que satisfagan tanto a la ontología como a la cosmología.
- En la definición actual del ente del cosmos podríamos apoyarnos en algunas de las **teorizaciones clásicas**, como alegorías didácticas.
- La caracterización ontológica buscada en las **preguntas de la antigüedad clásica** puede encontrar respuesta en las teorías cosmológicas actuales, con un debate abierto respecto al origen del Universo.
- En la evolución del Universo, las etapas anteriores son **ontológicamente precursoras** de las subsecuentes, es decir, lo que en las primeras ocurrió sirvió para configurar las siguientes y el logos que lo explique ha de tomar esto en cuenta.
- Debido a que el principio antrópico no parece proveer **ninguna manera para verificar** si es correcto adoptar las constantes de la sintonía fina, no las tomaremos como referencia para una caracterización ontológica del Universo.
- La **energía** es la esencia en la caracterización ontológica del Universo, misma que está en un trasfondo de **transformación**.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Abbagnano, Nicola, *Diccionario de Filosofía*, Fondo de Cultura Económica, México, 2012.
- 2) Arana, Juan et al., *La cosmología en el siglo XXI: entre la física y la filosofía*, Publicacions URV, edición a cargo de Manuel Sanromà, Tarragona, 2011.
 - Francisco J. Soler, “La cosmología y el problema del tiempo en la física actual”
 - Francisco J. Soler, “Temas filosóficos de la cosmología”
 - Ignacio Trujillo y Manuel Sanromá, “La medición del Universo”
 - Juan Arana, “Preguntas cosmológicas de los filósofos”
 - Juan Arana, “Preguntas filosóficas de los cosmólogos”
 - Martín López Corredoira, “Ideas alternativas sobre cosmología en la ciencia actual”
 - Manuel Sanromá, “El camino hacia el Big Bang”
 - Manuel Sanromá, “La comunidad científica y la cosmología”
- 3) Aristóteles, *Metafísica*, Biblioteca Clásica Gredos, Madrid, 1994.
- 4) Atkins, Peter William, *La creación*, Editorial Guadarrama Madrid, 1983.
- 5) Auping, John, *The Cause and Evolution of the Universe*, AESOP Publications, México, 2018.
- 6) Barrow, John y Frank Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, Oxford University Press, 1986.
- 7) Borges, Jorge Luis, “Tlön, Uqbar, Orbis Tertius”, en *Ficciones*, Alianza Emecé, Madrid, 1980.
- 8) Carroll, Sean, *Energy Is Not Conserved*, en el blog “Preposterous Universe”, <https://www.preposterousuniverse.com/blog/2010/02/22/energy-is-not-conserved/>
- 9) Davies, Paul, *The Accidental Universe*, Cambridge University Press, London, 1983.
- 10) Dupré, John, *The Disorder of Things, Metaphysical Foundations of the Disunity of Science*, Harvard University Press, 1993.
- 11) Einstein, Albert, *On the Method of Theoretical Physics*, Clarendon Press, Oxford, 1933.
- 12) Einstein, Albert, *Physik und Realität*, Franklin Institute Journal, Filadelfia, 1936, vol. 221 (tomado de una traducción del alemán al inglés).

- 13) Einstein, Albert, *Remarks to the Essays Appearing in this Collective Volume*, en P. A. Schlipp (ed.). *Albert Einstein Philosopher-Scientist*, vol. 2, 1949.
- 14) Gadamer, Hans Georg, *El inicio de la Sabiduría*, Ediciones Paidós, Barcelona, 2001.
- 15) Gaos, José, *Del hombre*, UNAM, México, 1992.
- 16) Heisenberg, Werner, *Physics and Philosophy: The Revolution in Modern Science*, Harper Perennial, Nueva York, 2007.
- 17) Holton, Gerald, *La imaginación científica*, FCE, México, 1985.
- 18) Hurtado, Guillermo y Oscar Nudler, compiladores, *El mobiliario del mundo*, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, Ciudad de México, 2007
- Barry Smith, "Ontología".
 - José Robles, "Newton, Henry More, Isaac Barrow".
 - Lorenzo Peña, "Entidades culturales".
- 19) Kant, Immanuel, *Crítica de la razón práctica*, Fondo de Cultura Económica, México, 2008.
- 20) Kant, Immanuel, *Crítica de la razón pura*, Editorial Taurus, México, 2013.
- 21) Kant, Immanuel, *Principios metafísicos de la ciencia natural*, Alianza Editorial, Madrid, 1989.
- 22) Kuhn, Thomas, "Las revoluciones como cambios de la concepción del mundo" en *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*, recopilado por Ana Rosa Pérez Ransanz et al., Siglo XXI editores, México, 1989.
- 23) Locke, John, *La conducta del entendimiento y otros ensayos póstumos*, Editorial Anthropos, Barcelona, 1992.
- 24) Lucrecio Caro, Tito, *De la naturaleza de las cosas*, Barcelona, Alma Mater, 1962.
- 25) Llano Cifuentes, Carlos, *Objetos ideales y entes metafísicos en la obra de José Gaos*, Universidad Panamericana, en el enlace:
- <http://dianoia.filosoficas.unam.mx/index.php/dianoia/article/download/572/576>

- 26) Moffat, John W., *International Journal of Modern Physics D*, Vol. 2, No. 3, 1993.
- 27) Perlov, Delia y Alex Vilenkin, *Cosmology for the curious*, Springer Publishing, Boston, 2017.
- 28) Prigogine, Ilya, *From being to becoming*, Freeman & Cy, San Francisco, 1980.
- 29) Putnam, Hillary, *Reason, Truth, and History*, Cambridge University Press, 1981.
- 30) Quine, Willard, "On What There Is", en *The Review of Metaphysics*, Harper Ed., New York, 1953.
- 31) Rioja, Ana "Einstein: el ideal de una ciencia sin sujeto", *Revista de Filosofía* No. 2/87-108 (3ª época), Editorial Universidad Complutense, Madrid, 1989.
- 32) Sagan, Carl, *Cosmos*, Editorial Planeta, México, 1980.
- 33) Salmon, Wesley, *Four Decades of Scientific Explanation*, University of Pittsburgh Press, 1990.
- 34) Smolin, Lee, *The Life of the Cosmos*, Oxford University Press, 1997.
- 35) Stradnis, Ina et al. Edit., *The Stars*, Dorling Kindersley Books, Penguin Random House, New York, 2016.
- 36) Woodward, James, *Scientific Explanation*, The Stanford Encyclopedia of Philosophy.