UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FILOSOFÍA

ANÁLISIS DEL CONCEPTO DE UNIVERSO EN GIORDANO BRUNO, ISAAC NEWTON Y STEPHEN HAWKING

Trabajo de Grado de Maestría que se presenta como requisito parcial
para optar al Grado de Magister en Filosofía
[Mención Filosofía de la Práctica]

Autor: José Gregorio Bocca

Tutor: José Luis Da Silva

Caracas, Marzo de 2018

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de tutor del Trabajo de Grado presentado por el ciudadano: José Gregorio Bocca Esteban, cédula de identidad Nro. V – 5.309.985, para optar al grado de Magíster en Filosofía, Mención Filosofía de la Práctica, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En Caracas a los 7 días del mes de Marzo de 2018

José Luis Da Silva

C.I.: 6.145.259

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN		5
I.	GIORDANO BRUNO	10
1.1	Marco teórico	11
1.2	Funcionamiento	12
1.3	Origen	23
1.4	Historia (tiempo)	27
1.5	Concepto de universo (espacio)	28
1.6	Características del concepto	30
1.6.1	Método	30
1.6.2	Relación causa / efecto	33
1.6.3	Relación realidad / teoría	33
1.6.4	Relación absoluto / relativo	34
1.6.5	Rol de Dios	35
1.6.6	Rol de la naturaleza	36
II.	ISAAC NEWTON	37
2.1	Marco teórico	40
2.2	Funcionamiento	42
2.3	Origen	50
2.4	Historia (tiempo)	52
2.5	Concepto de universo (espacio)	53
2.6	Características del concepto	54
2.6.1	Método	55
2.6.2	Relación causa / efecto	56
2.6.3	Relación realidad / teoría	58
2.6.4	Relación absoluto / relativo	58
2.6.5	Rol de Dios	59
2.6.6	Rol de la naturaleza	59
III.	STEPHEN HAWKING	61
3.1	Marco teórico	61
3.1.1	Física cuántica	62
3.1.2	Teoría de la relatividad	65
3.1.3	Síntesis	69
3.2	Historia (tiempo)	69
3.3	Funcionamiento	73
3.4	Origen	78
3.5	Concepto de universo (espacio)	82
3.6	Características del concepto	84
3.6.1	Método	85
3.6.2	Relación causa / efecto	89
3.6.3	Relación realidad / teoría	92
3.6.4	Relación absoluto / relativo	95
3.6.5	Rol de Dios	97
3.6.6	Rol de la naturaleza	98

IV. INTERROGANTES PLANTEADAS 99
4.1 ¿Qué conocemos sobre el universo? 99
4.2 ¿Cómo lo conocemos? 101
4.3 ¿Cuál es su origen? 102
4.4 ¿Cuál es su destino? 103
4.5 ¿Tuvo un inicio? 104
4.6 ¿Tiene un final? 104
4.7 ¿Qué había antes de él? 105
4.8 ¿Qué habrá después de él? 105
4.9 ¿Qué es el tiempo? 106
4.10 ¿Es Dios necesario para que el universo sea? 106
4.11 ¿Cómo se representa el ser humano según su concepto de universo? 106

V. ANÁLISIS COMPARADO 110
5.1 Entre metafísica y física 112
5.2 Entre absoluto y relativo 114
5.3 Condición de particularidad del ser humano 116
5.4 El universo es eterno 117
5.5 Determinismo limitado 118
5.6 Posibilidad de síntesis entre el ser eterno y el cambio permanente 119
5.7 Carácter refutable 120

APÉNDICE 123
1. Física Clásica 123
1.1 Leyes de Kepler 124
1.2 Leyes de Newton 125
1.3 Teoría de la relatividad 128
1.3.1 Teoría de la relatividad especial 129
1.3.2 Teoría de la relatividad general 130
2. Principio de conservación de la dualidad masa / energía 131
3. Física (mecánica) cuántica 134
3.1 Constante de Planck 135
3.2 Longitud de Planck 135
3.3 Principio de incertidumbre de Heisenberg 135
3.4 Historias alternativas 136
3.5 Observar modifica lo observado 138
4. Modelo estándar de la física de partículas 139
5. Teoría del todo o unificadora 140
5.1 Teoría de cuerdas 140
5.2 Teoría de súper cuerdas 141
5.3 Teoría M 142
6. El Big Bang como cambio de fase 142

BIBLIOGRAFÍA 144

INTRODUCCIÓN

Al igual que todo concepto, el de universo es indicativo de lo que llamamos el espíritu de la época. Desde antiguas visiones fundamentadas principalmente en mitos, hasta las actuales que derivan de aplicaciones de la física moderna, en particular de la física cuántica y de la teoría de la relatividad. Marco Arturo Moreno Corral, en *La morada cósmica del hombre* (1997)[1], como ejemplo particularmente representativo de la influencia del mito en la concepción del universo, describe de forma resumida a lo largo de la obra la antigua cosmogonía hindú, dispersa entre varias de sus escrituras sagradas precedentes al siglo VI A.C.; en ésta una serpiente cobra negra se muerde la cola para formar con su cuerpo una frontera circular entre, el lugar de los dioses ubicado al exterior que a su vez es asiento de las estrellas, y el interior donde en un océano de leche nada una gigantesca tortuga sobre cuyo caparazón están de pie cuatro elefantes sosteniendo en sus lomos una plataforma que sería el lugar donde se despliega el mundo, es decir, lo que hoy conocemos como el planeta tierra. La visión actual del universo substituye, como fundamento, mitos similares a los descritos por: evidencia física, desarrollo instrumental y avance tecnológico. Stephen Hawking es explícito al referirse a la relación entre concepción cosmológica e ideas propias de cada momento: nuestros conceptos de la realidad y de los constituyentes fundamentales del universo, han cambiado con cada teoría o modelo.[2]

Desde aquella plataforma apoyada sobre elefantes, hasta las consecuencias de los experimentalmente verificados postulados de la física moderna, el pensamiento ha transitado a través de una diversa gama de propuestas sobre los conceptos de realidad y

---

[1] MORENO, M. (1997). *La morada cósmica del hombre*. Fondo de Cultura Económica. México D.F., México.

[2] HAWKING, S. y MLODINOW, L. (2010). *El gran diseño*. pág. 64. Editorial Planeta (Crítica). Barcelona, España.

universo. Entre otras, centraremos nuestro análisis en tres que pueden ser consideradas como puntos de quiebre en relación con las tradiciones y épocas correspondientes. Una, la de Giordano Bruno a finales del siglo XVI, quien partiendo de la teoría copernicana[3] descarta de forma consistente la concepción ptolemaica[4], al explicar con argumentos filosóficos el planteamiento físico-matemático de Copérnico, asumiendo al infinito como realidad conceptual tangible. Otra, la de Isaac Newton, formulada aproximadamente un siglo después de la de Bruno, la cual sistematiza el infinito y cuantifica las relaciones entre sus contenidos. Finalmente, la de Stephen Hawking entre finales del XX y lo que va del XXI, que sin descartar la propuesta newtoniana en el ámbito de las dimensiones propias de la cotidianidad, supera a Newton al considerar la influencia de la dinámica del universo que no está al alcance directo de nuestros sentidos, tanto en el ámbito de la física cuántica, como en el de la teoría de la relatividad, siendo referencia básica la contemporánea propuesta cosmológica en relación con una gran explosión o big bang, sobre la cual nos extenderemos lo necesario sin dejar de tener en cuenta lo indicado por Sergio Torres Arzayús[5]: No hay duda que el modelo seguramente sufrirá ajustes,[6] es decir, estando nosotros plenamente conscientes de la probable transitoriedad de toda propuesta científica, pues éstas conservan su vigencia solo hasta que aparecen otras que necesariamente las substituyen, bien por superar a las precedentes dada la mayor consistencia teórica de las emergentes, o bien por haberse demostrado que la primeras no se ajustaban a nuevas evidencias empíricas. Sobre este aspecto de lo que se considera científico, nos detendremos lo necesario en el

---

[3] Asume al Sol como centro del sistema solar, alrededor del cual giran los planetas y demás cuerpos celestes. Se le denomina heliocentrismo.

[4] Considera a la Tierra como centro de rotación de su sistema planetario y de todo el universo. Se le denomina geocentrismo.

[5] Astrofísico colombiano contemporáneo, asesor y profesor en varias universidades del mundo, en particular las de Berkeley, Roma, Cantabria y Nacional de Colombia.

[6] TORRES, S. (2011). *El big bang: aproximación al universo y a la sociedad.* págs. 28 a 40. Innovación y Ciencia. Vol. XVIII, Nro. 1. International Center for Relativistic Astrophysics. Roma, Italia.

capítulo V, tomando en cuenta lo fundamentalmente propuesto al respecto por Karl Popper en sus *Conjeturas y refutaciones: el crecimiento del saber científico* (1985)[7].

La evolución del concepto de universo, y con ello del que se asume sobre realidad y mundo, es el problema de investigación tratado en el presente trabajo, analizado tal proceso desde las propuestas de los tres autores seleccionados. Siguiendo lo sugerido por Alexandre Koyré[8], intentaremos analizar relaciones entre teología, filosofía y ciencia que permiten apreciar tal evolución. Koyré indica al respecto:

> La ciencia, la filosofía e incluso la teología, están todas ellas legítimamente interesadas en cuestiones relativas a la naturaleza del espacio, la estructura de la materia, los patrones de acción y, finalmente, pero no por ello menos importante, están interesadas en cuestiones relativas a la naturaleza, estructura y valor del pensamiento y la ciencia humanos.[9]

La evolución de las concepciones cosmológicas, ha generado cambios en los conceptos de universo de cada época. En particular en la actualidad, a causa del nivel de desarrollo alcanzado por las ciencias físicas. En tal sentido, los conceptos formulados por cada uno de los tres autores aquí analizados, introducen cambios progresivos respecto a sus precedentes. El concepto de Bruno descarta el modelo ptolemaico, el de Newton permite cuantificar los fenómenos físicos en general y los astronómicos en particular en el ámbito de nuestros sentidos, y el de Hawking trasciende al de Newton al incluir las implicaciones de la física cuántica y de la teoría de la relatividad. El presente trabajo tiene como objetivo principal el análisis histórico comparado de los conceptos de universo de los autores indicados.

Por tanto, nos hemos enfocado de manera específica en el análisis del concepto de universo de cada autor escogido, sin emitir juicios de valor sobre sus contenidos y sin remitirnos de manera extensa a otros autores. Como propuestas precedentes en las que

---

[7] POPPER, K. (1985*). Conjeturas y refutaciones: el crecimiento del saber científico*. Editorial Payot. París, Francia.
[8] (1892 – 1964). Filósofo de la ciencia ruso. Epistemólogo especializado en la cosmología de los siglos XVI y XVII.
[9] KOYRE, A. (1979). *Del mundo cerrado al universo infinito*. pág. 3. Siglo XXI. Madrid, España.

se sustenta cada concepto, identificamos las siguientes: en relación con Giordano Bruno (1548 – 1600), el heliocentrismo copernicano, cuyo inicio se materializa en 1543 al ser publicado *De revolutionibus orbium coelestium*, la obra de Nicolás Copérnico[10] (1473 – 1543) que, desde la racionalidad, ubica al sol como centro de nuestro sistema planetario; respecto a Isaac Newton (1642 – 1727), se debe tomar en cuenta el desarrollo matemático y físico (astronómico) de las leyes de Johannes Kepler[11] (1571 – 1630); y en cuanto a Stephen Hawking (1942 – 2018), los contemporáneos postulados experimentalmente verificados, tanto de la física cuántica, como de la teoría de la relatividad. En los tres autores se aprecia su interés por comprender al universo con la finalidad de abarcar el concepto de infinito y el de eternidad. Dicha comprensión tiene sustentos filosóficos, matemáticos y físicos, los cuales tendrán influencias de distintos alcances en cada uno de los autores estudiados.

Como fuentes fundamentales para nuestro análisis hemos utilizado los tres textos de cuyos contenidos consideramos se puede derivar el concepto de universo de cada uno de los autores estudiados. De Giordano Bruno, *Sobre el infinito universo y los mundos* (1584), de Isaac Newton, *Los principios matemáticos de la filosofía natural* (1687), y de Stephen Hawking, *El gran diseño* (2010). Estas tres obras sintetizan cada una el trabajo de los autores en lo que a cosmología se refiere, razón por la que las hemos considerado como textos base, sin embargo, de manera complementaria, también consultamos otras de sus obras así como las de otros autores relacionados, todas incluidas en las correspondientes referencias y en la bibliografía.

En los tres primeros capítulos realizamos el análisis del concepto de cada autor, siguiendo la secuencia cronológica entre los mismos. En el capítulo cuarto intentaremos

[10] Astrónomo polaco redactor formal del modelo heliocéntrico del sistema solar. El dicho modelo el Sol es el centro de rotación de las órbitas planetarias.

[11] Astrónomo y matemático alemán descubridor y redactor de las relaciones (Leyes de Kepler) que permiten describir, mediante ecuaciones, los movimientos de rotación alrededor del Sol de los planetas integrantes del sistema solar.

responder interrogantes que se derivan de la concepción cosmológica relacionada con los conceptos analizados, mientras que en el quinto es donde específicamente los comparamos desde varios enfoques.

Los contenidos de los capítulos II y III, en los que se analizan los conceptos de universo de Newton y Hawking respectivamente, se fundamentan en conocimientos propios de, la física clásica en el caso del primero, y de la física moderna respecto al segundo. Dada su naturaleza, no es objetivo del presente trabajo profundizar sobre aspectos matemáticos ni físicos relacionados con los temas tratados, sin embargo, consideramos ineludiblemente necesaria para el lector la comprensión de algunos conceptos básicos de tales campos del conocimiento, ello con la finalidad de poder entender el origen de los postulados que conducen a Newton y a Hawking a la estructuración de sus conceptos de universo. Por tales motivos, incluimos en el trabajo un apéndice en el que intentamos explicar de la manera más didáctica posible y simplificando al máximo las matemáticas correspondientes, los conceptos a que nos referimos. No entramos en el desarrollo de los cálculos ni procedimientos que condujeron a la obtención de los mismos, solo hemos considerado lo que proponen como bases teóricas fundamentales en relación con los conceptos de universo de Newton y Hawking. A fin de hacer posible la comprensión de dichos conceptos, estimamos necesaria la lectura en paralelo del apéndice al abordaje de los capítulos II y III, muy en particular en relación con éste último.

Las referencias biográficas de los filósofos, físicos y otros autores proponentes de las teorías y contenidos que aplicamos durante nuestro análisis, están en los capítulos correspondientes, salvo que, con la finalidad de simplificar la comprensión y síntesis de teorías y contenidos, no sean nombrados expresamente tales autores de manera específica en los capítulos, en cuyo caso sus referencias se incluyen en el apéndice.

I. GIORDANO BRUNO

Desde el punto de vista intelectual, la formación de Giordano Bruno tiene como fundamento la teología, la filosofía y la cosmología de su tiempo, dado que era clérigo (dominico) y teólogo. Sustentando sus propuestas en premisas de orden teológico y filosófico aborda la cosmología, avanzando a partir de la concepción copernicana del universo, visión cuyo alcance proyecta hacia el espacio infinito. Roberto Goycoolea Prado califica esta propuesta cosmológica como trascendente:

> La idea de un espacio que se difunde infinitamente y en el cual todo tiene su curso, que todo lo penetra y envuelve, que toca y está directamente relacionado con todo sin dejar en ningún lugar un espacio vacío, fue la influyente aportación de Bruno a la conceptualización del espacio.[12]

El mismo Goycoolea identifica el efecto de la visión de Bruno sobre la concepción ptolemaica: lo esencial de la tesis bruniana estaba conseguido. La esfera de las estrellas fijas se había disuelto en el espacio infinito.[13] El heliocentrismo respecto a planetas circundantes le permite intuir la existencia de infinitos mundos, esto a partir de la presencia de también infinitas estrellas análogas al Sol, las que estarían acompañadas de igual cuantía de cuerpos celestes como los planetas. Deduce que, si hay infinitos mundos y estrellas, solo pueden ser tales en un universo también infinito, por tanto ilimitado, acéntrico y homogéneo, el cual siendo causado y determinado por Dios es único, eterno e inmóvil. Esta propuesta Bruno la construye mediante un ejercicio deductivo que parte de la tesis copernicana, aplicando cualidades esenciales de Dios al universo, dada la condición de causalidad del primero respecto al segundo, como también la cualidad metafísica en el uso del concepto de infinito considerado ilimitado. El concepto de universo se postula en su obra *Sobre el infinito universo y los mundos*

---

[12] GOYCOOLEA, R. *Metafísica del infinito y concepto de espacio en Giordano Bruno (1548 – 1600).* http://serbal.pntic.mec.es/AParteRei/. pág. 8.
[13] Ibíd. pág. 12.

(1584), objeto central de nuestro análisis. Tratando de adaptarnos a la secuencia de pensamiento de Bruno, iniciamos su estudio por lo que propone sobre el funcionamiento del universo, siguiendo con su origen y finalizando en lo referido a la historia.

1.1 Marco teórico

Según ya indicamos, junto a la formación de teólogo adquirida por Bruno como clérigo dominico, también obtuvo la propia del filósofo. Durante su permanencia en la Orden Dominica conoció la filosofía de Aristóteles y la teología de Santo Tomás de Aquino. Aproximaciones biográficas[14] sugieren influencia de contenidos del *Corpus Hermeticum* (1471)[15] y del neoplatonismo sobre el pensamiento del autor, pero fundamentalmente son las ideas de Nicolás De Cusa[16] (1401 – 1464) y Bernardino Telesio[17] (1509 – 1588), como panteísta el primero y contrario a la filosofía aristotélica el segundo, las que pueden considerarse determinantes, en particular las del primero en cuanto a la concepción de un universo infinito, imagen de Dios, poblado por infinitos mundos. Apoyándose preferentemente en argumentos racionales con bases conceptuales derivadas de la reflexión metafísica, más que en imposiciones propias de autoridad alguna, incursionó en estudios cosmológicos, en particular en relación con la concepción copernicana de nuestro sistema solar, concluyendo de manera inductiva que su dinámica se repite en otros infinitos sistemas estelares. Su aporte teórico al respecto, se sintetiza fundamentalmente en tres obras: La primera, *La cena de las cenizas* (1584), la segunda, *Sobre la causa, el principio y el uno* (1584), y la tercera, *Sobre el infinito universo y los mundos* (1584). En conjunto, las tres conforman los denominados *Diálogos metafísicos* (1584). De las tres, son la primera y la tercera, en las que el

[14] AUDI, R. (2004). *Diccionario AKAL de filosofía*. pág. 123. Ediciones AKAL, S.A. Madrid, España.
[15] FISINO, M. (1471). *Corpus Hermeticum*. Bibliotheca Philosophica Hermética. Ámsterdam, Holanda.
[16] Teólogo y filósofo alemán. Su planteamiento unitario entre Dios y universo (mundo) es precursor respecto al de Giordano Bruno.
[17] Filósofo y naturalista italiano. Propone a la naturaleza como asiento de un alma divina, idea previa a la de Bruno e influyente sobre su pensamiento.

universo como objeto de estudio de la astronomía, se convierte en tema principal. En particular, es *Sobre el infinito universo y los mundos* el texto en que se sintetiza el concepto de universo de Bruno. Angel Cappelletti en el prólogo de la obra especifica:

> …en 1584 salen a luz en Londres La cena de las cenizas (…) Sobre la causa, el principio y el uno (…) y Sobre el infinito universo y los mundos (…) Estos tres diálogos (…) reciben el nombre de "diálogos metafísicos" (…) hay dos, La cena de las cenizas y Sobre el infinito universo y los mundos, en los cuales ocupan lugar preeminente las discusiones de carácter astronómico (…) La cena de las cenizas y (…) Sobre el infinito universo y los mundos, (…) están íntimamente relacionados entre sí (…) El diálogo Sobre el infinito universo y los mundos (…) es la versión cosmológica de la metafísica bruneana; (…) concepción (…) heliocéntrica; (…) continuo espacial; (…) el infinito universo; (…) los mundos innumerables; (…) la existencia de seres vivos e inteligentes en otros planetas y estrellas, y, un Dios inmanente, idéntico, en el fondo, al universo infinito, aunque conceptualmente diferenciable de él.[18]

El panteísmo de Nicolás de Cusa y la concepción copernicana del sistema solar, pueden considerarse en conjunto como marco teórico base del concepto de universo de Bruno. La unión de ambas ideas se aprecia como antecedente a lo que habrá de proponer Isaac Newton al respecto. En relación con tal circunstancia precisa Cappelletti: La cosmología de Bruno anuncia a Newton y a la física moderna…[19]

1.2 Funcionamiento

La substitución de la propuesta ptolemaica por la copernicana, vale decir, el dejar de considerar al planeta Tierra como centro del sistema solar, para hacerlo con el Sol, introdujo un cambio estructural en la concepción cosmológica con efectos trascendentes en tiempos de Giordano Bruno, partiendo de una nueva comprensión de la dinámica y funcionamiento del sistema planetario al que pertenecen, tanto la Tierra, como el Sol. La superioridad de lo presentado por Nicolás Copérnico, respecto a lo hecho por

---

[18] BRUNO, G. (1584). *Del infinito universo e mondi (Sobre el infinito universo y los mundos).* Traducción del italiano, prólogo y notas de Angel Cappelletti. Segunda Edición. 1981. págs. 6 a 19. Editorial Aguilar. Buenos Aires, Argentina.
[19] Ibíd. pág. 21.

Claudio Ptolomeo[20], deriva de la apreciable coherencia entre, lo postulado por el clérigo polaco, y lo experimentalmente verificable en cuanto a las trayectorias relativas entre los planetas y la única estrella del sistema solar. Acorde con la concepción copernicana, el autor reconoce y califica la Tierra, en su condición de planeta, como igual respecto a los otros integrantes del grupo al cual pertenece, sin características especiales algunas, trasladándose alrededor del Sol y rotando sobre un eje propio:

> …la tierra no es más centro que cualquier otro cuerpo mundano (…) algo semejante sucede con todos los otros cuerpos (…) La Tierra, por tanto, no está en el medio del universo de un modo absoluto, sino en relación con esta región nuestra (…) este astro cósmico en el cual estamos, que, sin encontrarse clavado en orbe alguno, discurre, movido por su principio intrínseco, su alma y su naturaleza, a través del común y amplio campo, en torno al sol, y gira sobre el propio eje…[21]

A partir de lo observado respecto a la traslación y rotación terrestres, el autor extrapola estos fenómenos tanto hacia el resto de integrantes planetarios del sistema solar, como hacia otras agrupaciones análogas, reconociendo desde entonces que la traslación no es perfectamente circular sino muy próxima a dicha cualidad geométrica. Propone la similitud de características entre los planetas, reiterando que la Tierra es uno entre otros, sin características que permitan calificarla como extraordinaria. Apoyado en hechos demostrados por la astronomía de su tiempo, como por ejemplo la esfericidad de la tierra y la disposición planetaria del sistema solar según indica la propuesta copernicana, circunstancias experimentalmente verificadas con instrumentos de observación disponibles en su tiempo (astrolabio y sextante) a su vez en proceso de ser generalmente aceptadas para entonces, Bruno reconoce que no existen distancias idénticas entre la Tierra y los otros planetas, ni ubicación de estos en una órbita común.

---

[20] Aproximadamente siglo II a siglo III d.C. Astrónomo, astrólogo, químico, geógrafo y matemático egipcio, cuya relevancia relacionada con nuestro análisis se apoya en haber sido quien formuló el modelo geocéntrico del sistema solar.

[21] BRUNO, G. (1584). *Del infinito universo e mondi (Sobre el infinito universo y los mundos).* Traducción del italiano, prólogo y notas de Angel Cappelletti. Segunda Edición. 1981. págs. 50 y 61. Editorial Aguilar. Buenos Aires, Argentina.

De manera inductiva, a partir de todos estos hechos particulares, el autor generaliza atribuyendo a infinitos planetas distintos a la Tierra las características y movimientos propios de ésta. Tal inducción se fundamenta en la analogía o semejanza que a priori puede establecerse entre objetos, en este caso planetas o mundos, cuya naturaleza se aprecia precisamente análoga o semejante. Tal relación alude a iguales características, propiedades, movimientos, composiciones, estructuras, apariencias, y en general a toda cualidad o atributo que permita identificar a cualquier conjunto de objetos. En tal sentido, Bruno precisa al respecto lo siguiente:

> …así como este (astro), cuando se mueve naturalmente con toda su potencia, no tiene movimiento sino semejante al circular, con el cual gira en torno al propio centro y da vueltas alrededor del sol, así necesariamente sucede con aquellos otros cuerpos que son de la misma naturaleza (…) hay semejanza entre todos los astros y entre todos los mundos (…) la misma constitución tienen esta tierra y las otras (…) por haber admitido el movimiento de la tierra, sabemos que aquellos mundos no son equidistantes de éste y que no están, situados en un único círculo deferente (…) estos cuerpos de los mundos se mueven en la región etérea y no están más fijos o clavados en cuerpo alguno que lo está esta tierra, la cual es uno de ellos.[22]

Aludiendo el autor al espacio infinito cuando se refiere a la región etérea, considerada en la mitología griega como el lugar donde habitarían los dioses, o el cielo aristotélico integrado de un quinto elemento (el éter) en movimiento circular, y tomando en cuenta la concepción copernicana, caracteriza las posiciones y movimientos relativos de los cuerpos celestes que integran el Sistema Solar, solo apreciables en su época prácticamente de manera directa, es decir, a simple vista, si tenemos en cuenta que los primeros telescopios fueron construidos a finales del siglo XVI, en 1590 y 1592 por Juan Roget y Hans Lippershey respectivamente[23]. Acertadamente atribuye Bruno las características de las geometrías de las órbitas planetarias a las consecuencias derivadas del movimiento de traslación de La Tierra a través del plano perpendicular al eje de

---

[22] Ibíd. págs. 43, 59 y 78.
[23] RIGUTTI, A., MAZZUCCONI, F., y MANNUCCI, B. (2010). *Observar el cielo*. Ediciones Tikal. Madrid, España.

rotación del Sol, plano que se conoce como eclíptica. Respecto al movimiento aparente de las estrellas, también de manera correcta lo describe partiendo de la apreciación del tránsito de estas teniendo como fondo el espacio infinito:

> …se advierte que el movimiento general y el de los llamados "excéntricos" y cuantos pueden relacionarse con el llamado firmamento, (…) realmente dependen de un movimiento que realiza la tierra con su centro por la eclíptica (…) el movimiento propio de cada estrella se basa en la diferencia que se puede verificar subjetivamente en ella en cuanto se mueve por sí misma a través del campo del espacio.[24]

Bruno extrapola de manera inductiva la concepción copernicana más allá de los límites del sistema solar, generalizando respecto a conjuntos similares las características particulares de éste, lo que le sirve de fundamento para proponer la existencia de infinitas agrupaciones como la que integran el Sol y los planetas que lo circundan. La analogía entre tales sistemas es absoluta para el autor. Eleva Bruno, la innumerable presencia de éstos junto con sus componentes, a la infinitud, proponiendo la existencia de infinitos de todos ellos, los que a su vez estarían ubicados en un lugar sin límite alguno: hay infinitas tierras, infinitos soles y un éter infinito…[25] Superando la solo virtual limitación del espacio infinito, cotidianamente nombrado como cielo, la cual es atribuible a nuestra incapacidad para verificar a simple vista su cualidad de ilimitado, Bruno, nuevamente aplicando la inducción, supone la presencia de infinitos cuerpos cósmicos, sugiriendo la posibilidad de estar habitados por seres sensibles, calificando esta última circunstancia con igual valoración respecto a la Tierra:

> …más y más allá de aquel límite imaginario del cielo hay siempre una región etérea y cuerpos cósmicos, astros, tierras, soles, y todos absolutamente sensibles en sí mismos y para quienes están dentro o cerca de ellos, aun cuando no sean sensibles para nosotros por su lejanía y distancia (…) así como es bueno que este mundo exista no es menos bueno que exista cada uno de los otros infinitos.[26]

---

[24] BRUNO, G. (1584). *Del infinito universo e mondi (Sobre el infinito universo y los mundos)*. Traducción del italiano, prólogo y notas de Angel Cappelletti. Segunda Edición. 1981. pág. 28. Editorial Aguilar. Buenos Aires, Argentina.
[25] Ibíd. pág. 52.
[26] Ibíd. págs. 26 y 58.

Una vez que el autor, a partir de sus observaciones y razonamientos, propone la existencia de infinitos cuerpos cósmicos, integrados en infinitos sistemas como el sistema solar, con infinitos planetas posiblemente habitados, y ubicados todos en un lugar sin límite alguno, inevitablemente postula un universo infinito: el universo será de extensión infinita y los mundos serán innumerables.[27] Esta afirmación, próxima a un postulado, como conclusión es alcanzada por el autor sin apelar de manera directa a la matemática, la geometría, ni la astronomía, disciplinas no dominantes en los contenidos propios de su formación como clérigo, teólogo y filósofo, Bruno llega a ella de manera inductiva y a través fundamentalmente de la reflexión metafísica aplicada en general a la búsqueda de principios esenciales de lo real y en particular respecto a la naturaleza del infinito, concluyendo que éste ha de ser a su vez indefinido. Acorde con la acepción de dato primordial elaborada por Juan David García Bacca en su *Metafísica natural estabilizada y problemática metafísica espontánea* (1963), según la cual puede entenderse éste como: Cualquier cosa, objeto o frase que sea de vez primera y primaria en un orden[28], con razonable aproximación podemos afirmar que Bruno toma como tal la naturaleza infinita del universo, a partir de lo cual concluye que también ha de ser indefinido. Sobre su conclusión, considera el autor que a ella se arriba de manera inevitable: el universo debe ser infinito por la capacidad y aptitud del espacio infinito…[29] Previamente, ya lo había indicado: De lo que vemos, pues, más bien debemos inferir lo infinito, ya que no se da cosa alguna que no sea limitada por otra y no observamos ninguna que se limite por sí misma.[30]

---

[27] Ibíd. pág. 38.
[28] GARCIA BACCA, J. (1963). Metafísica natural estabilizada y problemática metafísica espontánea. pág. 17. Fondo de Cultura Económica. México D.F., México.
[29] BRUNO, G. (1584). *Del infinito universo e mondi (Sobre el infinito universo y los mundos).* Traducción del italiano, prólogo y notas de Angel Cappelletti. Segunda Edición. 1981. pág. 40. Editorial Aguilar. Buenos Aires, Argentina.
[30] Ibíd. pág. 26.

Postula finalmente el autor un universo infinito cuyo contenido es también infinito en cuanto a sistemas estelares, como el solar, con sus planetas y otros cuerpos cósmicos, mostrando la influencia que en sus propuestas tuvo Bernardino Telesio como pensador contrario a varias tesis cosmológicas aristotélicas, por ejemplo sobre un universo finito, esférico y geocéntrico estando la Tierra inmóvil y en el centro. El autor se refiere a un universo sin límite alguno: el universo no tiene límite ni extremo sino que es inmenso e infinito…[31] Alude Bruno a tales cuerpos de manera explícita: hay un infinito, es decir, una región etérea inmensa, en la cual existen innumerables e infinitos cuerpos, como la tierra, la luna y el sol…[32]

Para hacer entendible su propuesta en términos comunes, describe la cualidad de ausencia de límites en función de los parámetros que se aplican para medir y ubicar la tridimensionalidad del espacio en el ámbito de lo cotidiano, haciéndolo también en el contexto geométrico utilizando como referencia la relación entre la circunferencia y su centro. Aunque el autor asume como absoluto el espacio infinito, su reconocimiento de la posibilidad de ubicar un centro en cualquier lugar del universo sin que ese sitio sea considerado de manera particular alguna, alude a la relatividad entre ubicaciones en el espacio y en consecuencia entre movimientos de los cuerpos que en él habitan. Su ejemplo utilizando propiedades geométricas de la circunferencia es ilustrativo de tal planteamiento, derivado por el autor a partir de la reflexión filosófica, sin necesitar aplicar matemáticas específicas. Precisa Bruno al respecto:

> …en el espacio inmenso no hay diferencia de alto y bajo, derecha e izquierda, adelante y atrás (…) en el universo no hay medio ni circunferencia sino que, si se quiere, en todas partes está el medio y cada punto se puede considerar como parte de alguna circunferencia en relación con algún otro medio o centro.[33]

---

[31] Ibíd. pág. 82.
[32] Ibíd. pág. 47.
[33] Ibíd. págs. 94 a 95.

Aceptada la concepción copernicana del Sistema Solar y habiendo extrapolado sus efectos sobre el espacio ilimitado, lo cual conduce al autor a postular un universo infinito poblado de infinitos cuerpos cósmicos, dado que todos ellos manifiestan diversos movimientos, Bruno procede a explicar la causa de ello. No la atribuye a agente externo alguno respecto a dichos cuerpos, lo hace en relación con un principio interno, la propia alma, calificando de esta manera como portadoras y portadores de ánima, a las estrellas, los planetas, y al resto de integrantes de los sistemas estelares, específicamente se refiere al instinto animal de la Tierra en calidad de causa de sus movimientos. Estableciendo analogías y semejanzas entre los cuerpos cósmicos y los seres vivos, en particular respecto a los dotados de instinto animal, sin utilizar argumentos apoyados en física o matemáticas, el autor confronta el paradigma que propone la imposibilidad de que materia inerte como la que compone a las estrellas y planetas esté dotada de algún tipo de principio vital. La observación de la realidad y la consecuente identificación de similitudes, derivadas fundamentalmente de la presencia del movimiento, bien en cuerpos cósmicos, bien en seres vivos, es una pauta de relevante importancia aplicada por Bruno para elaborar sus propuestas, asumiendo al alma, acorde con su pensamiento, como energía vital presente en toda expresión material del universo, esté o no dotada de vida según ésta es considerada en su acepción común. Especifica al respecto:

> …el movimiento de los mundos infinitos no proviene de un motor extrínseco sino de la propia alma (…) siendo infinitos los mundos contenidos en él, como las tierras, los fuegos y otras clases de cuerpos llamados astros, se mueven todos por un principio interno, que es la propia alma (…) ésta (la Tierra), por su instinto animal intrínseco, gira sobre sí misma de varias maneras y en torno al sol.[34]

Como lo hace con cada uno de sus integrantes, en cuanto al universo como totalidad que los contiene, el autor le atribuye ser portador de alma y cualidad animal,

[34] Ibíd. págs. 27 y 43.

pero no alma y animalidad particulares separadas de cada una de las de los cuerpos cósmicos, dado que para Bruno el alma del universo contendría en sí toda el alma, abarcando y siendo el universo todo lo animado. Para el autor esto es independiente de que el universo no tenga forma definida y no disponga de sentidos que le permitan percibir su propio contenido. El universo es propuesto por Bruno como un organismo vivo en el que sus componentes están en movimiento. El autor, dada su formación, conocía el latín, lengua de la que deriva el término "animal", específicamente de palabras[35] tales como: "animalis" cuyo significado es "que tiene alma o vida", y de "ánima" que indica "el alma, el espíritu, lo que anima el cuerpo". En este contexto, define Bruno fusionando los significados de "animalis" y de "ánima" al universo como algo vivo y portador de alma, en general contentivo de todo lo viviente y de todo lo animado. Precisa el autor: Digo además que este infinito e inmenso (universo) es un animal, aunque no tenga una determinada figura y sentidos que lo relacionen con las cosas exteriores, puesto que él tiene en sí toda el alma y abarca todo lo animado y es todo lo animado.[36]

El alma, es para Bruno el principio interno que impulsa todos los movimientos de todos los cuerpos cósmicos, vale decir, el alma es para el autor el motor de los mismos, por tanto, siendo infinito el número de tales cuerpos, también lo ha de ser el de almas, dado que cada cuerpo tendría la suya. El autor, muestra la idea Neoplatónica del alma en cuanto movilizadora de la inteligencia pura que emana de El Uno, vale decir de Dios, indica que a estas almas les confiere la capacidad para el movimiento un ente de naturaleza divina, de quien dependerían todos y cada uno de los movimientos en todos y cada uno de tales cuerpos. Explica Bruno:

---

[35] SALVA, V., y VALBUENA, M. (1846). *Diccionario latino-español*. Imprenta y librería de Martínez de Aguilar. Quinta edición. Málaga, España.

[36] BRUNO, G. (1584). *Del infinito universo e mondi (Sobre el infinito universo y los mundos)*. Traducción del italiano, prólogo y notas de Angel Cappelletti. Segunda Edición. 1981. pág. 60. Editorial Aguilar. Buenos Aires, Argentina.

> Hay, por tanto, infinitos motores, así como hay infinitas almas en estas infinitas esferas, las cuales, como son formas y actos intrínsecos, en relación con todos los cuales hay un gobernante del que todos dependen; hay un primero, que confiere la fuerza del movimiento a los espíritus, almas, dioses, números y motores, y confiere la movilidad a la materia, al cuerpo, a lo animado, a la naturaleza inferior, al móvil.[37]

El universo es para el autor infinito e inmóvil. Según especifica Manuel Cabada en su artículo *Giordano Bruno y su concepción de la infinitud de la realidad* (2010): Bruno abogará pues, por un universo en su totalidad simultáneamente homogéneo e infinito (…) por su infinitud misma es en consecuencia esencialmente inmóvil.[38] Por otra parte, del supremo ser de naturaleza divina, es decir, de Dios, dependen todos los movimientos, ello implica que no hay un primer motor separado de éste que suministre el impulso inicial, dado que es dicho ser quien causa todo movimiento: siendo el universo infinito e inmóvil, no es necesario buscar el motor del movimiento.[39] No habiendo tal primer motor, cada cuerpo cósmico se movería impulsado, según ya se indicó, por su propia alma como principio intrínseco: los astros en este inmenso espacio etéreo se mueven por un principio intrínseco (…) No hay un primer móvil que arrastre realmente a tantos cuerpos…[40]

Siguiendo esta línea de razonamiento, concluye Bruno: la divinidad, que es como el alma del alma, pues está toda en todo…[41] es la causa primera de todo movimiento y estando en todo es al mismo tiempo la totalidad, vale decir, se establece entre Dios y el universo identidad de la que se puede inferir aproximación al panteísmo, aunque sin que ninguno trascienda al otro. Puede asumirse con razonable aproximación que aun proponiendo Bruno tal identidad entre Dios y universo, reconoce en el primero jerarquía

---

[37] Ibíd. págs. 94 a 95.
[38] CABADA, M. (2009). *Giordano Bruno y su concepción de la infinitud de la realidad*. pág. 200. Pensamiento, vol. 66. Número 248. Universidad Complutense de Madrid. España.
[39] BRUNO, G. (1584). *Del infinito universo e mondi (Sobre el infinito universo y los mundos)*. Traducción del italiano, prólogo y notas de Angel Cappelletti. Segunda Edición. 1981. pág. 43. Editorial Aguilar. Buenos Aires, Argentina.
[40] Ibíd. pág. 93.
[41] Ibíd. pág. 44.

ontológica superior a la del segundo, dado que Dios abarca al universo, mientras que éste no hace lo propio con el ser poseedor de la divinidad suprema. Por tanto no serían estrictamente el mismo ser. Al respecto Manuel Cabada aclara:

> En su fundamentación de la realidad creada como infinita Giordano Bruno utiliza una serie de razonamientos metafísicos que están estrechamente en relación con la concepción de la divinidad como en sí misma infinita. En consecuencia, la realidad que tiene su origen en la divinidad ha de ser pensada también como poseyendo de algún modo el carácter de infinita (…) El resultado es una grandiosa visión de la realidad, que aparece en el sistema bruniano como simulacro o ícono creado de la misma infinitud de la realidad sin identificarse panteísticamente con ella.[42]

Idéntica consecuencia deriva en cuanto al ser humano, dado que éste es inmanente al universo mismo. Específicamente propone el autor: Dios lo mueve todo y (…) otorga el movimiento a todo lo que se mueve.[43] Para el autor, las normas que regulan el universo, las cuales derivan de la inteligencia pura de Dios, por lo que son de naturaleza filosófica, promovidas por él que lo mueve todo, aplican de igual manera en todo lugar y cuerpo cósmico: todas las tierras son dignas de regirse por la misma norma y todos los soles también.[44] Los integrantes del universo estarían compuestos en su totalidad de la misma substancia: la materia primera del todo es una sola…[45] Nombra Bruno de manera explícita una de las normas que aplican en todo lugar del universo y para todos los cuerpos cósmicos, la gravitación universal, la que acorde con las propuestas de Nicolás de Cusa, actuaría de manera uniforme en un infinito universo en el que dada tal cualidad no es posible ubicar un centro único, es decir, en el que para cualquier referencia se puede tomar como centro cualquier lugar. La estructuración de una teoría formal sobre la gravitación universal estaría posteriormente a cargo de Isaac Newton. Esto lo indica

---

[42] CABADA, M. (2009). *Giordano Bruno y su concepción de la infinitud de la realidad.* pág. 197. Pensamiento, vol. 66. Número 248. Universidad Complutense de Madrid. España.
[43] BRUNO, G. (1584). *Del infinito universo e mondi (Sobre el infinito universo y los mundos).* Traducción del italiano, prólogo y notas de Angel Cappelletti. Segunda Edición. 1981. pág. 45. Editorial Aguilar. Buenos Aires, Argentina.
[44] Ibíd. pág. 63.
[45] Ibíd. pág. 64.

el autor de dos maneras: una, considerando a la superficie de los cuerpos cósmicos como el arriba y a su centro como el abajo, lo que sugiere que la trayectoria de caída natural de arriba hacia abajo es coherente con la atracción gravitacional que actúa desde la superficie de todo cuerpo cósmico hacia su centro, y la otra, dando cuenta de la relación inversa entre intensidad de la atracción gravitatoria y separación entre los cuerpos donde se manifiesta:

> …para todos los mundos la parte exterior de su circunferencia es el arriba y el centro interior es el abajo, y para determinar el medio, al cual sus partes naturalmente tienden, no se considera el exterior sino el interior de aquellos (…) ha sido bastante experimentado en las partes de la tierra que, a partir de cierto término de su distanciamiento y lejanía, suelen retornar a su continente (…) tanto más rápidamente cuanto más se acercan.[46]

Previamente, Angel Cappelletti indica en relación con dicha ley newtoniana, en nota a pie de página respecto a la cita inmediata anterior lo siguiente: Bruno apunta aquí acertada y sagazmente hacia las leyes de gravitación y a la aplicación que de ellas hace Newton en la tercera parte de sus Principia Mathematica Philosophiae Naturalis (cuando trata de los movimientos de los cuerpos celestes).[47]

Sintetizando: Bruno proyecta más allá del Sistema Solar las implicaciones de la concepción copernicana. Reconociendo similitud entre La Tierra y los otros cuerpos cósmicos que lo integran, extrapola esta cualidad a todos los sistemas análogos externos, incluso a las estrellas observables en el espacio profundo. Esto lo lleva a proponer la existencia de infinitos sistemas estelares con toda la variedad de sus componentes en un universo infinito, cada uno sujeto a movimientos diversos, en particular traslación alrededor de estrellas y rotación sobre eje propio. Entre tal diversidad, reconoce el autor la existencia de planetas habitados, al igual que la Tierra, por seres sensibles. Todos los movimientos los atribuye a la existencia de alma propia en cada cuerpo cósmico, la que sería causa de estos como principio interno. Las almas

[46] Ibíd. págs. 80 y 81.
[47] Ibíd. pág. 80.

de cada cuerpo son particulares, mientras que el infinito universo tendría también una, pero ésta contendría a la totalidad de las otras, independientemente de que el universo como tal no tenga forma ni sentidos que le permitan percibirse. Tal interrelación entre, cuerpos cósmicos, dicho principio interno, el universo y Dios, sugiere la unificación de todos en un solo ser, es decir, como si Dios estuviese en la totalidad y ésta en él. Este postulado propone una forma de panteísmo, en el cual se identifica el principio interno con un ser de naturaleza divina, de quien todo depende, incluyendo las normas que regulan el universo que son aplicables en toda su extensión y componente, es el motor de toda alma, por lo que no habría uno primigenio, y puede considerarse como principio orgánico y autoconsciencia del universo. Para el autor, el ser de naturaleza divina al que se refiere es Dios. La substancia material del universo sería la misma en todo y no habría realidad trascendente al universo dado que todo en él sería inmanente a éste.

1.3 Origen

Para Bruno, el universo tiene un autor: Dios, a quien atribuye como característica evidente e inevitable la infinitud. Ello conduce a establecer una relación directa entre el infinito universo y dicho ser, de quien todo depende, siendo pues el universo manifestación de un acto divino, pero acorde con la aproximación al panteísmo antes descrita, identificados como un solo ente, universo infinito y Dios infinito, o Dios infinito y universo infinito, ambos serían uno solo. Especifica el autor sobre la infinitud de Dios atribuyéndole a éste las cualidades de extensión infinita e infinito número, es decir, presencia en la totalidad del espacio y en todos y cada uno de los integrantes del universo. La relación entre éste último y su autor, sugiere una aproximación al panteísmo, aspecto antes explicado por Manuel Cabada, y se entiende en dos direcciones: una, en la que siendo Dios infinito está en todo lugar del infinito universo, la otra, se refiere a su presencia en todo cuanto existe. Bruno precisa:

> …el autor del universo, es ciertamente un autor infinito y produce un efecto infinito (efecto lo llamo en cuanto todo depende de él) (…) Dios entiende en acto una extensión infinita y un infinito número (…) hay una amplísima extensión infinita, la cual está en aquél y en la cual aquél está, del mismo modo que aquél está en todo y todo está en él.[48]

Según ya hemos indicado, acorde con la influencia panteísta de Nicolás De Cusa, Bruno postula en su concepción del universo la identificación entre éste y Dios, asumiéndolos como un solo ser. Sin embargo, aun siendo ambos un solo ente para el autor, este establece una diferencia fundamental entre los dos que permite considerar al universo como causado por Dios. Tal diferencia queda definida a partir de la dimensión que asigna Bruno a la cualidad de infinito en cada caso. La infinitud de Dios la define como absoluta, total, apreciable en todo cuanto existe, sin restringir su alcance a clasificación alguna, conteniendo al universo mismo. En cuanto al universo, el infinito al que alude el autor es coherente con la propuesta de Bernardino Telesio en relación a la extensión del mismo, y solo referida a tal cualidad, entendiendo extensión como característica geométrica, de hecho Bruno utiliza conceptos para definirla tales como borde, término o superficie, además no considera apreciable tal infinitud en lo que pueda asumirse como componentes del universo, por tanto, la éste no tendría alcance equivalente a la de Dios. No puede limitarse el infinito pues este dejaría de ser tal, sin embargo, el autor lo atribuye de maneras distintas tanto a Dios como al universo, logrando así, como antes mencionamos, diferenciar al primero del segundo dejando claro que el universo es efecto de Dios y no al contrario. En síntesis, propone Bruno infinitud geométrica, es decir, espacial y temporal, para el universo, mientras que a Dios le asigna infinitud de orden superior, dado que la suya abarca a la del universo, por lo tanto podría asumirse como total y absoluta, trascendiendo la del espacio y el tiempo, mientras que la del universo se ajusta solo a ambos. El autor al respecto nos expone:

---

[48] Ibíd. pág. 46.

> Llamo al universo "todo infinito" porque no tiene borde, término o superficie; (…) no es "totalmente infinito" porque cada parte que de él podemos considerar es finita (…) Llamo a Dios "todo infinito" porque excluye de sí todo término y cada uno de sus atributos es único e infinito (…) El, todo entero, está en todo el mundo y está infinita y totalmente en cada una de sus partes, al contrario de la infinitud del universo, la cual está totalmente en todo y no en las partes…[49]

Dejando establecido que es Dios el autor del universo, Bruno sugiere cuál es el origen de los integrantes de éste último. No especifica el autor proceso alguno a través del cual se generan dichos componentes, atribuyéndole de manera no explícita tal capacidad a la creación espontánea, sin dejar de considerar la dinámica de intercambio que se da entre la substancia propia de cada integrante y la externa al mismo. Esta forma de origen, para Bruno está directamente vinculada con la condición de infinito del universo. De manera específica, se refiere al origen primigenio de todos los animales como creación directa de la naturaleza sin que medie proceso alguno:

> …como el universo es infinito y sus cuerpos son todos mudables, todos ellos emanan siempre de sí y acogen siempre en sí, emiten parte de lo propio y acogen parte de lo extraño (…) la producción de los animales, tanto perfectos como imperfectos, se efectúa al principio sin ningún acto de generación, por la fuerza y capacidad de la naturaleza.[50]

Indica Angel Cappelletti, en relación con la propuesta de Bruno sobre la creación de los componentes del universo sin un proceso definido, en nota a pie de página respecto a la cita inmediata anterior: Bruno alude aquí a la generación espontánea…[51] De hecho, de forma clara y terminante, el autor propone esta forma de creación como el fenómeno a través del cual se origina siempre toda la materia del universo: …del infinito vuelven a nacer siempre nuevas cantidades de materia.[52] De este fenómeno, Bruno pasa a sugerir un principio fundamental de la física, el de conservación de la dualidad masa-energía. Reconoce a los cuerpos cósmicos como susceptibles de

---

[49] Ibíd. pág. 41.
[50] Ibíd. págs. 52 y 102.
[51] Ibíd. pág. 102.
[52] Ibíd. pág. 32.

descomposición, sin embargo, una descomposición que se manifiesta solo en la transferencia de su materia constitutiva al espacio exterior, habiendo sido protagonistas de un proceso en el que también adquirían substancia de éste, dándose la disolución debido a que suministrarían más de la que adquieren, para que finalmente la totalidad de materia sea eternamente la misma, esto es precisamente parte de lo que postula el principio de conservación de la dualidad masa-energía. Explica el autor:

> …los cuerpos cósmicos son disolubles, pero puede ser que por virtud intrínseca o extrínseca sean eternamente persistentes e iguales, por haber en ellos un ingreso de átomos tal y tan grande como tal y tan grande es el egreso de los mismos, y que así continúen siendo iguales en número…[53]

Sintetizando: Bruno postula a Dios como causa de todo cuanto existe, ser de quien todo depende, por lo tanto, causa también de la creación del universo y de cada uno de sus componentes, sugiriendo una aproximación panteísta, colocando siempre a Dios en posición ontológica superior a la del universo, aun percibiéndose a la causa y lo causado integrados en un solo ente, pero siempre siendo Dios quien abarca al universo, no lo contrario. Dios y universo son infinitos, pero siendo el primero causa del segundo, su infinitud es total y absoluta, mientras que la del segundo alude solo a su extensión como cualidad geométrica, dejando establecida su propuesta en contradicción respecto a la concepción aristotélica. En relación a los componentes del universo, sugiere el autor su generación espontánea a partir de la naturaleza misma y de las substancias que emanan del propio universo, en un ciclo cerrado en el que toda la materia estaría en un proceso permanente de cambio, anticipándose por medio de la filosofía a lo que en la física prescribe el principio de conservación de la dualidad masa-energía, pero siempre teniendo a Dios como causa primera en cuanto autor del universo.

[53] Ibíd. pág. 79.

1.4 Historia (tiempo)

Para Bruno el universo infinito es también eterno, siendo el tiempo el parámetro que aplicamos para dar cuenta de la sucesión de eventos, la cual ocurre de manera continua e indefinida, sin posibilidad de concluir alguna vez. No indica el autor que esta sucesión haya tenido un inicio específico, así como tampoco tendría un fin, lo que sugiere a la eternidad, asociada al infinito geométrico, como características del universo. El infinito y eterno universo habría estado, está y estará, siempre como una sola realidad. Si el tiempo está integrado al universo y Dios es autor de éste, también ha de serlo de todos sus integrantes, por tanto es Dios también causa del tiempo pero estando éste en él, de manera análoga a como lo está el universo mismo. En este contexto, no cabe relatividad alguna aplicable al tiempo. Indica Bruno: …conocemos un mundo en el cual siempre una cosa sucede a otra cosa sin que haya un fondo último (…) el universo infinito puede ser considerado como un continuo (…) un continuo inmóvil, (…) una sola realidad.[54]

Cappelletti, en el prólogo de *Sobre el Infinito Universo y los Mundos* (1584), refiriéndose a lo propuesto por su autor respecto a la continuidad temporal del infinito universo sin principio y sin final, califica su unidad como un todo y alude a la imposibilidad de que el universo en sí mismo como espacio infinito haya venido de otro lugar o de que se esté trasladando a uno distinto, dado que, por su cualidad de ilimitado y no determinado por otra circunstancia ni por otro ser más que por Dios, contiene y es todo el espacio que existe, careciendo de sentido imaginarlo en movimiento, de ahí que lo defina como inamovible, aunque los cuerpos celestes y todos los demás están en movimiento verificable mediante la observación a través de nuestros sentidos. Así, el universo como espacio infinito y eterno no habría tenido un instante de inicio y tampoco

[54] Ibíd. págs. 32 y 54.

tendrá uno de extinción. Afirma Cappelletti, interpretando a Bruno, que el infinito universo es (…) lo único que permanece, lo único eterno…[55] Previamente había indicado el autor al respecto lo siguiente: El Universo como totalidad (…) es infinito y, en consecuencia, no puede moverse, porque no tiene ya lugar alguno adonde dirigirse; no nace ni se corrompe (…) no se altera en ningún sentido…[56]

1.5 Concepto de universo (espacio)

Propone el autor un universo infinito y eterno. Infinito en cuanto espacio o volumen ilimitado en todas las infinitas direcciones, sin confinamiento alguno, sin bordes, fronteras, linderos, extremos, ni centro, no contenido y contentivo de todo, inamovible según describe Cappelletti. Eterno dado que habría existido, existe y existirá desde y para siempre, sin un instante en el cual se inició y sin otro en que se extinga, en el que los eventos suceden de forma continua, concatenada y lineal, considerando cada instante presente precedido por uno pasado y anterior a otro futuro, siendo el tiempo la referencia aplicada para medir tal sucesión de momentos, el cual sería percibido de manera idéntica en cada lugar, por lo que sería absoluto, sin dejar posibilidad alguna a la relatividad en relación con su percepción y medición. El ilimitado espacio está habitado por infinitos cuerpos cósmicos de diversas naturalezas e infinitos sistemas estelares como el Sistema Solar, todos en movimiento, tanto de traslación como de rotación. En este contexto, la Tierra es uno más de los infinitos cuerpos similares a ella, estando un indeterminado número de éstos habitados también por seres sensibles. Aplica al infinito universo el término habitado, dado que todo integrante de él está dotado de un principio vital o alma particular, la cual es motor de sus movimientos, mientras que el universo, en su carácter de infinito, es poseedor de un también infinito principio vital o alma de dimensión infinita, conteniendo la totalidad de las almas

[55] Ibíd. pág. 17.
[56] Ibíd. pág. 16.

particulares. Son pues, el universo como totalidad y sus componentes, entes animados, aunque el universo en sí mismo carezca de sentidos y forma definida. Como motor de toda alma, propone Bruno a un ser de naturaleza divina, Dios, de quien todo depende, incluso las normas que regulan el universo en todo lugar y en todo momento, no habiendo necesidad de un motor primigenio aparte para el movimiento ni para las almas, puesto que Dios actúa como tal, es decir, como el principio vital inmaterial de todo lo animado. En cuanto a la materia presente en el universo, propone el autor que es toda de la misma naturaleza, que no habría sido creada y que nunca se extinguiría, sugiriendo su generación espontánea a partir de la propia naturaleza y su conservación tal como lo indica en el ámbito de la física el principio de conservación de la dualidad masa-energía. Tal conclusión es derivada por Bruno a partir de la identificación de cualidades comunes entre todo lo material, es decir, con base en apreciar éstas como similitudes ontológicas, pauta propia del establecimiento de analogías como método de análisis de la naturaleza a través de la reflexión filosófica metafísica orientada a la búsqueda de los principios fundamentales de lo existente, actitud característica, frecuente y con alcance relevante, de quienes durante los siglos XV a XVII se abocaron a las tareas necesarias para la generación de conocimiento. El autor llama a los componentes esenciales de la materia átomos, los que integran todos los cuerpos que habitan el universo. Este y todo cuanto contiene son causados por Dios, y aunque postula el autor una identificación panteísta entre la causa y lo causado, la infinitud de Dios es absoluta en cuanto que el universo es efecto de él, por tanto, la cualidad de infinito del universo se refiere solo a su volumen o espacio y en relación con la eternidad, siendo finitos en espacio y tiempo los cuerpos que lo habitan. En el universo, todo es creado por éste de él mismo. Como manifestación de Dios, el universo no

necesitó ser creado, habría estado, está, y estará siempre, Dios y el universo son infinitos y eternos, pero siempre teniendo en cuenta que el primero causa el segundo.

1.6 Características del concepto

Bruno se aproxima a explicar lo que observa desde la concepción copernicana, al menos en cuanto a la dimensión del universo. Respecto a su causa, apela a su formación religiosa. La fusión de ambas aptitudes caracteriza su concepto de universo.

1.6.1 Método

Para Bruno, lo percibido a través de los sentidos no puede ser asumido como absolutamente cierto, dado que estos, al no estar siempre en igual condición, pueden suministrar información distinta en momentos distintos: la inconstancia de los sentidos muestra que éstos no son principio de certeza…[57] Sin embargo, ello no los inutiliza como instrumentos primarios mediante los cuales obtenerla, de hecho, apoyado en el alcance de los mismos verifica la existencia del infinito: ningún sentido niega al infinito…[58] La observación ejercida mediante sus sentidos, sin hacer uso de instrumento de observación o medición alguno, dada la condición de filósofo del autor, constituye la fuente primaria de información a partir de la cual la reflexión filosófica metafísica le permite establecer lo que considera verdad y lo que no, para haciendo uso de lo primero derivar y proponer su concepción sobre la infinitud del universo, concluyendo de manera lógica sobre la imposibilidad de que exista un último ente contentivo, dado que el mismo también estaría contenido por otro, sucesión que habría de ser infinita. Indica al respecto lo siguiente: los sentidos lo consideran infinito, porque vemos siempre que una cosa está comprendida en otra cosa…[59]

[57] Ibíd. pág. 24.
[58] Ibíd. pág. 25.
[59] Ibíd. pág. 25.

Por otra parte, deja claro el autor que si bien es cierto, la información que suministran los sentidos permite verificar lo infinito, estos no están en capacidad de apreciarlo directamente y en su totalidad, dado que al ser los mismos limitados, el infinito como tal no está a su alcance, sin embargo, al referirse de manera específica a la observación de las estrellas, reconoce la aptitud de los sentidos para suministrarnos información relevante sobre los fenómenos que ubicados en el infinito universo son objeto de su estudio. Precisa Bruno al respecto:

> No hay sentido que vea el infinito, no hay sentido de quien se pueda exigir esta conclusión, porque el infinito no puede ser objeto de los sentidos (…) no hay estrella que no se mueva como ésta (El Sol) y otras que, por estar cerca de nosotros, nos dejan conocer por los sentidos las diferencias locales de sus movimientos…[60]

Si bien es cierto que el autor reconoce las limitaciones de los sentidos en cuanto órganos por cuyos medios se puede recabar información sobre los fenómenos en general y sobre los naturales en particular, también les atribuye la capacidad para obtener datos que permiten aproximarse, al menos de manera parcial, a lo verdadero, de hecho, acorde con influencias Neoplatónicas, considera que la verdad puede apreciarse parcialmente en el objeto sensible mediante la imagen de sí misma, teniendo en cuenta que éste solo puede reflejar aquella, la que por su carácter universal no puede estar contenida totalmente en él por ser limitado. Tal actitud sugiere aproximación de Bruno hacia el empirismo, dado que sintetiza conclusiones a partir de la reflexión filosófica sobre lo que observa en los fenómenos. No es el autor quien observa directamente los cuerpos celestes y con base en lo observado procede a la construcción de un modelo cosmológico, esta tarea estuvo a cargo de Nicolás Copérnico, quien haciendo uso del instrumental básico de observación astronómica disponible para su época (astrolabio, cuadrante e instrumento paraláctico) y después de aproximadamente un cuarto de siglo

[60] Ibíd. págs. 28 y 35.

de trabajo como astrónomo, estructura el modelo heliocéntrico, teoría verificada que ejerce influencia determinante en la reflexión filosófica metafísica de Bruno, además de ser el fundamento empírico y conceptual en que se apoya su concepto de universo. Tales circunstancias permiten afirmar que la utilización de la pauta propia del empirismo, es decir: observación, reflexión sobre lo observado y síntesis de conclusiones, constituye la primera fase del proceso intelectual que conduce al autor a sus postulados, siendo la segunda etapa de dicho proceso la aplicación del racionalismo (analogías aunado a la nemotecnia), dado que reconoce a la razón como el instrumento que finalmente permite conocer el contenido de verdad que se aloja en el objeto sensible. De manera complementaria hace uso el autor del empirismo y el racionalismo con la finalidad de proponer sus ideas. El mismo describe:

> …la verdad proviene de los sentidos, como de un débil principio, en pequeña parte, pero no está en los sentidos. Está: en el objeto sensible como en un espejo, en la razón a modo de argumentación y discurso, en el intelecto a modo de principio o de conclusión, en la mente en forma propia y viviente.[61]

Según ya indicamos, deja claro Bruno que deriva y propone sus conclusiones a partir de la aplicación de la reflexión filosófica metafísica sobre la información que recaba de lo apreciado a través de sus sentidos. Como instrumento fundamental del ejercicio reflexivo, aplica el autor el establecimiento de analogías y semejanzas entre los fenómenos y objetos que observa, las que de manera inductiva proyecta sobre infinitos componentes del universo partiendo de los cercanos, como la Tierra y los integrantes observables a simple vista del sistema solar. Sus medios para la obtención de datos e información son los sentidos, mientras que el análisis y generación de conocimiento los logra aplicando los propios de la racionalidad y filosofía de su tiempo, vale decir, la reflexión metafísica en general, y en particular: la concordancia al establecer relaciones

[61] Ibíd. pág. 36.

entre entes diversos, la analogía identificando similitudes ontológicas, la simpatía apreciable en la afinidad dada entre sus propuestas y las ideas que lo influencian, las técnicas nemotécnicas para el rescate de conocimiento precedente y la inducción para proyectar lo particular sobre lo general. A modo de síntesis precisa el autor:

> Uno es, pues, el cielo, el espacio inmenso, el seno, el continente universal, la región etérea a través de la cual discurre y se mueve el todo. Allí innumerables estrellas, astros, globos, soles y tierras se perciben con los sentidos, y otros infinitos se infieren con la razón. El universo inmenso e infinito es el compuesto que resulta de tal espacio y de tantos cuerpos en éste comprendidos.[62]

> …aunque tengamos experiencia de los mundos grandes y pequeños, no se los puede ver a todos, porque el ojo de nuestro sentido, sin ver un fin, es vencido por el inmenso espacio que se presenta y resulta confundido y superado por el número de las estrellas que se va multiplicando siempre más y más, de manera que deja indeterminado el sentido y obliga a la razón a añadir siempre espacio a espacio, región a región, mundo a mundo.[63]

1.6.2 Relación causa / efecto

Bruno le atribuye a Dios la causalidad del universo y en consecuencia de todo lo contenido en él como causa primera. Lo establece cuando al diferenciar la naturaleza de infinito en ambos, en el primero reconoce una infinitud absoluta mientras que no en el segundo dado que contiene entes finitos, concluyendo que el infinito universo es efecto de Dios. En relación con dichos entes, conformados por la materia única, según ya se indicó, el autor propone la generación espontánea como causa de su existencia.

1.6.3 Relación realidad / teoría

Según hemos indicado, el modelo de un universo infinito y eterno propuesto por Bruno, emana de sus conclusiones derivadas de la reflexión filosófica metafísica, fundamentada ésta en la aplicación de analogías y semejanzas de manera inductiva a partir de información recabada mediante la observación ejercida por vía de sus sentidos, respaldadas todas por la concepción copernicana. Las naturalezas infinita y eterna, de la

---

[62] Ibíd. pág. 61.
[63] Ibíd. pág. 100.

dimensión y del tiempo, en el universo del autor, pueden relacionarse directamente con lo apreciable y verificable experimentalmente acorde con las herramientas para observación de las que disponía para su época. Mientras que su propuesta de Dios como causa de todo, deriva de la fe y convicciones propias de su formación religiosa. Según ya hemos indicado, es razonable afirmar que la realidad apreciada por Bruno es explicada por él aplicando de manera complementaria el empirismo y el racionalismo, pero sin dejar de lado la religión, ello en relación con la causalidad del universo y de todo cuanto lo integra y en él habite.

1.6.4 Relación absoluto / relativo

El universo es para el autor infinito y eterno, considerando el espacio ilimitado, no contenido y único, es decir, absoluto. En cuanto al tiempo, es un continuo sin principio ni final e igual en todo lugar, por tanto, también es único y absoluto. No cabe relatividad en relación con el tiempo y tampoco respecto al espacio como un todo, el cual como tal no se mueve aunque sus contenidos si lo hagan, solo es perceptible lo relativo en la medición de movimientos entre cuerpos celestes, dado que el fenómeno puede tener como lugar de referencia la ubicación de cualquiera de éstos. Si el universo es infinito y eterno, también lo es su causa, la cual para Bruno no es otra que Dios, quien en consecuencia ha de ser absoluto, sin embargo, tal cualidad no es idéntica a la del universo, tomando en cuenta que éste es efecto precisamente suyo. Dios en cuanto causa de la totalidad, no es causado, es absolutamente libre de todo condicionamiento, inmutable, omnipresente, careciendo de sentido imaginar movimiento asociado a él, omnisciente, no guarda relación de dependencia respecto a ente alguno, es decir, su cualidad de absoluto abarca la correspondiente al universo, dada la relación que existe entre ambos, en la que Dios es causa y el universo su efecto. Lo relativo no tiene cabida

en el concepto de universo de Bruno en relación con éste y su causa, aunque la característica de absoluto de ésta última contiene a la del primero.

1.6.5 Rol de Dios

Giordano Bruno se ubica históricamente en el Renacimiento Italiano, época en la que el ser humano comienza a tomar consciencia de la trascendencia de sí mismo y de sus cualidades creadoras en todos los ámbitos del conocimiento y de las artes. Esta actitud representa una ruptura respecto a las ideas medievales en que la fe era el punto de partida tanto para uno como para las otras, dado que, sin dejar de considerar la acción divina, se activa la tendencia a obtener desde la razón respuestas a las inquietudes que motivan en el hombre el deseo de aprender y comprender. Dios como el ser supremo, es sujeto de primera importancia al que se intentará explicar desde la racionalidad durante el Renacimiento. En este contexto, el autor resulta emblemático.

En cuanto causa del universo, para Bruno, Dios lo es de todo cuanto haya existido, existe y existirá, siendo él, como causa primera de la totalidad, no causado por ente alguno. Al mismo tiempo, de su voluntad emana cada una de las normas orientadas a regular la totalidad de fenómenos del universo y de relaciones dadas entre todos sus componentes. Nada es independiente de él. Su principio vital está presente en cada uno de éstos y es el que les permite desplegarse como tales a los seres vivos, sin embargo, deja margen a la generación espontánea de los componentes del universo a partir de la materia primigenia que en él se encuentra, a la cual incluso califica como átomos. Tales cuerpos son susceptibles de un proceso de descomposición en el que no se extinguen por completo, dejando sugerida la idea que postula el principio de conservación de la dualidad masa-energía. En síntesis, Dios es la causa, la norma y el principio vital del universo y de todos y cada uno de sus contenidos.

1.6.6 Rol de la naturaleza

Tal como indicamos en el aparte inmediato anterior, Bruno como emblema del Renacimiento Italiano es influenciado por las tendencias filosóficas de su época, siendo a su vez generador de ideas que, más que innovadoras, aceptarían el calificativo de revolucionarias en relación con su tiempo. Aproximadamente a partir del Siglo XV, la naturaleza comienza a tratar de ser explicada y comprendida como ente con identidad propia, más allá de ser creación de Dios, regulada por relaciones que podrían ser comprendidas desde la racionalidad, sin necesidad de apelar a la fe. Esto último será profundizado después por Isaac Newton. Para su época Bruno es referencia esencial respecto a la concepción del universo y de la naturaleza como expresiones vivas del ser.

Causado en principio por Dios, es para Bruno el universo un ente vivo cuyos componentes están en movimiento y entre los cuales existen relaciones, las cuales se manifiestan en fenómenos y procesos. La regulación de éstos está a cargo de la naturaleza, la que siendo expresión del universo, inevitablemente es también derivada en su origen primero por Dios, es decir, la naturaleza es también expresión de su voluntad. De ella, mediante la sugerida generación espontánea, surgen de manera directa, todo ser vivo y el resto de objetos que habitan el universo, así como las normas que regulan lo referido a las relaciones entre éstos y los fenómenos y procesos en que intervienen o se manifiestan. La influencia de Bernardino Telesio sobre las ideas del autor se aprecia en esta aproximación suya al naturalismo, aunque de manera parcial dado que, aunque asume la naturaleza como causa directa de seres vivos, otros cuerpos, y de fenómenos, relaciones y procesos entre todos, también atribuye al universo su origen, por lo que Dios, como causa primera de todo, también lo es de la naturaleza.

II. ISAAC NEWTON

El análisis del trabajo de Isaac Newton, en particular del desplegado en su obra más difundida, los *Principios matemáticos de la filosofía natural* (1687), permite concluir que aplicó de manera rigurosa al estudio de cada uno de los fenómenos naturales que intentó comprender y explicar, la secuencia de trabajo propia del método científico, lo cual es de relevante importancia destacar como hito en cuanto al cambio de procederes para generar conocimiento respecto a épocas precedentes. Esencialmente el método científico sigue la siguiente pauta: inicia con la observación del hecho o evento, seguida por sugerir una hipótesis explicativa del mismo basada en la información recabada, hipótesis que ha de ser verificada mediante experimentación, y en caso de ser validada por los resultados, proponerla como teoría explicativa del hecho o evento observado, en caso contrario, el proceso se reinicia a partir de la formulación de una nueva hipótesis, sin descartar que puedan ser necesarias nuevas observaciones. La iteración indicada cesa cuando se logra verificar una hipótesis o cuando el observador decide poner fin a su trabajo. En el caso de Newton ocurrió lo primero.

Según mencionamos, la secuencia descrita se corresponde con el método científico clásico, estructurado a partir de las ideas y trabajos de Francis Bacon[64], Galileo Galilei[65] y René Descartes[66], entre otros como principales proponentes de tal proceder. El autor es uno de los primeros y fundamentales exponentes de la aplicación de dicho método como instrumento con la pretensión de crear conocimiento lo menos alejado posible de la certeza, ello a partir de la observación y el estudio de los

[64] (1561 – 1626). Filósofo, político, abogado y escritor inglés. Considerado fundador del empirismo inglés, formalizó la pauta propia del método científico.
[65] (1564 – 1642). Astrónomo, filósofo, ingeniero, matemático y físico italiano. Entre sus numerosos aportes a diversos campos del conocimiento, junto con Francis Bacon es considerado uno de los creadores del método científico.
[66] (1596 – 1650). Filósofo, matemático y físico francés. Creador de la geometría analítica, instrumento matemático fundamental para el desarrollo y comprensión de todo el trabajo de Newton.

fenómenos naturales, en particular de los que son objeto de estudio de las ciencias físicas. Esta cualidad de Newton condujo de manera determinante su trabajo en la construcción de los *Principios matemáticos de la filosofía natural* (1687), obra cuyo contenido es el marco teórico fundacional sobre el cual se ha basado la totalidad de lo que conocemos como física clásica, así como del concepto de universo de Newton.

A partir de los postulados formulados en sus obras, con énfasis en los que expone en la que es objeto de nuestro análisis, el autor concluye que el nivel de sofisticación, complejidad, certeza y alcance de las leyes físicas que propone como tales solo pueden haber sido creadas por una deidad perfecta, es decir, por Dios, como ser absoluto e infinitamente inteligente, a quien califica como la causa del universo, de todo cuanto él contiene, y de su funcionamiento. Esto último se despliega para Newton acorde con las leyes físicas que descubre, reconociendo en Dios a su causa primera, a quien considera el máximo ente superior divino que se comunica con el ser humano a través del lenguaje matemático, ello para que pueda comprender el universo. Las matemáticas como código que permite comprender el universo creado por Dios, ya habían sido reconocidas como tal por pensadores precedentes a Newton, así como también por insignes de sus contemporáneos, lo que sigue ocurriendo así desde su época hasta nuestros días. Solo por nombrar algunos: Pitágoras (569 – 475 A.C.), Descartes (1596 – 1650), Pascal (1623 – 1662), Leibniz (1646 – 1716), Gauss (1777 – 1855), Riemann (1826 – 1866), Cantor (1845 – 1918), etc. El astrofísico italiano Mario Livio indica al respecto: Los pitagóricos radicaban literalmente el universo en la matemática. En efecto, para ellos Dios no era un matemático, sino la matemática era Dios.[67] Francesco Agnoli amplia lo indicado por Livio con otras referencias precisas:

> Antes pues que Galileo escriba que: La matemática es el alfabeto con el que Dios ha escrito el universo; antes que el gran pisano defina la naturaleza

[67] LIVIO, M. (2009). *Dios es un matemático.* pág. 48. Rizzoli. Milán, Italia.

> como: el libro escrito en lengua matemática, aludiendo muy claramente, en cuanto al autor del libro, a un Dios Creador, es evidente a quien afronte esta disciplina que la matemática nace de un acto de fe en la no absurdidad del mundo; de un acto de estupor frente al hecho de que lo que nos circunda no es regulado por el capricho sino por la intuición, para decirlo con Platón: Dios geometriza siempre (…) San Buenaventura escribía: es necesario que todas las cosas tengan una proporción numérica y, por consiguiente, el número es el modelo principal en la mente del Creador (…) Johannes Kepler, descubridor de las leyes del movimiento de los planetas, no argumentará de modo disímil su confianza en la bondad y belleza de la creación. Su intuición de fondo fue, en efecto, que la matemática es: la estructura ontológica del universo.[68]

Al igual que respecto a Bruno, aplicaremos la misma secuencia en el análisis del concepto de universo de Newton, refiriéndonos en primer lugar a su propuesta sobre el funcionamiento del mismo, siguiendo con la correspondiente al origen, para finalizar con lo relacionado a la historia, la cual se desarrolla como consecuencia de las normas que lo regulan y de las características de su inicio, de esa manera intentamos adecuarnos al método aplicado por Newton en la construcción de su concepto de universo, el cual se sintetiza en los *Principios matemáticos de la filosofía natural* (1687). El autor acota el alcance de su trabajo advirtiendo lo siguiente:…he querido en este trabajo cultivar la matemática en tanto y cuanto se relaciona con la filosofía. Ofrezco esta obra como principios matemáticos de la filosofía…[69]

Con la afirmación anterior Newton no solo delimita el campo de conocimiento al que restringe lo expuesto en su obra, también deja clara su postura en cuanto a la relación que en él expresa entre matemática y filosofía, siendo la primera el instrumento que le permite desarrollar su física. Específicamente propone la matemática como soporte e insumo de la reflexión filosófica al indicar que la filosofía puede tener

---

[68] AGNOLI, F. (2012). *Científicos pues creyentes.* Cantagalli. Siena, Italia.
[69] NEWTON. I. (1687). *Principios matemáticos de la filosofía natural.* págs. 5 a 6. Tecnos Editorial. Segunda Edición, 1987. Madrid, España.

principios de orden matemático. Actúa el autor al respecto de manera análoga a Descartes, Blaise Pascal[70] o Leibniz, sobre quien nos detendremos más adelante.

2.1 Marco teórico

La estructura de ideas con la que Isaac Newton construye su concepto de universo proviene del campo de conocimiento de la física y de la filosofía de la naturaleza, en particular sobre la que denominamos física clásica, la que como disciplina científica es plenamente determinista, signada por la pretensión de certeza absoluta en cuanto a la predicción de resultados y a la descripción de los fenómenos materiales, todo ello en función de leyes naturales expresadas mediante relaciones matemáticas y formuladas acorde con el despliegue de lo que ocurre en la naturaleza. Es precisamente a partir de los aportes teóricos derivados del análisis de resultados de los experimentos y observaciones directas de Newton, que se construye lo que hoy conocemos como física clásica, calificada también por tal razón como física newtoniana, la que para su tiempo y hasta el desarrollo de la física cuántica junto con la teoría de la relatividad representó un cambio trascendente en nuestra cosmovisión. En relación con esto último, Gonzalo Rodríguez Fraile en *¿Un nuevo paradigma de la realidad?*[71], plantea, entre otros temas, la relación de causalidad entre la evolución de la física y los cambios en la percepción de lo real que conducen a nuevas cosmovisiones. El autor indica que particulares avances de la física pueden ser asumidos como revoluciones del conocimiento, que al ser concientizados, introducen transformaciones profundas en todo ámbito de las relaciones humanas. La física de Newton fue para el momento de su formalización precisamente un conocimiento que revolucionó la cosmología vigente. Siguiendo a Newton, González Fraile reconoce y reitera en su obra la existencia de leyes que

[70] (1623 – 1662). Matemático, físico, filósofo y escritor francés. Enfocado en la matemática, su profunda religiosidad lo conduce a intentar sintetizar en parte de su obra ciencia y religión. Su obra matemática contribuyó al desarrollo del trabajo de Leibniz, en particular sobre el cálculo infinitesimal.

[71] FRAILE, G. (2018). *¿Un nuevo paradigma de la realidad?* Fundación para el desarrollo de la consciencia. 3ª Edición. Madrid, España.

regulan el funcionamiento del universo, y adicionalmente las implicaciones que éstas tienen en el despliegue de la vida humana.

Para el momento en que Isaac Newton expone sus ideas y propuestas en la obra de cuyo contenido se deriva su concepto de universo, ésta se convierte en fundamento teórico de la física clásica. En la actualidad, determina una significativa cuantía de la ciencia aplicada a lo cotidiano, en particular en cuanto a estática y dinámica tanto de los cuerpos sólidos como de los fluidos, obteniéndose permanentemente evidencia palpable de sus efectos sobre todo lo relacionado con la vida práctica del ser humano.

El origen de la antes indicada estructura de ideas, el autor lo atribuye a la creación mediante intervención única y directa de una deidad universal y absoluta, quien una vez creadas por sí misma las leyes que regirán el funcionamiento de todo, les permite actuar de manera autónoma, por lo que se puede asumir con razonable aproximación que la base teórica del concepto de universo de Newton es al mismo tiempo científica y religiosa, esto último como manifestación de una relación entre ciencia y religión en la que ambas se imbrican, tal como lo plantea Allan Wallace en *La ciencia de la mente: Cuando la ciencia y la espiritualidad se encuentran*[72], donde el autor explica cómo puede darse el desarrollo de la ciencia a través de la actividad contemplativa y meditativa propia de las religiones.

La estructura de ideas que deriva Newton es científica en cuanto explica el funcionamiento del universo acorde con relaciones físicas y matemáticas empíricamente verificadas y formuladas por él, ello a partir de sus conclusiones sobre información recabada directamente a través de la observación de fenómenos naturales. Religiosa dado que atribuye el origen del universo y de las relaciones que permiten describirlo, a una deidad única y absoluta, aunque a estas les reconoce autonomía respecto a dicha

[72] WALLACE, A. (2009). *La ciencia de la mente: Cuando la ciencia y la espiritualidad se encuentran.* Kairós. Barcelona, España.

entidad una vez que ésta les permite desplegarse. Tales razones justifican que el concepto de universo del autor aún siga siendo asumido con plena vigencia desde la perspectiva teórica, científica, filosófica e incluso religiosa, ello de manera generalizada, por quienes todavía no han conocido los postulados de la física moderna. Esta utiliza los postulados de la física clásica como instrumentos fundacionales para el desarrollo de sus contenidos, sin embargo, existen diferencias estructurales entre ambas en cuanto a sus conclusiones y ámbitos de aplicación. En el apéndice del trabajo describimos de manera sinterizada contenidos básicos, tanto de física clásica como de física moderna con la intención de facilitar la comprensión de tales diferencias, dado que es precisamente por éstas que el concepto de universo de Newton podría ser asumido como vigente en el contexto de lo cotidiano.

2.2 Funcionamiento

Según venimos explicando, acorde con su formación teórica y la pauta de trabajo que aplica para la creación de conocimiento, el autor construye una estructura de ideas absolutamente coherente con el método científico en base a la cual describe el despliegue de los fenómenos naturales. En este contexto, para Newton las causas propuestas de dichos fenómenos son verificables por los hechos y no solo quedan como expresiones de la imaginación, pueden ser descubiertas mediante la observación y el análisis, estando concatenadas de las más complejas hacia las más simples, y una vez conocidas se asumen como causas originales o últimas. En el prefacio a la segunda edición, el editor de los *Principios matemáticos de la filosofía natural* (1687) indica:

> …son causas ocultas aquellas cuya existencia es oculta e imaginada, jamás probada, no aquellas cuya existencia real es demostrada claramente por observaciones (…) las causas suelen proceder en una cadena continua, desde las más compuestas hasta las más simples, y cuando llegamos a la más simple es imposible seguir progresando (…) la filosofía newtoniana nos parece verdadera, concédasenos la libertad de abrazarla y retenerla,

> siguiendo causas probadas por los fenómenos, en vez de causas sólo imaginadas y sin probar todavía.[73]

Newton define como causas de los fenómenos naturales que ocurren en el universo, susceptibles de ser reconocidas como tales, solo a las que pueden ser relacionadas de manera directa con los mismos, es decir, aquellas que pueden ser verificadas con la experiencia a través de la observación. Precisa el autor al respecto: No debemos para las cosas naturales admitir más causas que las verdaderas y suficientes para explicar sus fenómenos.[74]

Una vez establecida la naturaleza de lo que para Newton cumple con los requisitos para ser asumido como causa de un fenómeno natural (nos referirnos a aquello cuyo estudio le sirvió al autor como punto de partida para la elaboración del contenido de la obra que analizamos y de su concepto de universo), es el movimiento de los cuerpos sólidos el fenómeno cuyo despliegue estudia y describe en términos matemáticos, sirviéndole el método aplicado como base para el desarrollado de lo que se convierte en los fundamentos de la física clásica (o newtoniana), así como de su concepto de universo. En el tercer libro de la obra, el autor hace referencia al fenómeno del movimiento como el estudiado, descrito y formulado matemáticamente en los dos precedentes, cuyos contenidos servirán de fundamentación a lo que expone en el tercero y a lo que considera ha de ser el mecanismo o sistema por el que se regula el universo:

> En los Libros precedentes he expuesto principios de filosofía, no tanto filosóficos como matemáticos, sobre los cuales resulta posible fundamentar nuestros razonamientos en asuntos filosóficos. Estos principios son las leyes y condiciones de ciertos movimientos y fuerzas, que conciernen especialísimamente a la filosofía (…) Es preciso aún demostrar a partir de esos mismos principios la constitución del sistema del mundo (…) Los dos primeros Libros de nuestros Principios de Filosofía muestran cómo pueden inferirse las fuerzas de los movimientos y cómo, dadas las fuerzas, podemos determinar los movimientos.[75]

---

[73] NEWTON. I. (1687). *Principios matemáticos de la filosofía natural*. págs. 17 y 18. Tecnos Editorial. Segunda Edición, 1987. Madrid, España.
[74] Ibíd. pág. 461.
[75] Ibíd. págs. 459 y 825.

La empíricamente verificable coherencia que descubre Newton, entre las causas de los movimientos de los cuerpos y los postulados que elabora para modelarlos, le conduce a concluir que un conjunto de relaciones expresables en términos matemáticos, existentes entre los fenómenos naturales, regulan de manera determinista la totalidad de interacciones que ocurren en el universo. No conjetura sobre lo que no pueda verificar experimentalmente, es decir, no inventa hipótesis (hypotheses non fingo)[76]. Las expresiones correspondientes, que sí pudo verificar, las propone como leyes naturales universales. Estas leyes, dado que para el autor aplican en la totalidad del universo, deben emanar de un ente a su vez universal, atemporal y perfecto, capaz de ser causa de la totalidad y de las leyes que la regulan, aunque éstas últimas una vez generadas son liberadas por su creador para que actúen de manera independiente respecto a él.

Refiriéndose a los postulados de Newton, Edmund Halley, Físico y Astrónomo contemporáneo de Newton, así como principal motivador de éste para que publicara sus trabajos, le reconoce en la Oda dedicada al autor, en los *Principios matemáticos de la filosofía natural* (1687), el haber sido descubridor de las referidas leyes naturales. Este acto de Halley podría considerarse como una aproximación a un dictamen arbitral sobre la autoría de tales leyes, otorgándole a Newton la primacía cronológica, dado que de manera simultánea y sin conocer su trabajo, otro insigne filósofo, físico y matemático alemán, Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646 – 1716), desarrolló el cálculo infinitesimal, instrumento imprescindible para la elaboración de los postulados newtonianos que también había sido diseñado de forma independiente por el autor. Los historiadores[77] concluyen en general que ambos produjeron aproximadamente al mismo tiempo, y sin estar en conocimiento uno de lo que hacía el otro, el cálculo infinitesimal,

---

[76] Ibíd. pág. 10.

[77] Sobre el debate histórico, en la bibliografía incluimos los siguientes textos: *The origins of the infinitesimal calculus* (1966) de Margeret Baron, *A History of mathematics* (1968) de Carl Boyer, *Philosophers at war* (1980) de Rupert Hall, y *The rise of calculus* (1996) de John O'Connor.

coincidiendo en que probablemente Newton formuló antes, pero Leibniz publicó primero. Precisa Halley respecto a Newton: Contempla tu penetrante mirada la pauta de los cielos, y el equilibrio de las masas en cálculos divinos, traza las omnipresentes leyes que el creador violar no quiso, tomándolas como cimientos de sus obras.[78]

La formulación realizada por Newton de las leyes naturales que rigen el funcionamiento del universo acorde con un sistema absolutamente ordenado y que habrían sido creadas a tal fin por un ser perfecto y supremo, es reconocida también por el editor de la obra en el prefacio a la segunda edición de la misma, identificando como objetivo de primera importancia de la creación intelectual, vale decir, de la filosofía, la deducción de tales leyes a partir de observación y análisis de fenómenos materiales, cuyas causas no quedan solo en el ámbito de la imaginación: El asunto de la filosofía verdadera es deducir las naturalezas de las cosas de causas realmente existentes y buscar aquellas leyes que el artífice máximo eligió como fundamento para su hermosísimo orden del mundo…[79]

En un universo cuyos fenómenos se despliegan acorde con un orden perfecto, regulados por relaciones verificables empíricamente que pueden expresarse de forma matemática, determinado por leyes naturales inexorables creadas por un ser perfecto, universal y atemporal, vale decir por Dios, pautas a su vez independientes de él una vez que asumen su rol normativo de la totalidad, el tiempo y el espacio desempeñan funciones fundamentales y ambos han de ser absolutos. El autor distingue la concepción cotidiana de tiempo y espacio, de la concepción formal propia de la Física, separando de ellos como conceptos al lugar (posición) y al movimiento, a los que también ubica de manera distinta en lo cotidiano y en lo físico. Esta distinción le sirve de punto de partida para analizar y describir cualidades esenciales de las definiciones que aporta en relación

[78] NEWTON. I. (1687). *Principios matemáticos de la filosofía natural.* pág. 3. Tecnos Editorial. Segunda Edición, 1987. Madrid, España.
[79] Ibíd. pág. 18.

con tiempo y espacio, elementos cuya comprensión de sus manifestaciones es imprescindible en relación con el concepto que el autor construye del universo y su funcionamiento. Enfatiza Newton sobre las dualidades que plantean lo absoluto y lo relativo, lo verdadero y lo aparente, y lo matemático y lo vulgar:

> Tiempo, espacio, lugar y movimiento son palabras conocidísimas para todos. Es de observar, con todo, que el vulgo sólo concibe esas cantidades partiendo de la relación que guardan con las cosas sensibles. Y de ello surgen ciertos prejuicios, para cuya remoción será conveniente distinguir allí entre lo absoluto y lo relativo, lo verdadero y lo aparente, lo matemático y lo vulgar.[80]

El autor explica en el texto de la obra, de manera previa a la formulación de los axiomas y leyes del movimiento, el significado que asigna a cada palabra y término en función de los objetivos que persigue. En este contexto define conceptos tales como tiempo, espacio, lugar y movimiento. Estima que esto es necesario dado que para él, en el ámbito de lo cotidiano: el vulgo sólo concibe esas cantidades partiendo de la relación que guardan con las cosas sensibles[81], circunstancia que desde su punto de vista deriva en la eventual confusión entre: lo absoluto y lo relativo, lo verdadero y lo aparente, lo matemático y lo vulgar[82]. El tiempo, al cual en la época del autor se le denomina cotidianamente duración, es decir, la secuencia en que suceden los fenómenos, lo considera Newton un elemento integrante del universo que acepta las calificaciones de absoluto, verdadero y matemático, lo que nos permite sugerir que para Newton el tiempo es una magnitud asociada al ser creador del universo. Es unidireccional, transcurre de forma continua, irreversible e indetenible, siempre hacia el futuro. La relativización del tiempo, o de la medición de éste, es para el autor solo una aplicación cotidiana hecha en relación con el movimiento, sin carácter real ni preciso, solo utilitario. Al respecto indica:

---

[80] Ibíd. pág. 32.
[81] Ibíd. pág. 32.
[82] Ibíd. pág. 32.

> El tiempo absoluto, verdadero y matemático, en sí y por su propia naturaleza sin relación a nada externo fluye uniformemente, y se dice con otro nombre duración. El tiempo relativo, aparente y vulgar es alguna medida sensible y exterior (precisa o desigual) de la duración mediante el movimiento, usada por el vulgo en lugar del verdadero tiempo...[83]

Edmund Halley, en concordancia con Newton, ya había hecho referencia en su oda al autor, al carácter unidireccional y a la irreversibilidad del tiempo, así como a su condición de avance exclusivo hacia el futuro y Manuel García Doncel precisa que los elementos fundamentales del cálculo newtoniano, que no son otros que los infinitésimos, son siempre parte de una sucesión en la que cada elemento sigue al otro, aludiendo a que la secuencia del tiempo solo se desplaza hacia adelante. Halley refiere: aunque las estaciones se van y luego vuelven, las horas se mueven siempre adelante en su camino…[84] García Doncel precisa: Sus infinitésimos (…) los ve como razones o cantidades primeras y últimas en una cierta sucesión. (La palabra sucesión conserva aún esta idea de tiempo, de un término después de otro)[85]. Newton describe estas cualidades de manera formal: Todos los movimientos pueden ser acelerados o retardados, pero el flujo del tiempo absoluto no puede ser alterado.[86]

El espacio también es para Isaac Newton absoluto. Elia Nathan Bravo concluye al respecto que: Newton no da ninguna razón explícita en favor de la existencia del espacio absoluto (…) nosotros podemos decir que la razón implícita es que el espacio absoluto tiene una estructura euclídea, y la geometría euclidiana solo versa sobre espacios homogéneos.[87] Por tanto, es único, no contenido, inmutable, eterno e inmóvil en sí mismo, aunque lo que habita en él sea capaz de realizar movimiento. Por tal razón su ubicación no habría forma de expresarla en términos relativos, igual sucedería con el

---

[83] Ibíd. págs. 32 a 33.
[84] Ibíd. pág. 3.
[85] GARCIA, M. (1989). *El tiempo en la física: de Newton a Einstein*. Seminario de historia de las ciencias. U.A.B. Enrahonar 15.
[86] NEWTON. I. (1687). *Principios matemáticos de la filosofía natural*. pág. 34. Tecnos Editorial. Segunda Edición, 1987. Madrid, España.
[87] NATHAN, E. *Notas sobre el concepto de espacio absoluto: De Newton a Einstein*. Elementos. http://www.elementos.buap.mx/num01/pdf/16.pdf

tiempo, aunque al movimiento si lo reconoce el autor como susceptible de ser medido de manera relativa, pero siempre al interior de un universo único y considerando al tiempo con igual criterio. Respecto al tiempo, no admite posibilidad alguna de relatividad, sin embargo, en relación con el espacio establece la distinción entre absoluto y relativo, identificando a esto último como una medida de lo primero realizada por el observador, quien refiere la posición de otros cuerpos respecto a la suya. Aclara que tal medición no es realizada respecto a un universo que sería único y por tanto tampoco en relación al espacio absoluto:

> El espacio absoluto, tomado en su naturaleza, sin relación a nada externo, permanece siempre similar e inmóvil El espacio relativo es alguna dimensión o medida móvil del anterior, que nuestros sentidos determinan por su posición con respecto a los cuerpos, y que el vulgo confunde con el espacio inmóvil…[88]

De manera explícita postula el autor la identidad entre tiempo y espacio respecto al carácter absoluto de ambos: Tal como es inmutable el orden de las partes del tiempo, así sucede con el orden de las partes del espacio…[89] Asume a las estrellas como inmóviles respecto al espacio absoluto, lo cual no podía ser de otra manera, dado que para la época de Newton la observación astronómica se realizaba con instrumentos cuyo rango de acción no permitía apreciar y medir el movimiento relativo entre cuerpos celestes más allá de nuestro sistema solar, nos referimos a los primeros telescopios, los astrolabios y sextantes, de hecho, el autor requirió para incrementar el grado de precisión de sus observaciones, diseñar un instrumento de mayor alcance, nos referimos al telescopio reflector, el cual aún hoy en día se identifica como telescopio reflector newtoniano. Como consecuencia de tal limitación, el autor percibió el espacio más allá del sistema solar como absolutamente inmóvil, sugiriendo la posibilidad de que el espacio infinito pudiese tener centro absoluto y posiblemente límites. Define como

---

[88] NEWTON. I. (1687). *Principios matemáticos de la filosofía natural*. pág. 33. Tecnos Editorial. Segunda Edición, 1987. Madrid, España.
[89] Ibíd. pág. 34.

lugares completamente estáticos, vale decir, inmóviles o en total reposo, a aquellos cuya posición respecto al espacio ilimitado, o respecto al centro único del universo, no varíe, y los ubica en las inmediaciones de las estrellas (para él fijas) o más allá de éstas:

> …es posible que en las regiones de las estrellas fijas, o aún más lejos, pueda existir algo que esté en absoluto reposo (…) sólo son inmóviles los lugares que retienen eternamente la misma posición dada unos respecto de otros, por lo cual deben permanecer para siempre inmóviles, constituyendo lo que llamo espacio inmóvil...[90]

Sintetizando: Newton propone un universo que funciona de manera análoga a como lo hace un mecanismo, determinado por relaciones fijas y cuantificables entre sus componentes. En él, los fenómenos solo son causados por hechos verificables empíricamente, jerarquizados de lo complejo a lo simple, siendo esto último característico de toda causa original. Descubre el autor coherencia absoluta entre, el movimiento de los cuerpos junto con las fuerzas que lo producen, y las deterministas formulaciones matemáticas que postula para su descripción. Tales formulaciones las propone como las leyes naturales que regulan todo en el universo, leyes creadas por Dios, a las cuales les otorga las cualidades de permanentes, eternas, inexorables e inmodificables, incluso por él mismo una vez que se despliegan, sugiriendo a partir de ese momento la subordinación a éstas de su propio creador. Al tiempo le atribuye carácter absoluto, unidireccional, continuo, progresivo, sin manifestación relativa alguna. El espacio es también absoluto, pero puede ser interpretado como relativo cuando un observador refiere su posición respecto a un objeto que no esté en reposo total. Considera la posibilidad de que exista un lugar en el universo que se encuentre en dicho estado, el cual sería centro único del mismo.

[90] Ibíd. págs. 35 y 37.

2.3 Origen

Angel Cappelletti sugiere la concepción de Newton sobre el origen del universo: Dios (…) según Newton (…) Rige todas las cosas y conoce no solo las cosas que existen sino también las que pueden existir (…) atribuye a la divinidad providencia y causas finales.[91] A partir de la perfecta coherencia que Isaac Newton encuentra entre, sus postulados asumidos como leyes naturales que regulan el universo los cuales permiten describirlo de manera aparentemente precisa, y su extrema complejidad, inmensa diversidad, y su dinámica, el autor concluye que, tanto el universo mismo, como las leyes que lo regulan, solo podrían haber sido, creado y creadas por un ser perfecto, eterno, inmóvil, omnipresente, infinito y poseedor de todas las cualidades atribuibles a una deidad única y universal, quien en un acto motivado desde su plena libertad, no por necesidad, decide materializarlo y crearlas para su regulación, siendo estas independientes de él mismo al instante en que inician sus funciones rectoras, leyes formuladas como inmodificables por él mismo, acordes con un plan maestro perfecto propio de tal deidad. La sola existencia de dichas leyes y de las interacciones que regulan, es para el autor prueba de la intervención divina y de su plan. En tal sentido, el editor de los *Principios matemáticos de la filosofía natural* (1687), en su prefacio a la segunda edición, expresa en concordancia con el contenido de la obra y con las ideas de su autor, lo siguiente:

> Indudablemente este mundo, tan diversificado por la variedad de formas y movimientos que encontramos en él, sólo podía surgir de la voluntad perfectamente libre de Dios, que todo lo dirige y preside. De esta fuente han manado todas las leyes que se dicen de la naturaleza, donde en efecto aparecen muchas huellas del más sabio de los planes, aunque ni el más leve rastro de necesidad.[92]

---

[91] CAPELLETTI, A. Newton y la filosofía. http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/15973/1/new_filosofia.pdf

[92] NEWTON. I. (1687). *Principios matemáticos de la filosofía natural*. pág. 24. Tecnos Editorial. Segunda Edición, 1987. Madrid, España.

Newton en el tercer libro, después de haber formulado matemáticamente las leyes de lo que hoy conocemos como fundamentos de la física clásica, explica de manera extensa cuál es para él el origen del universo y de todas las leyes que lo regulan. Lo hace abundando en las características y capacidades del ser supremo a quien le atribuye la creación tanto del universo como de sus leyes. La conclusión es única: Para el autor, tanto el universo, como las leyes que regulan su totalidad, habrían sido creado y creadas necesariamente por un ser cuya naturaleza se corresponde con una deidad única, universal, eterna, infinita, inmóvil, omnipresente, todopoderosa, cuya existencia es necesaria para que nosotros podamos explicar el universo, ser portador de todas las cualidades de lo que en la religión que profesaba Newton se conoce como Dios. El autor se expresa al respecto como sigue:

> Este elegantísimo sistema del Sol, los planetas y los cometas sólo puede originarse en el consejo y dominio de un ente inteligente y poderoso. Y si las estrellas fijas son centros de otros sistemas similares, creados por un sabio consejo análogo, los cuerpos celestes deberán estar todos sujetos al dominio de Uno, (…) Este rige todas las cosas, no como alma del mundo, sino como dueño de los universos. Y debido a esa dominación suele llamársele señor Dios, (…) El Dios supremo es un ente eterno, infinito, absolutamente perfecto, pero un ente así perfecto y sin dominio no es el señor Dios (…) La dominación de un ente espiritual constituye a Dios, verdadero si es verdadera, supremo si es suprema, ficticio si es ficticia. Y de su dominio verdadero se sigue que de verdadero Dios es un ente vivo, inteligente y poderoso; y de las restantes perfecciones que es supremo o supremamente perfecto. Es eterno e infinito, omnipotente y omnisciente, esto es, dura desde la eternidad hasta la eternidad, y está presente desde lo infinito hasta lo infinito. Rige todo, y conoce todo cuanto es o puede ser hecho. No es eternidad e infinitud, sino eterno e infinito; no es duración o espacio, pero dura y está presente. Dura siempre y está presente en todas partes, funda la duración y el espacio. Como cada partícula de espacio es siempre, y como cada momento indivisible de duración es ubicuo, el creador y señor de todas las cosas jamás podrá ser nunca ni ninguna parte, (…) Dios es uno y el mismo dios siempre y en todas partes. Su omnipresencia no es sólo virtual, sino substancial, (…) Todas las cosas están contenidas y movidas en él, pero uno y otras no se afectan mutuamente. Dios nada padece por el movimiento de los cuerpos, y los cuerpos no hallan resistencia en la ubicuidad de Dios. Se reconoce que un Dios supremo existe necesariamente, y por la misma necesidad existe siempre y en todas partes (…) carecemos nosotros de idea sobre el modo en que el Dios sapientísimo percibe y entiende todas las cosas. Está radicalmente desprovisto de todo

> cuerpo y figura corporal, con lo cual no puede ser visto, escuchado o tocado; y tampoco debería ser adorado bajo la representación de cualquier cosa corpórea. Tenemos ideas sobre sus atributos, pero no conocemos en qué consiste la substancia de cosa alguna (…) Toda esa diversidad de cosas naturales, que hallamos adecuada a tiempos y lugares diferentes, sólo puede surgir de las ideas y la voluntad de un ente que existe por necesidad.[93]

Lo expuesto por Newton en la cita inmediata anterior describe de manera precisa su concepto de Dios en cuanto origen del universo. Como base de su argumentación apela a la sincronía que observó en la dinámica del sistema solar, cualidad que califica de elegante y que sugiere se aplica en relación con las estrellas fijas en caso de que alrededor de ellas existan sistemas similares al solar. Para el autor, tal manifestación de precisión solo podría ser creada por un ser (Dios) cuyas cualidades sean superiores a las de lo creado, quien tendría poder sobre todo ello como su dueño y no solo como su principio vital. A este ser extraordinario, Newton le atribuye características que obligan a considerarlo como único y superior a todo lo que existe: De naturaleza espiritual, eterno, infinito, omnipotente, omnisciente, omnipresente, verdadero, vivo, inteligente, creador de todo cuanto existe, en resumen: absolutamente perfecto. Aun cuando lo reconoce como origen de todo, también lo propone separado de la dinámica de su obra una vez que esta se despliega, acorde con las leyes que él mismo crea para su funcionamiento. Ante la magnificencia de su creación, el autor concluye que la existencia de Dios se da por necesidad, aunque no podamos comprender en su totalidad su ser. Para el autor, el universo y las leyes que lo regulan, tienen su origen en un acto de Dios según lo describe, acción realizada desde su libertad plena y siendo su existencia necesaria para que el universo sea, sin que Dios necesite a éste.

2.4 Historia (tiempo)

El despliegue del universo es para Newton un continuo en el tiempo absoluto acorde con leyes inexorables que permiten describir con precisión cómo era éste en el

[93] Ibíd. págs. 618 a 620.

pasado y cómo es en el presente. El mismo modelo permite también predecir cómo sería en el futuro. La historia del universo estaría para el autor plenamente determinada por dichas leyes, cuyas características ya hemos descrito. No hay margen en el concepto de universo de Newton para desviación alguna respecto a las leyes naturales de origen divino, las cuales son independientes de su creador una vez que el universo inicia su despliegue. Halley, refiriéndose al determinismo del modelo del autor respecto al transcurrir del universo, indica en su Oda a Newton incluida en los *Principios matemáticos de la filosofía natural* (1687), lo siguiente: Contemplamos la política del cielo y haciendo patentes los secretos ocultos de la Tierra, discernimos el orden inmóvil de las cosas y lo que decretaron en el pasado los siglos del mundo.[94]

2.5 Concepto de universo (espacio)

El universo es para Isaac Newton un sistema ordenado cuyo funcionamiento se asimila al de un mecanismo. Todo en él tiene una causa que puede ser verificada a través de la observación y de la aplicación de la matemática a la descripción de los fenómenos físicos, ocurriendo que a medida que nos aproximamos a la causa original de los mismos, la simplicidad del sistema aumenta. El autor postula relaciones matemáticas que permiten describir y predecir de manera determinista el universo desde su pasado, en el presente, y hacia el futuro, siendo las mismas perfectamente coherentes con lo observable. Estas relaciones las propone como leyes de la naturaleza, inexorables y eternas, creadas por un ser superior absoluto, acorde con la naturaleza de deidad única, creador del universo desde su libre elección y en función de un plan maestro propio, leyes que actúan de manera independiente respecto a dicho ser una vez que el universo inicia su despliegue, siendo el tiempo absoluto, unidireccional, continuo, progresivo, sin relatividad alguna, mientras que el espacio, aunque pueda existir un lugar en reposo

[94] Ibíd. pág. 4.

absoluto, se puede asumir relativo cuando se refiere la posición y/o movimiento de cualquier observador, respecto a un objeto que esté en movimiento. El universo transcurre de manera continua a través del tiempo, determinado por las leyes naturales formuladas por Newton, siendo de igual naturaleza el desarrollo de su historia

2.6 Características del concepto

La física, es un campo de conocimiento dominado por Isaac Newton, de hecho, sus formulaciones son el fundamento de lo que conocemos como física clásica, circunstancia que determina las características de su concepto de universo, pero no de manera exclusiva, su afinidad religiosa tiene igual grado de influencia. Si bien es cierto, el autor conceptualiza al universo como un sistema regulado por leyes naturales deterministas de manera análoga a un mecanismo, también postula dichas leyes como de origen divino, aun reconociéndolas como independientes de su creador, que es el mismo del universo. El autor despliega en todo el contenido de la obra que venimos analizando, la aplicación de la física a la construcción de su concepto de universo mediante la aplicación de instrumentos matemáticos, lo cual es coherente con su actitud científica. En paralelo expresa también Newton de manera frecuente en toda la obra, una profunda convicción sobre la intervención de Dios como creador de ese universo, describiendo de manera extensa sus cualidades y dejando clara su posición en cuanto al reconocimiento de su existencia, a la cual califica de necesaria para que el universo sea. El autor manifiesta así de forma explícita su relación con Dios en cuanto éste es creador del universo y Newton un habitante del mismo, es decir, expresa su religiosidad. En síntesis, podemos afirmar con razonable aproximación, que las características y la epistemología del concepto de universo de Newton, concuerdan de manera simultánea con, las de una ciencia positiva, la física clásica, y con las propias de la ideología religiosa correspondiente al tiempo en que vivió.

2.6.1 Método

Los fenómenos estudiados por la física clásica, se analizan partiendo de la observación directa de los mismos, la cual es realizable a través de nuestros sentidos, bien desde ellos mismos sin amplificar su capacidad sensorial con instrumento alguno, o bien utilizando uno o varios de ellos que si lo permitan, en el caso de Newton nos referimos en particular al telescopio reflector diseñado por él mismo en función de sus requerimientos como observador astronómico, instrumento que, según ya indicamos, aun hoy se denomina telescopio reflector newtoniano. En física clásica, se pretende que el despliegue de los fenómenos objetos de su estudio sea coherente, tanto con el sentido común, como con los resultados derivados del análisis de la información obtenida mediante su observación, proceso cuyos resultados son después propuestos como postulados a través de expresiones matemáticas. Newton deriva todas sus leyes y formulaciones a partir de la apreciación de hechos físicos mediante el uso de sus sentidos, amplificando su alcance gracias a instrumentos como su telescopio reflector, es decir, a través de la observación directa de fenómenos naturales, para después de analizar lo observado, derivar hipótesis explicativas que se convierten en teorías si son verificadas empíricamente. El editor de los *Principios matemáticos de la filosofía natural* (1687), en su prefacio a la segunda edición de la obra indica lo siguiente respecto al alcance de la observación directa en el trabajo del autor: no debemos buscar esas leyes a partir de conjeturas inciertas, sino aprenderlas de observaciones y experimentos.[95] Newton se expresa explícitamente sobre la no pertinencia de considerar a la especulación sin verificación como método para comprender fenómeno alguno, dado que tal cualidad solo le es atribuible a lo que puede ser cotejado mediante la observación directa de aquello que es sometido a experimentación, permitiendo recabar

[95] Ibíd. pág. 24.

la evidencia respectiva: no debemos abandonar la evidencia de los experimentos por sueños y ficciones vanas…[96]

2.6.2 Relación causa / efecto

Víctor Romero Rochín, investigador titular del Instituto de Física de la UNAM, enuncia la relación entre causa y efecto desde la perspectiva de la física clásica:

> La naturaleza es causal en el sentido que, dado un efecto (…) en un instante dado, existe una y solo una "causa" que lo produce (…) en otro instante previo dado. Y funciona al revés, toda causa produce un solo efecto, en instantes especificados (…) cualquier sistema físico, sea un átomo, una estrella o un ser vivo, siempre está "haciendo" algo bien definido y, por lo tanto, susceptible de ser descrito de manera precisa instante a instante. Las teorías llamadas clásicas, como la Mecánica de Newton, (…) están construidas y basadas en este concepto de causalidad (…) dicha postura, por supuesto, no es un capricho ni una arbitrariedad, sino que es provocada, por un lado, por la observación de la naturaleza a través de nuestros sentidos, y por otro, arguyo, porque está de acuerdo con la "existencia" finita misma de los humanos y de lo que le damos sentido de existencia.[97]

Por otra parte, Sergio Martínez, colega de Víctor Romero Rochín, como complemento a lo enunciado por Romero, identifica en la naturaleza determinista de las leyes de Newton la concepción de éste sobre la relación entre causa y efecto: Las leyes son deterministas en tanto que se supone que, dado un cierto estado de1 mundo, las leyes de la naturaleza determinan unívocamente lo que va a suceder en e1 futuro.[98]

Newton es estructuralmente un científico orientado fundamentalmente al ámbito de la física, de hecho considerado fundador de la física clásica, y como tal aplica los principios de ésta para la realización de su trabajo, entre ellos el principio de causalidad descrito por Romero, complementado por Martínez. Propone un universo cuya dinámica se asemeja a la de un mecanismo, solo que eterno, creado por Dios y de dimensiones espaciales infinitas, determinado por leyes expresables en relaciones matemáticas que

---

[96] Ibíd. pág. 462.

[97] ROMERO, V. *No causalidad y mecánica cuántica: una realidad difícil de aceptar*. http://www.revistac2.com/no-causalidad-y-mecanica-cuantica/

[98] MARTINEZ, S. (1997). *De los efectos a las causas*. pág. 23. Universidad Autónoma de México. México D.F. México.

permiten la descripción y predicción precisa de sus fenómenos. El determinismo científico del autor es una cualidad epistemológica de su obra, ello en cuanto a los principios, fundamentos y metodologías que aplica el autor para crear conocimiento a partir de su trabajo, son principios de naturaleza determinista y científica. Por otra parte, la formación de Newton y las circunstancias históricas que modelan su época, influyen en su concepción de la realidad, de lo cierto, y de las justificaciones en que sustenta el conocimiento que deriva de sus investigaciones. La cualidad epistemológica descrita se manifiesta de manera importante en la obra en que centramos nuestro análisis. Halley, en su Oda a Newton enfatiza sobre cómo la razón es el instrumento fundamental aplicado por el autor para descubrir las causas de los fenómenos: Son contempladas ahora a la luz de la razón. Disueltas al fin por la ciencia las nubes de ignorancia…[99]

El editor de la obra, en su prefacio a la segunda edición, describe en detalle el método aplicado por Newton en su trabajo, método cuya pauta es coherente con el correspondiente a la física clásica. Se refiere al alcance del método deductivo, a la coherencia entre lo observado y lo propuesto para explicarlo, a la posibilidad de verificación empírica, y a la derivación de conclusiones y postulados a partir de la síntesis de resultados:

> Estos pensadores deducen las causas de todas las cosas de los principios más simples posibles; pero no asumen como principio nada que no esté probado por los fenómenos (…) No inventan hipótesis, ni las admiten en filosofía sino como cuestiones cuya verdad puede ser disputada. Proceden así siguiendo un método doble, analítico y sintético. A partir de algunos fenómenos seleccionados deducen por análisis las fuerzas de la naturaleza y las leyes más simples de las fuerzas; y desde allí, por síntesis, muestran la constitución del resto.[100]

[99] NEWTON. I. (1687). *Principios matemáticos de la filosofía natural.* pág. 4. Tecnos Editorial. Segunda Edición, 1987. Madrid, España.
[100] Ibíd. pág. 10.

2.6.3 Relación realidad / teoría

Dado que el autor observa las manifestaciones de los fenómenos físicos y se basa en la información que extrae de dicho acto, tanto para formular hipótesis que intenten explicarlos como para la verificación experimental de las mismas, a priori se puede considerar que las teorías que postula se adecuan a la realidad, sin embargo, es necesario indicar que dicha realidad es la que Newton interpreta como tal a partir del análisis que aplica a lo que aprecian sus sentidos, siendo influido por su formación y circunstancias. De esta manera cabe sugerir que en el concepto de universo del autor se verifica la existencia de una relación de correspondencia biunívoca entre teoría y realidad, aclarando que esta última es, según antes indicamos, la que Newton asume como tal. El autor califica esta relación como universal: como las cualidades de los cuerpos sólo nos son conocidas por experimentos, debemos considerar universal todo cuanto concuerda universalmente con ellos…[101]

2.6.4 Relación absoluto / relativo

El concepto de universo de Newton postula lo absoluto como una de sus características fundamentales, tanto al considerarlo eterno y único, como al atribuirle ausencia de límites espaciales. Sin embargo, propone lo relativo en cuanto se utilicen objetos en movimiento como referencia para el movimiento de otros. Respecto al Tiempo, el autor no admite posibilidad alguna de ser percibido de manera relativa, es terminantemente absoluto. En relación con el espacio, si bien es cierto propone su relatividad cuando la posición de un observador es referida a un sistema en movimiento, también propone como posible aunque no verificado por su trabajo, la existencia de un lugar en el universo que podría ser su centro único, estando por consiguiente tal ubicación en reposo absoluto. La creación del universo y las leyes que lo regulan, son

[101] Ibíd. pág. 462.

para Newton la obra de una deidad absoluta, por lo que no admiten relatividad alguna. El autor expresa al respecto lo siguiente:

> El tiempo absoluto, verdadero y matemático, en sí y por su propia naturaleza sin relación a nada externo fluye uniformemente (…) El espacio absoluto, tomado en su naturaleza, sin relación a nada externo, permanece siempre similar e inmóvil. El espacio relativo es alguna dimensión o medida móvil del anterior…[102]

> Este elegantísimo sistema del Sol, los planetas y los cometas sólo puede originarse en el consejo y dominio de un ente inteligente y poderoso (…) Este rige todas las cosas, no como alma del mundo, sino como dueño de los universos. Y debido a esa dominación suele llamársele señor Dios, (…) El Dios supremo es un ente eterno, infinito, absolutamente perfecto…[103]

2.6.5 Rol de Dios

Si bien es cierto, Newton reconoce a leyes naturales la regulación del universo, también lo es que la creación de las mismas, así como del propio universo, la atribuye a una deidad suprema y universal, acorde con la ideología religiosa en que el autor se formó. La perfecta coherencia que encontró Newton entre sus formulaciones y el desarrollo de los fenómenos que estudió, aunada a la perfección de su modelo teórico, lo condujeron a concluir que es necesaria la intervención de la deidad como entidad creadora, pues solo algo perfecto podría crear algo de igual naturaleza. El editor de los *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural* (1687) precisa lo siguiente en su prefacio a la segunda edición:

> Ha de ser ciego quien, partiendo de las estructuras óptimas y sapientísimas de las cosas, resulta incapaz de ver la infinita sabiduría y bondad de su creador omnipotente, y debe ser demente e insensato quien se niega a reconocerlo (…) La obra eximia de Newton será la protección más segura contra los ataques de los ateos…[104]

2.6.6 Rol de la naturaleza

Dios es para el autor el ente dotado de la capacidad necesaria para ser el creador del universo, es decir y según ya hemos indicado, portador de características que

[102] Ibíd. págs. 32 y 33.
[103] Ibíd. pág. 618.
[104] Ibíd. pág. 25.

ameritan considerarlo como omnipotente, omnipresente, omnisciente, eterno e infinito, en síntesis, absoluto y perfecto. Sin embargo, siendo también capaz de crear las leyes que han de regular todos los fenómenos y relaciones que se despliegan en el universo, se desvincula de ellas una vez que las crea y éstas asumen su rol, otorgándoles independencia respecto a él mismo. Esta circunstancia permite concluir que Newton reconoce en dichas leyes (naturales), el poder para determinar lo que sucede en el universo de manera análoga a la forma en que funciona un mecanismo sin necesidad de la intervención de Dios. Parte de estas leyes las decodifica el autor mediante la aplicación de expresiones matemáticas. Tal circunstancia es evidencia implícita del reconocimiento de Newton hacia la naturaleza como causa de los eventos que en ella ocurren, dicho de otra manera, la naturaleza expresada a través de sus leyes, para el autor asume el rol de ente rector de los fenómenos físicos que tienen lugar en el universo, sin que ello entré en contradicción con su propuesta en cuanto a que el origen de todo sea la deidad absoluta, expresando en su obra absoluta confianza en las matemáticas como el código que permite comprender la dinámica del universo, sugiriendo incluso la cualidad de éstas como un lenguaje común a Dios y al ser humano.

III. STEPHEN HAWKING

Stephen Hawking es uno de los teóricos de la física cuya obra es imprescindible conocer en relación con el estado actual de la citada ciencia, en particular respecto a la cosmología. De su obra en general se deriva la concepción física contemporánea de lo que fue, es y probablemente será, el universo. Su concepto se fundamenta en aportes y consideraciones de la física moderna, en cuanto a origen, historia y funcionamiento. Nuestro análisis no lo hemos hecho siguiendo esa secuencia, la cual podría ser considerada como lógica, dado que la aplicación de las bases teóricas del concepto dio como primer resultado las conclusiones sobre la historia del universo, seguidamente sobre su funcionamiento, y finalmente en relación con su origen. Es necesario seguir dicho orden para comprender la correlación entre los contenidos.

3.1 Marco teórico

La estructura de ideas en que se apoya el concepto de universo de Stephen Hawking, ha sido construida por el autor con base exclusivamente en el ámbito de la física, en particular de la física moderna, sintetizando de manera predominante contenidos verificados por vía experimental de física cuántica y de la teoría de la relatividad. La obra de Hawking en general, y en especial su libro *El gran diseño* (2010), texto en que el autor resume todos sus trabajos y en el cual nos suministra su concepto de universo, entre otras finalidades intenta dar respuestas a las inquietudes que surgen de las propuestas teóricas de la física moderna, al respecto el propio Hawking refiriéndose a ese campo del conocimiento indica lo siguiente: El objetivo de este libro es proporcionar las respuestas sugeridas por los descubrimientos y los progresos

teóricos recientes, que nos conducen a una nueva imagen del universo y de nuestro lugar en él…[105]

3.1.1 Física cuántica

Las propuestas de la física moderna, han superado a sus antecesoras en cuanto al alcance para explicar la naturaleza, en particular respecto a lo concerniente a la materia a nivel de los componentes del átomo. Cuando nos referimos a antecesoras, lo hacemos en relación con lo que se ha dado en llamar física clásica, vale decir, aquella cuya capacidad para predecir el despliegue de los fenómenos naturales, suministra respuestas signadas por la pretensión de certidumbre y la unicidad, mientras que al referirnos a la física moderna, en particular a la física cuántica, estructurada formalmente a principios del siglo XX, aludimos a aquella en la que tales respuestas derivan de probabilidades y diversidad. El concepto de universo de Hawking, según ya indicamos, se fundamenta en la física moderna, por lo que no puede comprenderse aplicando solamente las propuestas propias de la física clásica. En el Apéndice de este trabajo suministramos nociones básicas, tanto de física clásica, como de física moderna, cuya lectura previa sugerimos con la finalidad de facilitar la comprensión del concepto de universo del autor. La relación entre el trabajo de Hawking y la física moderna es consecuencia de que una de las bases principales del mismo es el conocimiento actual de cómo se comporta la materia a nivel subatómico, el cual diverge significativamente de lo que entendemos por clásico y cotidiano. En la cotidianidad, el movimiento, la trayectoria, y el tiempo asociado, lucen claramente definidos, siendo satisfactoriamente, aunque no con precisión infinita, descritos por la física clásica, lo cual no ocurre en el ámbito de los componentes del átomo. Dentro de la física moderna, el conocimiento de algunas propuestas fundacionales de la física cuántica, al menos a un nivel básico, es

[105] HAWKING. S. y MLODINOW. L. (2010). *El gran diseño*. pág. 11. Crítica S.L. Editorial Planeta. Barcelona, España.

imprescindible para la descripción y comprensión del comportamiento de la materia en el contexto de lo subatómico. Considerando que una de las bases teóricas fundamentales específicas del concepto de universo del autor analizado, es precisamente un conjunto de propuestas de la física cuántica, seguidamente describimos de manera introductoria y breve los contenidos relacionados sin profundizar en sus aspectos matemáticos y específicos. Tales contenidos están desplegados con mayor alcance en el apéndice.

La física cuántica es la rama de la física que tiene como objeto principal de estudio lo perteneciente al ámbito de los componentes del átomo. Su motivación fundamental es el comportamiento de la materia a nivel subatómico, el cual puede apreciarse de manera dual, bien como el propio de las partículas materiales, o bien como el correspondiente a las ondas, ello dependiendo de cómo se efectúe la observación. Las interacciones en que se involucra están determinadas por leyes físicas, aceptando ser catalogada como determinista en cuanto a la forma de sus ecuaciones, sin embargo, el despliegue de los fenómenos que estudia está signado por la incertidumbre en relación con la definición de magnitudes, ello dado que la ínfima dimensión de los componentes de la materia a nivel subatómico, impide hacer mediciones directas de las mismas de manera simultánea. Tal circunstancia deriva de que a medida que se aumenta la precisión en la medición de una magnitud, disminuye la correspondiente a otras magnitudes asociadas. Se le califica a esta rama de la física como cuántica, dado que en el ámbito de lo subatómico la materia absorbe o irradia energía de manera discreta, no continua, en cantidades denominadas cuantos. Sus postulados pueden aparecer contrarios al sentido común. No permite obtener magnitudes de manera absoluta, sino en un contexto de probabilidades. Es un marco teórico cuyas propuestas han sido exhaustivamente verificadas de manera experimental. Hawking precisa de la siguiente manera sobre al alcance de las teorías cuánticas:

> Según la concepción tradicional del universo, los objetos se mueven a lo largo de caminos bien definidos y tienen historias bien definidas (…) Aunque esa descripción es suficientemente satisfactoria para los propósitos cotidianos, (…) no podía describir el comportamiento (…) a escalas atómica y subatómica de la existencia. Fue necesario adoptar, en su lugar, un marco diferente, denominado física cuántica.[106]

Dentro de la física cuántica, de la cual según ya indicamos suministramos fundamentos en el apéndice de este trabajo, la teoría de Richard Feynman[107] sobre la diversidad de historias para describir cualquier sistema, incluido el universo mismo, es el principal contenido en que Hawking sustenta las propuestas que integran su concepto de universo, en particular respecto a su historia. La propuesta de Feynman, sobre cuyos aspectos necesarios para nuestro análisis volveremos más adelante, concluye en que no puede describirse a un sistema a través de una sola historia, siendo necesarias para ello todas las posibles. Indica Hawking: Según Feynman, un sistema no tiene una sola historia, sino todas las historias posibles (…) el propio universo no tiene una sola historia, ni tan siquiera una existencia independiente.[108]

Junto con la teoría de Feynman sobre multiplicidad de historias, en la que el término historias se refiere a las distintas formas en que un evento puede ocurrir, y con fundamentos también en el ámbito de la física cuántica, la pretendida teoría del todo unificadora de toda la física es la propuesta que aplica Hawking para explicar cómo se despliega y funciona el universo. El autor reconoce que aún no se cuenta con una teoría que pueda considerarse como explicativa, de manera autosuficiente, de todos los fenómenos que son objeto de estudio de la física, sin embargo, toma una como la mejor aproximación posible, aclarando que aún no puede considerarse completa. Se refiere a la denominada teoría M. En relación con esta teoría suministramos en el apéndice de

---

[106] Ibíd. págs. 11 a 12.
[107] (1918 – 1988). Físico teórico de los Estados Unidos de Norteamérica. Formuló los modelos teóricos vigentes sobre trayectorias, electrodinámica y física de partículas en el ámbito de la física cuántica.
[108] HAWKING. S. y MLODINOW. L. (2010). *El gran diseño*. pág. 13. Crítica S.L. Editorial Planeta. Barcelona, España.

este trabajo sus aspectos necesarios para nuestro análisis. Al respecto indica el autor, que dicha teoría resulta de la integración de un grupo de varias que, aun pareciendo diferentes, aplican como elementos de un mismo conjunto y describen fenómenos físicos específicos acotados dentro de límites claramente establecidos. Explica Hawking en relación con ello:

> …conocemos una candidata a teoría última de todo (…) denominada Teoría M (…) posee todas las propiedades que creemos debería poseer la teoría final, (…) sobre la cual basaremos la mayor parte de las reflexiones (…) Las diferentes teorías que constituyen la familia de la Teoría M (…) pueden ser consideradas como aspectos de la misma teoría subyacente. Son versiones de la teoría aplicables tan solo en dominios limitados (…) no (…) hay una teoría que proporcione por si sola una buena representación de las observaciones físicas en todas las situaciones.[109]

3.1.2 Teoría de la relatividad

La relatividad restringida (o especial) y la relatividad general, siendo ambas integrantes de la teoría de la relatividad y los aportes teóricos de mayor alcance suministrados por Albert Einstein[110] a principios del siglo XX, son aun objeto de análisis y evaluación en cuanto a la validez y alcance de sus postulados. Razones para ello las hay tanto de orden experimental como teóricas. Francisco Ynduráin, del Departamento de Física Teórica de la Universidad Autónoma de Madrid, califica la teoría de la relatividad como el conjunto de: prodigios de intuición que Einstein derrochó…[111] sin embargo, también reconoce que:

> …la propia teoría de la relatividad general tiene serios problemas de consistencia. Tanto experimentales, en la descripción del cosmos, donde nos obliga a introducir entes tales como las llamadas materia oscura y energía oscura para las que no tenemos ninguna evidencia directa, como teóricos. En efecto, nadie ha sido capaz de presentar una formulación de la relatividad general compatible con la mecánica cuántica.[112]

---

[109] Ibíd. págs. 14 a 15.
[110] (1879 – 1955). Físico alemán que mediante su teoría de la relatividad reformuló por completo la concepción de la gravedad como interacción física, evolucionando respecto a Isaac Newton.
[111] YNDURÁIN, F. (2007). *Einstein: relatividad, mecánica cuántica y la teoría del campo unificado.* págs. 127 a 128. Volumen 101. Nro. 1. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España.
[112] Ibíd. pág. 138.

Los obstáculos a superar en relación con la relatividad, fundamentalmente son de naturaleza experimental, pues la observación de fenómenos con magnitudes del orden de la velocidad de la luz, ámbito relativista, es particularmente complicada. No obstante, el propio Ynduráin nos sugiere que la existencia de éstos no está negada por nuestra presente incapacidad para observarlos. Para ello cita directamente a Richard Feynman en relación con la dificultad para observar lo que acontece en el ámbito cuántico:

> Does this mean that my observations become real only when I observe an observer observing something as it happens? This is a horrible viewpoint. Do you seriously entertain the thought that without the observer there is no reality? Which observer? Is a fly an observer? Is a star an observer?" R. P. Feynman, a propósito del problema de la medida en mecánica cuántica.[113]

De la teoría de la relatividad, habiendo sido verificados experimentalmente la mayor parte de sus contenidos, antes Ynduráin nos recordó que estos no aplican en el ámbito de la física cuántica. Sin embargo, sus propuestas deben ser necesariamente relacionadas con el comportamiento de la materia a nivel del átomo y sus componentes para la comprensión global de la dinámica del universo. En tal sentido, la teoría de la relatividad aplica como base teórica auxiliar junto con la física cuántica para la construcción del concepto de universo de Hawking, dado que lo es respecto a la teoría M, en tanto aproximación a una propuesta cercana a teoría unificadora de la física o teoría del todo (ver apéndice). Acorde con el alcance del presente análisis, no nos extenderemos en el desarrollo y descripción de los detalles matemáticos de la teoría de la relatividad, solo explicaremos muy brevemente los aspectos fundamentales e imprescindibles para comprender el concepto de universo de Hawking:

La teoría de la relatividad fundamentalmente se origina a partir de considerar de manera conjunta dos hechos: por un lado la verificación experimental de que la velocidad de la luz en el vacío es una constante universal independiente del sistema de

[113] Ibíd. pág. 127.

referencia respecto al que sea medida, y por otro, las relaciones existentes entre el movimiento de observadores distintos o movimiento relativo. A partir de estas circunstancias, Albert Einstein construyó dicha teoría, la cual permite relacionar las observaciones realizadas respecto a sistemas de referencia en diversos estados de movimiento, ello considerando de manera relativa tanto al espacio como al tiempo, los que quedan imbricados en un solo ente al que se denomina espacio – tiempo, asumiendo al tiempo como una dimensión adicional a las tres espaciales que perciben nuestros sentidos. Una de las consecuencias fundamentales de la teoría de la relatividad es que el espacio – tiempo es susceptible de curvatura por la presencia de la masa, manifestándose esto como la atracción gravitatoria, por lo que esta última sería una propiedad geométrica del espacio – tiempo y no una fuerza como tal. La teoría de la relatividad aplica en dos contextos diferentes: uno en el ámbito en que los efectos de la curvatura del espacio – tiempo debidos a la presencia de la masa no son perceptibles, y otro en que sí lo son. En el primer caso hablamos de teoría de la relatividad restringida (o especial), en el segundo lo hacemos respecto a la teoría de la relatividad general.

Teoría de la relatividad restringida: dos son sus postulados fundamentales. El primero establece que las leyes de la física son las mismas en cualquier sistema de referencia, independientemente de si está en reposo o se desplaza con velocidad constante, de manera inercial, no acelerada, por lo que no existe un sistema de referencia con carácter absoluto, es decir, ni espacio, ni tiempo, son absolutos en el universo. El segundo propone a la velocidad de la luz en el vacío como una constante universal absoluta e insuperable no susceptible de ser variada por la velocidad de su fuente emisora ni por la del observador. Consecuencia de ambos postulados es que dos observadores distintos no pueden apreciar igual intervalo de tiempo entre sucesos, no existiendo la posibilidad de simultaneidad en la percepción de los mismos, tampoco

medir con precisión infinita igual longitud para el mismo objeto. Las formulaciones matemáticas correspondientes a la teoría, conducen a conclusiones que pueden lucir contrarias al sentido común: a medida que aumenta la velocidad de desplazamiento, el espacio se contrae, el tiempo se dilata, y la masa aumenta, desapareciendo el primero, deteniéndose el segundo, y haciéndose infinita la tercera, cuando la velocidad sea la de la luz, lo que parece no ser posible en términos cotidianos. Por otra parte, establece la relación de equivalencia entre energía (E) y masa (M) mediada por la velocidad de la luz elevada al cuadrado (C^2), lo que se expresa como $E = M \times C^2$.

Teoría de la relatividad general: en principio, la teoría de la relatividad restringida fue calificada como tal debido a que se supuso aplicable solo en el contexto de sistemas de referencia inerciales (en reposo o desplazándose a velocidad constante), aunque puede generalizarse su aplicación en sistemas no inerciales, es decir, acelerados (desplazándose a velocidad que varía en el tiempo). La teoría de la relatividad general se denomina así dado que generaliza de manera formal la restringida en cuanto a su alcance para sistemas de referencia acelerados. Sus tres principios fundamentales, aplicados al universo como un todo, complementan los cambios en los paradigmas cosmológicos introducidos por la teoría restringida. Dichos principios son: principio de covariancia, principio de equivalencia y curvatura del espacio – tiempo. El primero establece que todas las leyes físicas son idénticas en todos los sistemas de referencia (incluidos los acelerados), el segundo indica que la relatividad restringida sigue siendo aplicable en sistemas de referencia inerciales, y con la verificación experimental de la curvatura del espacio – tiempo la gravedad dejaría de ser una fuerza dado que se asume como manifestación de dicha curvatura causada por presencia de masa y/o energía.

3.1.3 Síntesis

La base teórica general del concepto de universo de Stephen Hawking es la física moderna, de la cual en particular utiliza para su estructuración propuestas provenientes de la física cuántica y de la teoría de la relatividad. La física moderna, aunque sus instrumentos de trabajo tienen su origen en la newtoniana (o clásica), a diferencia de esta, enfoca su atención en fenómenos fuera del ámbito de lo cotidiano, dado que estudia las interacciones entre la materia a nivel de los componentes primigenios conocidos hasta ahora, contexto de la física cuántica, así como también las que tienen lugar en dimensiones espaciales cuya unidad de medida es la distancia recorrida a una velocidad de trescientos mil kilómetros por segundo (velocidad de la luz) durante un año (año luz), rango de aplicación de la teoría de la relatividad. Dos teorías específicas derivadas de estos campos de conocimiento aportan los conceptos que sirven de soporte al concepto de universo del autor: la propuesta sobre historias alternativas de Richard Feynman y la teoría M. La primera en cuanto a la posibilidad de existencia de infinitos universos, y la segunda respecto a la naturaleza de los componentes de estos y las relaciones que se manifiestan entre ellos. Según venimos indicando, en el apéndice de este trabajo suministramos nociones básicas de las teorías y propuestas mencionadas aquí, cuya consulta, insistimos es necesaria para aproximarnos a la comprensión de sus contenidos. La naturaleza del marco teórico en que sustenta Hawking su concepto de universo es la justificación principal de lo que en éste propone.

3.2 Historia (tiempo)

Según venimos insistiendo, Los contenidos de la física cuántica, de los cuales hemos descrito muy brevemente conceptos básicos, son fundamentales para aproximarnos a la propuesta teórica proveniente de dicho campo del conocimiento que constituye base fundamental del concepto de universo del autor, en particular respecto a

su concepción de la historia del mismo. Nos referimos a la teoría sobre historias alternativas (ver apéndice) formulada por el físico estadounidense Richard Feynman, a mediados del siglo XX. Para el autor, es dicha teoría la que establece claramente la diferencia entre la física de Newton y la física cuántica, ello a partir de las conclusiones de Feynman en relación con el experimento de la doble rendija[114]. Sobre los resultados del experimento, Feynman concluye que: es lo que hace que la física cuántica sea diferente de la física newtoniana[115].

La teoría de Feynman sobre historias alternativas, también se conoce como la suma de Feynman sobre las historias, y demuestra que los componentes de la materia en el ámbito cuántico, pueden tomar todas las trayectorias posibles para ir de un punto a otro, además al mismo tiempo. A partir de esta característica, Feynman construye una propuesta teórica que engloba todo el contenido de la física cuántica. Hawking indica al respecto lo siguiente: las partículas toman todos los caminos y los toman ¡simultáneamente! (…) Feynman formuló una expresión matemática (la suma de Feynman sobre las historias) que refleja esa idea y que reproduce todas las leyes de la física cuántica[116].

Este marco teórico aplica también para el contexto donde las predicciones de la física de Newton se cumplen, dado que en sus dimensiones, el camino que toma un cuerpo para ir de un punto a otro (fenómeno apreciable por nuestros sentidos), tiene probabilidad cercana a la total, es decir, muy próxima a uno, siendo dicho camino también el único con probabilidad de ser distinta de cero. Esta es una importante

---

[114] Se realiza en dos fases: en la primera de estas se hace pasar luz a través de una rendija hecha en una superficie opaca, perpendicular a la dirección del haz, el cual al pasar incide en una pantalla donde queda plasmado el patrón con que la luz se proyecta. En la segunda fase se hacen dos rendijas en la superficie opaca, por lo que la luz pasa por ambas y también se obtiene su patrón de proyección sobre la pantalla. Al comparar los patrones de proyección de ambas fases se obtiene como resultado que el de la primera se corresponde con el de un flujo de partículas, mientras que el de la segunda lo hace con el de interferencia de ondas, lo cual muestra la naturaleza dual (partícula / onda) del comportamiento de la luz.

[115] HAWKING. S. y MLODINOW. L. (2010). *El gran diseño*. pág. 86. Crítica S.L. Editorial Planeta. Barcelona, España.

[116] Ibíd. pág. 87.

cualidad de la propuesta de Feynman, tomando en cuenta que debido a ella acepta el calificativo de universal en el ámbito de la física. En el contexto de un concepto de universo contemporáneo, la posibilidad de que las múltiples historias de Feynman sean infinitas, es la propuesta teórica en que se fundamenta la probable existencia de infinitos universos, o lo que se denomina multiverso. El autor indica sobre probabilidades:

> …para objetos grandes (…) el único destino que tiene una probabilidad efectiva diferente de cero es el destino predicho por la teoría newtoniana, y su probabilidad es prácticamente igual a la unidad (…) los objetos grandes se mueven tal como lo predice la teoría newtoniana.[117]

Para nuestro análisis, es relevante la proyección de la propuesta de Feynman sobre el universo como sistema, dado que Hawking la aplica precisamente en dicho contexto, derivando ello en la construcción de su consideración de la historia del universo como componente de su concepto del mismo: la teoría de Feynman permite predecir los resultados probables de un sistema que puede ser (…) incluso el universo entero[118].

En cuanto a la relación entre el observador y el fenómeno observado, en el contexto cuántico cualquier observación es probable realizarla a partir de todas las formas posibles en que ello puede ser hecho. De esta circunstancia deriva que la observación de cualquier fenómeno hecha a nivel subatómico, influye sobre el desenvolvimiento mismo del fenómeno en cuestión, es decir, existe mutua interacción entre quien observa y lo observado. Feynman es quien demuestra lo descrito con su propuesta de manera formal. Hawking precisa al respecto lo siguiente:

> Feynman demostró que, para un sistema general, la probabilidad de cualquier observación está construida a partir de todas las posibles historias que podrían haber conducido a dicha observación. Por ello, su método es denominado “suma sobre las historias” o formulación de la física cuántica mediante “historias alternativas” (…) principio cuántico clave (…) observar un sistema modifica su curso (…) la física cuántica reconoce que para efectuar una observación debemos interaccionar con el objeto que estamos observando.[119]

---

[117] Ibíd. págs. 89 a 90.
[118] Ibíd. pág. 91.
[119] Ibíd. pág. 92.

La aplicación de la teoría de Feynman (partiendo de la dualidad onda / partícula, del principio de incertidumbre de Heisenberg[120] y de la interacción entre observador y fenómeno observado), al análisis del pasado del universo, deriva en una conclusión que utiliza Hawking como justificativo principal de su concepción de la historia del mismo. Nos referimos a que según tales propuestas de la física cuántica, al universo no le corresponde una historia única con la que describir su pasado, dado que por más alcance que tenga nuestra capacidad para, observar, analizar, y describir el presente de una sola manera, la observación, análisis, y descripción del pasado, solo derivan en resultados enmarcados en el conjunto de todas las probables historias, sin definición alguna. Igual situación aplica respecto a pronosticar el futuro del universo:

> La física cuántica nos dice que por completa que sea nuestra observación del presente, el pasado (…) y el futuro son indefinidos y solo existen como un espectro de posibilidades (…) el universo no tiene un solo pasado o una historia única (…) sino todas las historias posibles, cada una con su propia probabilidad, (…) nuestras observaciones de su estado actual afectan su pasado y determinan las diferentes historias del universo.[121]

La cita anterior expresa, a título de conclusión, cuál es la concepción de Hawking respecto a cómo se despliega la historia del universo. Siempre apoyado en los postulados de la física cuántica, propone la ausencia de certeza en relación con el conocimiento al que podemos tener acceso sobre el pasado y el futuro del universo, aun apreciando el presente con la mayor rigurosidad y grado de precisión posibles, dado que la manera de realizar el propio acto de observación determinaría la forma de lo observado, lo que marca una diferencia fundamental entre él y los otros dos autores objeto de nuestro análisis respecto a la relación entre, la percepción de la realidad o verdad y el propio acto de percibirla. La física cuántica prescribe así que tanto el pasado

---

[120] Werner Heisenberg (1901 – 1976). Físico alemán. Su principal contribución a la física cuántica es el principio de incertidumbre, según el cual es imposible en su contexto conocer de manera simultánea, por ejemplo, la posición y velocidad de una partícula de materia.

[121] HAWKING. S. y MLODINOW. L. (2010). *El gran diseño*. págs. 94 a 96. Crítica S.L. Editorial Planeta. Barcelona, España.

como el futuro pueden asumir infinitas formas de manifestarse, dependiendo de cómo sean apreciados, teniendo cada una de ellas un valor de probabilidad respecto a su forma de ser. La manifestación que experimentamos es aquella con mayor de esos valores, prácticamente total. Estas circunstancias son derivadas por el autor a partir de la propuesta de Richard Feynman sobre multiplicidad de historias (ver apéndice).

3.3 Funcionamiento

Respecto a las leyes que rigen las diversas interacciones en el universo, cuya comprensión permite describir su funcionamiento, el autor aplica la teoría que en su concepto se aproxima de mejor manera a explicar y englobar en una sola propuesta tales principios. Nos referimos a la teoría M[122], cuyos antecedentes y contenidos básicos son fundamentales en relación con este aspecto del concepto de universo del autor. Seguidamente describimos de manera muy breve cómo aplican a nuestro análisis los citados antecedentes y contenidos.

Los dos aportes teóricos de mayor alcance suministrados por Albert Einstein (verificados experimentalmente), tanto la relatividad general, como la relatividad especial, si bien dejan de ser aplicables en la descripción del comportamiento del universo a nivel subatómico, han sido un importante elemento motivador para la búsqueda de otros desarrollos teóricos y experimentales que permitan relacionarlos consistentemente con el ámbito cuántico. Seguidamente destacamos los aspectos de dichos aportes que aplica Hawking en la construcción de su concepto de universo, los que a su vez necesitamos conocer en relación con los antecedentes de la teoría M. Nos restringiremos aquí a suministrar las conclusiones imprescindibles, sin profundizar en

[122] Es la propuesta teórica de mayor actualidad que intenta unificar las principales interacciones que estudia la física, es decir, el electromagnetismo, la gravedad y las dos fuerzas de atracción (fuerte y débil) que se manifiestan entre los componentes del átomo. Se fundamenta en la teoría de cuerdas, según la cual la materia a nivel subatómico se constituye en infinitesimales filamentos (cuerdas) de una sola dimensión que vibran con frecuencias específicas, siendo tales frecuencias las que establecen las diferencias en que las cuerdas se manifiesten como materia o energía, todo ello en un espacio – tiempo con no menos de diez dimensiones y restringido al ámbito de los componentes del átomo. Aún no ha sido aceptada de manera inequívoca como teoría unificadora. Ver apéndice.

los procedimientos que le permitieron a Einstein alcanzarlas. Básicamente nos referimos a tres hechos fundamentales: por una parte, la invariabilidad de la velocidad de la luz en el vacío y de las leyes físicas respecto a observadores que están en reposo o se desplazan de manera inercial, por otra, a la relatividad de tiempo y distancia entre dichos observadores, y finalmente, al cambio de conceptualización de la gravedad como una fuerza para pasar a ser un efecto de la presencia de masa y energía en la conjunción entre espacio y tiempo. Estos hechos son solo perceptibles a muy altas velocidades. Respecto a los dos primeros hechos, Hawking refiere lo siguiente:

> …las leyes de la física, y en particular la velocidad de la luz en el vacío, deberían parecer las mismas a todos los observadores que se movieran con movimiento uniforme (…) las medidas del tiempo transcurrido así como las de la distancia recorrida dependen del observador que efectúa la medición. Dicho efecto es una de las claves de la relatividad especial (…) Según la relatividad especial, el reloj va más rápido para un observador que está en reposo con respecto al reloj. Para los observadores que no están en reposo respecto al reloj, éste va más lentamente. Las ideas de Einstein (…) no son observables a las velocidades (…) en la vida corriente, (…) han sido repetidamente confirmadas por experimentos.[123]

Tales conclusiones derivadas de las teorías de Einstein, generaron como consecuencia que el tiempo no pueda ser considerado de manera separada respecto a las dimensiones espaciales, sino como una dimensión adicional. En la física de hoy tal conjunción se conoce como espacio – tiempo. En este escenario, el tiempo se constituye en una cuarta dimensión adicional a las tres espaciales, y su orientación depende del desplazamiento del observador. El autor precisa tales circunstancias:

> Gracias al trabajo de Einstein, (…) el tiempo no puede ser tratado separadamente de las tres dimensiones del espacio, (…) Los físicos llaman (a esta relación) “espacio-tiempo” (…) el tiempo constituye una cuarta dimensión (…) la dirección del tiempo depende de la velocidad del observador…[124]

---

[123] HAWKING. S. y MLODINOW. L. (2010). *El gran diseño*. págs. 111 a 114. Crítica S.L. Editorial Planeta. Barcelona, España.
[124] Ibíd. pág. 115.

En cuanto a la gravedad (atracción gravitatoria), al aplicar los efectos de la relatividad general, deja de ser una fuerza y se convierte en una manifestación de las características geométricas del espacio – tiempo, conjunto en que el tiempo asume cualidades como las de las dimensiones espaciales. Consecuencia de esto es que el espacio – tiempo no es plano, sino que es curvado por la presencia de la masa y la energía distribuidas en el universo. Dicha curvatura se manifiesta en la atracción entre los cuerpos, efecto que en realidad es el seguimiento de trayectorias en el espacio definidas por la curvatura de éste generada precisamente por la presencia de dichos cuerpos. El autor se refiere a este hecho como sigue:

> El concepto de la gravedad en la relatividad general (…) está basado en (…) que el espacio-tiempo no es plano (…) sino que está curvado y distorsionado por la masa y energía que contiene (…) la gravedad en la teoría de Einstein no es una fuerza (…) sino una consecuencia de que la masa deforma el espacio-tiempo y le confiere una cierta curvatura.[125]

Las conclusiones de las teorías de Einstein no aplican en el ámbito cuántico, dado que se refieren a fenómenos que tienen una sola forma de ser (demostrado esto mediante validación experimental). Según ya vimos al describir la propuesta teórica de Feynman respecto a historias alternativas, a nivel del átomo y sus componentes se requieren modelos teóricos específicos propios de la física cuántica, cuya ocurrencia se da de manera simultánea acorde con un rango de probabilidades, ello para poder describir de forma coherente los fenómenos propios de dicho ámbito. El tamaño del universo en sus primeros instantes de existencia (universo primitivo), momentos en que toda la masa y toda la energía estuvieron contenidas en un extraordinariamente diminuto volumen, lo ubican en la dimensión de lo atómico y subatómico, por lo que se hace necesaria una concepción cuántica de la relatividad general para comprender el comportamiento de la curvatura del espacio – tiempo en dichos momentos, es decir, de la gravedad a dicho

[125] Ibíd. págs. 116 a 117.

nivel. En general, se requieren concepciones cuánticas de todas las propuestas teóricas de la física para obtener la comprensión completa de los fenómenos de la naturaleza, haciendo coherentes las teorías clásicas con las cuánticas, lo que equivaldría a entender el funcionamiento del universo. Estas circunstancias Hawking las precisa:

> …a nivel atómico y subatómico esos modelos (los derivados de la Física Clásica, incluidos los de Einstein) no concuerdan con las observaciones, (…) debemos utilizar teorías cuánticas en que el universo puede tener cualquier historia posible, cada una de ellas con su propia amplitud de probabilidad (…) Si queremos comprender el universo primitivo, cuando toda la materia y toda la energía estaban comprimidas en un volumen diminuto, necesitamos una versión cuántica de la teoría de la relatividad general. También necesitamos dichas teorías si queremos llegar a una comprensión fundamental de la naturaleza, porque no sería consistente que algunas de las leyes fueran clásicas y otras cuánticas. Por lo tanto, tenemos que hallar versiones cuánticas de todas las leyes de la naturaleza.[126]

La necesidad de establecer coherencia entre las leyes de la física clásica y las de la física cuántica para comprender el funcionamiento del universo, es el principal motivador de la búsqueda de una teoría que unifique ambas, lo que puede interpretarse como el intento de substitución de un paradigma precedente (física clásica), por otro emergente, (física cuántica), pues la unificación persigue la fusión de las dos pero teniendo a la precedente como caso particular de la emergente. Al respecto, Antonio D'Alessandro, José Luis Michinel y Manuel Malaver de las universidades, Central de Venezuela y Simón Bolívar, también de Venezuela, concluyen que: los paradigmas en la física, luego de generarse, evolucionan, se amplían, se insertan en otras ciencias y finalmente se sustituyen o coexisten…[127], mientras que Hawking indica al respecto: la gente empezó a buscar una Teoría de Todo que unificara los cuatro tipos de fuerza en una sola ley que fuera compatible con la teoría cuántica.[128]

---

[126] Ibíd. págs. 118 a 119.
[127] D'ALESSANDRO, A., MICHINEL, J., y MALAVER, M. (2015). *Los paradigmas en la física, retardos difusionales e implicaciones didácticas*. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142015000300010.
[128] HAWKING. S. y MLODINOW. L. (2010). *El gran diseño*. pág. 125. Crítica S.L. Editorial Planeta. Barcelona, España.

Esta teoría debería unificar en un solo modelo la descripción de las causas, despliegue y consecuencias de los cuatro fenómenos fundamentales que ocupan a la física, es decir, al electromagnetismo, la atracción gravitatoria, y las dos formas de atracción distintas a la gravitacional que se dan entre los componentes del átomo. Las implicaciones de la propuesta teórica más próxima a una teoría unificadora, con la que cuenta hoy en día la Física, es otro principio básico en que Hawking fundamenta su concepto de universo. Nos referimos a la teoría M, aunque el autor manifiesta que su materialización pueda no ser posible y que para comprender el universo debamos aplicar principios dispersos. La propuesta de la teoría M que influye directamente sobre el concepto de universo de Hawking es la predicción de existencia del multiverso, es decir, de una variedad de universos con principios de funcionamiento distintos. Refiere esta variedad a universos con componentes, dimensiones, características, fenómenos, interacciones y relaciones entre todo esto, distintas a las del universo en que habitamos y diferentes en cada uno de ellos, lo que los haría únicos e integrantes de una variedad infinita. Esta concepción de infinito supera la que asumimos a partir de lo que observamos mediante nuestros sentidos, dado que no solamente se refiere a la cualidad de espacio tridimensional ilimitado y eternidad, sino que implica la existencia de infinitas manifestaciones de universos con dimensiones distintas y adicionales a las del nuestro. El multiverso, es el universo global infinito, integrado por manifestaciones que en sí mismas se pueden considerar universos componentes, cada uno con su propia naturaleza. Precisa el autor respecto a la teoría M y su aplicación al concepto de multiverso lo siguiente:

> La teoría más fundamental es la denominada Teoría M, (…) Aún estamos intentando descifrar la naturaleza de la Teoría M, pero puede que no sea posible conseguirlo (…) Podría ser que para describir el universo tengamos que emplear teorías diferentes en situaciones diferentes (…) las leyes de la

> Teoría M permiten diferentes universos con leyes aparentemente diferentes…[129]

3.4 Origen

La teoría de Feynman sobre multiplicidad de historias posibles y las predicciones de la teoría M en ese sentido, admiten una diversidad infinita de manifestaciones del universo. En tal contexto, una de esas manifestaciones es en la que las leyes que regulan su funcionamiento se originan en el evento de inicio. A ese evento se le conoce como Big Bang, dado que se corresponde con la ocurrencia de una gran explosión a partir de la cual comienza el despliegue del universo. Hawking precisa al respecto: las leyes de la naturaleza surgieron del Big Bang[130].

El universo se encuentra en un proceso de expansión, el cual, si se observa retrocediendo en el tiempo, muestra una disminución gradual de sus dimensiones, teniendo como final teórico un punto en el que dichas dimensiones desaparecen. Aplicando esta línea de razonamiento al universo en expansión, llegamos a un instante en el cual la dimensión del espacio – tiempo sería infinitesimal, conteniendo en ese infinitésimo la totalidad de masa y energía. Aplicando leyes físicas clásicas para evaluar las características del universo en aquel momento, obtenemos lo que los físicos denominan una singularidad, situación en la que varias magnitudes adquieren valor infinito. Ese singular instante es en el que el universo inicia su despliegue en una gran explosión, el Big Bang. El autor describe resumidamente este proceso:

> La primera evidencia científica actual de que el universo tuvo un inicio procede de la década de 1920 (…) basada sobre las observaciones que Edwin Hubble había realizado con el telescopio de cien pulgadas del observatorio de Monte Wilson (…) Analizando el espectro de la luz que emiten las galaxias, Hubble determinó que prácticamente todas ellas se están alejando de nosotros, y que cuanto más lejos están, con mayor velocidad se mueven (…) concluyó que el universo se está expandiendo. Si efectivamente es así, el universo debe haber sido más pequeño en el pasado. De hecho, si extrapolamos al pasado lejano, toda la materia y la energía en

[129] Ibíd. págs. 134 a 136.
[130] Ibíd. pág. 96.

> el universo habrían estado concentradas en una región minúscula de temperatura y densidad inimaginables y, si retrocedemos lo suficiente, debería haber habido un instante en que todo empezó, el suceso que conocemos actualmente como Big Bang o gran explosión primordial.[131]

> …la relatividad general predice que hay un instante en que la temperatura, la densidad y la curvatura del universo serían infinitas, una situación que los matemáticos llaman singularidad (…) la teoría de Einstein deja de valer en dicho instante y por lo tanto no puede ser utilizada para predecir cómo empezó el universo, sino solo cómo evolucionó después de aquel instante.[132]

Acorde con lo descrito por Hawking, las condiciones del universo justo en el momento de la gran explosión, exigen que su temperatura, densidad y curvatura del espacio – tiempo sean infinitas. Según hemos indicado, la Física Moderna postula que las tres dimensiones espaciales que percibimos a través de nuestros sentidos, y el tiempo como parámetro al que referimos la ocurrencia de los eventos, no están separados, siendo el tiempo una dimensión más, aunque no observable de igual manera a como lo hacemos con las otras tres relacionadas con el espacio. Por consiguiente, las tres dimensiones espaciales y el tiempo estarían integradas en un solo ente al que se le denomina espacio – tiempo, al cual en conjunto puede atribuírsele como característica la curvatura. Este conjunto con sus particularidades sería integrante de la manifestación única del multiverso en la que habitamos, es decir, lo que podemos considerar nuestro universo. Que la curvatura del espacio – tiempo sea infinita al momento de la gran explosión, impide que la teoría de la relatividad de Einstein pueda ser aplicada para describir el instante mismo, ésta solo puede utilizarse para su estudio inmediatamente después de ocurrir. Dichas teorías no toman en cuenta los efectos de la materia y la energía a nivel del átomo y sus componentes, dimensión que habría tenido todo el universo en instantes muy próximos al de su inicio, haciéndose necesario establecer una correspondencia entre las teorías de Einstein y las teorías cuánticas para comprender, analizar, y describir el instante en que ocurrió el Big Bang y los muy próximos

[131] Ibíd. págs. 142 a 143.
[132] Ibíd. págs. 147 a 148.

posteriores. La consecuencia relevante de esta correspondencia es que conduce a Hawking a concluir que el universo tuvo su inicio en un evento cuántico:

> …la relatividad general no toma en consideración las estructuras de la materia a pequeña escala, que son regidas por la teoría cuántica (…) si retrocedemos suficientemente en el tiempo, el universo alcanza un tamaño (…) minúsculo (…) en el cual la teoría cuántica de la gravedad debe ser tomada en consideración (…) sabemos que el origen del universo fue un suceso cuántico (…) si queremos (…) comprender el origen del universo debemos combinar lo que sabemos de la relatividad general con la teoría cuántica.[133]

El instante del Big Bang marca de manera simultánea el inicio del despliegue del espacio tridimensional que percibimos y del transcurrir del tiempo, siendo éste una dimensión adicional a las tres espaciales, integrantes las cuatro en conjunto según venimos indicando, del espacio – tiempo. Este es inexistente como lo conocemos justo en el momento de la gran explosión. Dicho de otra manera, nuestro espacio y nuestro tiempo comienzan a existir al ocurrir el Big Bang. Es relevante enfatizar sobre la cualidad del tiempo como una dimensión más asociada en el espacio – tiempo, dado que para el autor, tal característica elimina la necesidad de reflexionar sobre qué es el tiempo y en particular sobre su inicio. Hawking expone lo siguiente en tal sentido:

> …el tiempo y el espacio están imbricados entre sí, de manera que sus alargamientos y acortamientos también implican una cierta mezcla entre ellos. Esa mezcla es importante en el universo primitivo y es la clave para entender el inicio del tiempo (…) En el universo primitivo –cuando el universo era tan pequeño que era regido tanto por la relatividad general como por la teoría cuántica– había efectivamente cuatro dimensiones del espacio y ninguna del tiempo (…) que el tiempo se puede comportar como una dirección más del espacio implica que podemos librarnos del problema de que el tiempo tenga un comienzo…[134]

El autor relaciona física cuántica y relatividad, lo cual le conduce a concluir que carece de sentido interrogarse sobre qué sucede al otro lado del Big Bang, o para plantearlo en términos de tiempo, qué ocurrió antes de la Gran Explosión. La relación a que nos referimos se apoya en el hecho de que el tiempo es una dimensión adicional que

[133] Ibíd. pág. 150.
[134] Ibíd. págs. 153 a 154.

se incorpora al conjunto que hemos venido denominando espacio – tiempo. Esta es para el autor la circunstancia fundamental en la que se basa para postular que no es necesaria la presencia de Dios como ser iniciador del despliegue del universo, y que para ello solo es necesario y suficiente aplicar las leyes de la física que se derivan de la relación entre física cuántica y relatividad. Tal correspondencia le permite a Hawking describir el inicio del universo como un evento cuántico susceptible de ser analizado mediante la propuesta de Richard Feynman sobre múltiples historias, es decir, sobre las infinitas formas que tendría el universo de ser y de comenzar acorde con el concepto de multiverso. Esta conclusión contribuye a justificar la característica de ateo pragmático que más adelante le atribuiremos al concepto de universo del autor. Es preciso Hawking a este respecto con las siguientes afirmaciones:

> …cuando se combina la teoría general de la relatividad con la teoría cuántica, la cuestión de qué ocurrió antes del inicio del universo deja de tener sentido (…) que el tiempo se comporta como el espacio (…) significa que el inicio del universo fue regido por las leyes de la ciencia y que no hay necesidad de que sea puesto en marcha por algún Dios. Si el origen del universo fue un suceso cuántico, debería poder ser descrito con precisión por la suma de Feynman sobre historias (…) En esa perspectiva, el universo apareció espontáneamente, empezando en todos los estados posibles, la mayoría de los cuales corresponden a otros universos (…) idea (…) denominada multiverso…[135]

La propuesta del autor sobre el origen del universo, sustenta como característica de su concepto del mismo la no necesidad de ente sobrenatural alguno para que el universo exista, y que las leyes de la física son absolutamente suficientes para ello. Para Hawking, esta circunstancia introduce una significativa ruptura con cualquier otra concepción del universo, es decir, suministra la base para una nueva cosmología, en la que el mismo Hawking nos califica de la siguiente forma: Somos el producto de fluctuaciones cuánticas del universo muy primitivo (…) Esta idea conduce a una visión

[135] Ibíd. págs. 155 a 156.

del universo que difiere profundamente del concepto tradicional y nos exige modificar la manera en que pensamos la historia del universo.[136]

El concepto de universo de Hawking es definitivamente concluyente respecto a la no necesidad de Dios, ni como creador del universo, ni como rector de los fenómenos que en él ocurren, dado que, según ya indicamos, para ambas tareas son necesarias y suficientes las leyes de la física, las cuales para el autor son eternas, autónomas y no requieren ser creadas por un ser supremo. Precisa Hawking al respecto que puede surgir el universo acorde con todo lo que ha explicado en sus propuestas teóricas experimentalmente verificadas. Un inicio que tiene lugar como evento cuántico desde la nada, de manera espontánea, siendo esto último razón suficiente para que el universo exista. El autor concluye de manera terminante:

> …el universo puede ser y será creado de la nada en la manera descrita (…) La creación espontánea es la razón por la cual existe el universo. No hace falta invocar a Dios para encender las ecuaciones y poner el universo en marcha. Por eso hay algo en lugar de nada, por eso existimos.[137]

3.5 Concepto de universo (espacio)

Su construcción se basa en relaciones entre contenidos teóricos (verificados experimentalmente) de la física cuántica y de la teoría de la relatividad, los cuales han sido sintetizados por el autor. Se concreta al aspecto físico del universo, sin dejar de tener consecuencias filosóficas. Tales circunstancias, son causa de las características del concepto, las mismas se corresponden con el campo de conocimiento del que proviene la concepción del autor, es decir, la física como ciencia positiva. Seguidamente las mencionamos y más adelante las describimos en detalle.

Indicamos seguidamente las características atribuibles al concepto. Naturalista: en cuanto el mismo asume las leyes de la naturaleza como causa y control de todo fenómeno, sin necesidad para ello de la intervención de deidad alguna. Determinista

[136] Ibíd. pág. 159.
[137] Ibíd. pág. 204.

científico: dada la naturaleza del conocimiento identificable en su origen y construcción, sin que ello contradiga la incertidumbre propia de los fenómenos del ámbito cuántico. Derivado de observación indirecta: si consideramos que la información de la que deriva su elaboración ha sido recabada de manera indirecta, única forma de obtenerla y verificarla a nivel de los componentes del átomo. Realista dependiente del modelo: tomando en cuenta que para Hawking, las conclusiones que deriva de la observación y análisis de los fenómenos, describen una realidad a la cual le atribuye condición de dependencia respecto a las conclusiones mismas. Relativista: al contemplar infinitas formas de ser y desplegarse el universo, acorde con la propuesta del multiverso.

Tiene su origen el multiverso en un evento de naturaleza cuántica, en el que se manifiestan de manera coherente, aunque aún no comprendida en su totalidad, los efectos propios de la relatividad. Exclusivamente causado y controlado por las leyes físicas correspondientes. Habiendo tomado forma de todas las maneras posibles, acorde cada una de ellas con una probabilidad específica de ser, siendo las mismas dependientes de las observaciones realizadas sobre el universo al que pertenecemos. El despliegue del universo puede ser entendido acorde con las teorías integradas en la teoría M, las cuales actúan como entes reguladores de todas sus dinámicas y a la vez prescriben la propuesta del Multiverso.

El concepto de universo de Hawking, el cual es razonable considerar que aún está en elaboración, por lo que puede asumirse como el vigente, prescribe la no necesidad de existencia de Dios para que el universo sea. Sin embargo, no proporciona criterios definitivos y terminantes que obliguen a negar su posibilidad de ser en alguno de los infinitos universos que integran el multiverso. El propio autor considera posible la existencia de un universo donde: la Luna está hecha de queso Roquefort[138], u otro en

[138] Ibíd. pág. 160.

que: los electrones pesan como pelotas de golf y la fuerza de la gravedad es más intensa que la del magnetismo[139]. Estas afirmaciones las hace aclarando que las considera absolutamente reales, no solo posibles en la imaginación: Esto puede parecer ciencia ficción, pero no lo es[140]. Sugiere así que la formulación de Richard Feynman sobre infinitas historias alternativas posibles, plantea que el universo tiene la posibilidad de manifestarse igualmente de infinitas formas, siendo coherente tal propuesta con lo que también se deriva del concepto de multiverso.

3.6 Características del concepto

Dado que la Física en general y en particular la física moderna, en su cualidad de ciencias positivas, integran la base teórica del concepto de universo de Stephen Hawking, las características de dicho concepto son coherentes con las epistemologías[141] de tales campos del conocimiento. Según hemos venido indicando, de manera específica, la física cuántica y la teoría de la relatividad, propuestas fundacionales de la física moderna, conforman en conjunto la fuente de la cual el autor obtiene las ideas y postulados a partir de las cuales construye su concepción del universo.

Para las ciencias positivas, las relaciones construidas a partir de la verificación experimental de hipótesis propuestas para explicar los fenómenos naturales, se asumen como las leyes de origen exclusivamente natural que regulan todo en el universo. Estas leyes no requieren ser creadas por Dios, dado que siempre habrían existido, esperando a ser descubiertas por la actividad científica. Relaciones de estas características se convierten en dictámenes deterministas que, dada tal cualidad, permiten modelar el presente, describir el pasado y pronosticar el futuro, sin que estas capacidades entren en contradicción con la indeterminación propia de las teorías cuánticas (ver apéndice). Para

[139] Ibíd. pág. 162.
[140] Ibíd. pág. 160.
[141] Fundamentalmente con: el empirismo dado que su fuente de datos es lo perceptible mediante los sentidos, el racionalismo si consideramos que la razón es el instrumento para derivar conocimiento, y el realismo al tomar en cuenta que el objeto de estudio es exterior al sujeto.

el autor, su concepto de universo pretende describir éste aplicando dichos dictámenes, al mismo tiempo que reconoce y explica la manera en que lo influye la indeterminación.

La coherencia formulada por Hawking, entre el determinismo de las leyes naturales provenientes desde la Física, y la indeterminación cuántica, lo conduce a reconocer que su concepto de universo propone una realidad que se adecúa a los modelos teóricos que elabora para explicarla.

La prevalencia absoluta del relativismo sobre la posibilidad de lo absoluto, postulando incluso la imposibilidad de esto último, es característica de la concepción del autor sobre el universo, según hemos indicado por efecto de las implicaciones del concepto de multiverso como idea matriz.

3.6.1 Método

Una característica de la física moderna es la contradicción que algunas de sus propuestas presentan respecto a nuestra percepción de lo cotidiano. En particular en física cuántica el conocimiento que de ella deriva no se ha obtenido mediante la observación directa, dado que ello es imposible a nivel atómico y subatómico, su adquisición se ha logrado por medios indirectos, analizando las huellas que dejan los componentes del átomo después de sus interacciones. Tomando en cuenta que el concepto de universo de Hawking tiene su base teórica específica principal en propuestas de la física cuántica, dicho concepto es también consecuencia de observaciones realizadas de manera indirecta, las cuales conducen a conclusiones que inevitablemente antagonizan con la apreciación que se tiene de los eventos en el ámbito de lo cotidiano, pero sin que ello represente contradicción alguna con el determinismo científico que desde el punto de vista epistemológico lo caracteriza. Indica Hawking:

> Hasta la llegada de la Física Moderna se acostumbraba a pensar que todo el conocimiento sobre el mundo podría ser obtenido mediante la observación directa, y que las cosas son lo que parecen, tal como las percibimos a través de los sentidos. Pero los éxitos espectaculares de la Física Moderna, que

> está basada en conceptos, como por ejemplo los de Feynman, que chocan con la experiencia cotidiana, han demostrado que no es así. Por lo tanto, la visión ingenua de la realidad no es compatible con la Física Moderna.[142]

La materia en sus expresiones atómicas y subatómicas no se comporta acorde con lo que se espera en el ámbito cotidiano, de hecho lo hace incluso contradiciendo lo que predeciría la física de Newton. Hawking advierte sobre tal situación:

> …empezamos a hallar que la naturaleza se comportaba de maneras cada vez menos parecidas a las de la experiencia cotidiana, y por lo tanto menos acordes con nuestra intuición (…) la teoría newtoniana resulta inadecuada para la descripción de la naturaleza a niveles atómico y subatómico.[143]

La diferencia fundamental entre la física de Newton, vale decir física clásica, y la física cuántica, radica en que en la primera la certidumbre va asociada a todos sus contenidos de manera determinista, mientras que en la segunda, es la incertidumbre la que caracteriza sus propuestas. En el ámbito de la cotidianidad, las magnitudes físicas pueden ser medidas de manera simultánea sin que el mayor conocimiento de alguna implique el menor conocimiento de otra, mientras que a nivel atómico y subatómico, no es posible conocer magnitudes de manera precisa al mismo tiempo. Ese es el contexto en que aplica la física cuántica. Hawking indica al respecto:

> Las teorías clásicas como la de Newton, están sobre un marco que refleja la experiencia cotidiana, en que los objetos materiales tienen una existencia individual, pueden ser localizados en posiciones concretas y siguen trayectorias definidas. La física cuántica proporciona un marco para comprender cómo la naturaleza actúa a escalas atómica y subatómica, (…) implica un esquema conceptual completamente diferente, en el cual la posición, la trayectoria e incluso el pasado y el futuro de los objetos no están determinados con precisión.[144]

Es importante destacar que la física cuántica aplica en el ámbito cotidiano, es decir, no lo hace exclusivamente a nivel atómico y subatómico. Sin embargo, es preciso indicar que los efectos cuánticos no son percibidos por nuestros sentidos dado que

---

[142] HAWKING. S. y MLODINOW. L. (2010). *El gran diseño*. pág. 13. Crítica S.L. Editorial Planeta. Barcelona, España.
[143] Ibíd. págs. 76 a 77.
[144] Ibíd. pág. 77.

cuando la dimensión de la materia supera el contexto del átomo y sus componentes, sus características derivan en la minimización de tales efectos, haciendo posible que la física clásica aplique para describir satisfactoriamente el desenvolvimiento de los fenómenos, pero dichos efectos, aunque imperceptibles, siguen estando allí:

> Lo que sabemos es que los componentes de todos los objetos obedecen a las leyes de la física cuántica, y que las leyes newtonianas conforman una buena aproximación para describir el comportamiento de los objetos macroscópicos constituidos por dichos componentes cuánticos.[145]

De la física cuántica, tres propuestas son esenciales para introducirse en la comprensión de la misma, así como para conocer las bases del concepto de universo del autor. Nos referimos a la dualidad onda / partícula, al principio de incertidumbre de Heisenberg y a la circunstancia de que la observación de cualquier fenómeno hecha en el ámbito cuántico, tiene influencia sobre el despliegue del fenómeno observado. Seguidamente explicamos de manera breve sus contenidos:

Uno de los fenómenos cuya observación marca los inicios de la física cuántica, es el comportamiento dual que exhibe la luz dependiendo de cómo sea apreciada, pues puede hacerlo bien como una onda, o bien como un conjunto de partículas. Esta peculiaridad también es propia de las manifestaciones de la materia a nivel del átomo y sus componentes. Hawking indica al respecto: las partículas de la materia se comporten como una onda (…) la luz pude actuar como si estuviera compuesta de partículas…[146]

Por su parte, el principio de incertidumbre de Heisenberg es la propuesta que describe la imposibilidad de obtener al mismo tiempo valores con igual grado de precisión procedentes de mediciones de los fenómenos cuánticos. Ello es debido a que cuanto mayor sea la precisión con que obtengamos el valor de una cualidad, menor será la correspondiente a otra asociada a la primera. Tal circunstancia es consecuencia de que el producto de las incertidumbres de cada una siempre debe dar un valor constante,

[145] Ibíd. pág. 78.
[146] Ibíd. págs. 79 a 80.

el cual se conoce como Constante de Planck, por lo que a medida que una aumente su precisión, la otra debe disminuirla, y viceversa, esto para que el producto siempre sea la mencionada constante. Es relevante destacar que la Constante de Planck es de una magnitud ínfima, al punto que es precisamente su valor el que restringe los efectos cuánticos al medio cuántico. El autor precisa lo siguiente:

> Otro de los principales hitos de la física cuántica es el principio de incertidumbre, formulado por Werner Heisenberg en 1.926 (…) nos dice que hay límites a nuestras capacidades de medir simultáneamente ciertas magnitudes, como por ejemplo la posición y la velocidad de una partícula. (…) por ejemplo, si multiplicamos la incertidumbre en la posición de una partícula por la incertidumbre en su cantidad de movimiento (…) el resultado nunca puede ser menor que una cierta cantidad fija denominada Constante de Planck. (…) cuanto más precisa es la medida de la velocidad menos precisa será la medida de la posición, y viceversa (…) es importante observar que, en comparación con las unidades corrientes de medida, (…) la Constante de Planck es muy pequeña.[147]

La incertidumbre es una cualidad de permanente, generalizada, fundamental e inevitable influencia en todo lo referido a la física cuántica. En su ámbito no es relevante nuestra capacidad de observación y análisis con el objetivo de predecir de manera precisa algún resultado relacionado con ella. En su contexto se concluye que ninguno de los procesos naturales es descriptible con precisión infinita, aun estando regulados por leyes físicas cuyas expresiones son deterministas, dado que están posibilitados de ocurrir de muy diversas maneras, teniendo cada una de éstas un valor probabilístico de materializarse, incluso no es posible describir los fenómenos en el plano temporal, ni hacia su pasado, ni hacia su futuro. En cuanto a la posibilidad de ubicación de cualquier partícula, la incertidumbre es absoluta, vale decir que es imposible conocer con absoluta precisión su localización, pues para ello, tal precisión según ya indicamos, debería ser infinita, lo cual según se indica anteriormente imposibilitaría que siendo asociada a otras magnitudes, mediante el producto de ambas,

[147] Ibíd. págs. 81 a 82.

cumpliesen con la exigencia de dar como resultado la Constante de Planck. Es importante destacar que aunque tales afirmaciones contradicen la percepción cotidiana, han sido verificadas experimentalmente. Hawking explica esto de la siguiente forma:

> Según la física cuántica, sea cual sea nuestra capacidad de obtener información o nuestra capacidad de cálculo, no podemos predecir con certidumbre los resultados de los procesos físicos porque no están determinados con certidumbre (…) la naturaleza determina su estado mediante un proceso fundamentalmente incierto (…) no dicta el resultado de cada proceso o experimento (…) Más bien, permite un número de eventualidades diversas, (…) cada una con una cierta probabilidad de ser realizada (…) las leyes de la naturaleza determinan las probabilidades de los diversos futuros y pasados (…) teorías que concuerdan con los experimentos y no con nuestras nociones preconcebidas (…) nada está localizado en un punto definido (…) si lo estuviera, la incertidumbre en su cantidad de movimiento sería infinita. (…) cada partícula tiene una cierta probabilidad de ser hallada en cualquier punto del universo.[148]

3.6.2 Relación causa / efecto

La obra de Hawking, según expresa el propio autor, es coherente con los principios del determinismo científico. Para el autor, el universo evoluciona regulado en su totalidad, vale decir determinado, por pautas inexorables propias de la naturaleza, las que cotidianamente se conocen como leyes naturales. Esta cualidad, define una línea cronológica secuencial entre los fenómenos físicos, donde cada uno es consecuencia de otro anterior y a su vez se convierte en generador del siguiente, cumpliéndose el principio de causalidad, según ya indicamos siempre acorde con los dictámenes ineludibles e inevitables de la naturaleza. Citando a Laplace[149], el autor refiere: Hemos de considerar el estado actual del universo como el efecto de su estado anterior y como la causa del que ha de seguirle[150].

---

[148] Ibíd. págs. 82 a 84.

[149] Pierre Simón Marqués de La Place. (1749 – 1827). Astrónomo, físico y matemático francés. Su trabajo de mayor alcance es la teoría analítica de la probabilidad, así como su transformada de Laplace.

[150] LAPLACE. P. (1814). *Ensayo filosófico sobre las posibilidades.* pág. 25, Ediciones Altaya. Traducción y notas: Pilar Castillo. Colección Grandes obras del pensamiento. Barcelona, España.

En el concepto de universo de Hawking, está presente tal línea cronológica de causa y efecto. En particular, en *El Gran Diseño* (2010), el autor es preciso en cuanto a la categorización del contenido del mismo en relación con el determinismo científico: Este libro está, enraizado en el concepto del determinismo científico, que implica (…) no (…) excepciones a las leyes de la naturaleza…[151]

Un postulado fundamental sobre el que se apoya la física como ciencia natural, es aquel que propone la posibilidad de conocer con certeza la historia de los fenómenos que estudia, ello según las relaciones que los regulan (denominadas leyes) si son conocidas todas las condiciones de tales fenómenos en un momento definido (condiciones iniciales). El enunciado formal de este postulado se le atribuye a La Place, desarrollado y sintetizado en su obra *Exposición del Sistema del Mundo* (1796). Esta propuesta, la cual hace innecesaria la intervención de Dios al menos en el despliegue de los fenómenos de la naturaleza, es el criterio fundacional sobre el que se apoya el determinismo científico. Según esta idea, todo efecto tiene una causa determinante, expresable a su vez mediante las matemáticas, las que constituyen el instrumento a través del cual se aplica la física.

El determinismo científico es una característica de la física clásica que se le aplica en todo su ámbito sin restricción alguna. No sucede así en la física cuántica, dada la incertidumbre a ella asociada a partir del principio de incertidumbre de Heisenberg. Según este hecho no es posible conocer de manera simultánea todas las condiciones de un fenómeno en un instante dado, lo que impide tener definida la totalidad de condiciones iniciales, situación que no permite determinar una historia para el fenómeno estudiado, siendo solo posible asignarle, en un rango probabilístico, infinitas historias.

---

[151] HAWKING., S. y MLODINOW., L. (2010). *El gran diseño*. pág. 42. Crítica S.L. Editorial Planeta. Barcelona, España.

Considerando que la física es el campo de conocimiento general en base al cual Hawking construye su concepto de universo, es razonable asignarle a éste como característica el determinismo científico. Al que nos referimos es una cualidad epistemológica de dicho concepto, por lo que no entra en contradicción con la indeterminación presente en la física cuántica. Cuando lo calificamos de determinista científico, lo hacemos tomando en cuenta el método que aplica el autor para generar y validar experimentalmente las ideas en que apoya la construcción de su concepto de universo, no en las características propias de los fenómenos que considera, en particular de los pertenecientes al ámbito cuántico. Sin embargo, al propio autor, aun reconociéndole él a las leyes de la naturaleza un carácter prácticamente inexorable y no dependiente de quien las considere para el estudio de lo perceptible, no deja de inquietarle la posibilidad de no tener certeza sobre el acceso que suministran a la realidad, considerando la existencia de limitaciones presentes, tanto en el proceso de observación, como en el de derivación de conocimiento a partir de dicho proceso, lo cual es propio de la física cuántica. Respecto a las leyes naturales, como expresiones matemáticas de la realidad consideradas de manera independiente respecto a quien la observa y las posibilidades de conocer la realidad mediante dicha observación, el autor precisa lo siguiente:

> … las leyes de la naturaleza (…) son reflejos matemáticos de una realidad exterior que existe independientemente del observador que la contempla. Pero a medida que vamos examinando nuestra manera de observar nuestro alrededor y de formarnos conceptos sobre él, surge la pregunta de ¿tenemos realmente razones para creer que existe una realidad objetiva?[152]

Para el autor la ciencia es un instrumento de estudio de los fenómenos que permite verificar mediante la experiencia las hipótesis que se proponen para explicarlos. Esta característica lo ha conducido a concluir que las relaciones o leyes que se establecen

[152] Ibíd. pág. 42.

mediante la aplicación de la ciencia para la descripción del universo, son las que lo regulan y permiten construir modelos que lo explican. Esta posición de Hawking, acorde con el campo de conocimiento en el cual es experto especialista, es determinante en la construcción de su concepto de universo, en el cual predomina la actitud científica como su principio modelador. Precisa el autor al respecto: El universo es comprensible porque está regido por leyes científicas, es decir, su comportamiento puede ser modelado[153].

3.6.3 Relación realidad / teoría

Shahen Hacyan, del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México, sobre el alcance de esta relación y refiriéndose de manera específica a Immanuel Kant (1724 – 1804), expone lo siguiente:

> Kant postuló la existencia de cosas inaccesibles a los sentidos, a las que llamó cosas-en-sí, que forman parte de una realidad que existe independientemente de la conciencia. Las cosas-en-sí no son directamente perceptibles, pero producen sensaciones en nuestra mente, con las cuales ésta reconstruye la realidad.[154]

Hacyan indica así que los modelos construidos por nuestras mentes para explicar lo captado mediante nuestros sentidos, construcciones a las que una vez estructuradas y verificadas experimentalmente calificamos como teorías, no estarían en capacidad de darnos a conocer la esencia real de los fenómenos, dado que ésta no puede ser accedida por la vía de nuestras percepciones sensoriales. Esta es una circunstancia que se debe tener en cuenta al evaluar el alcance de lo conocible a través de la física cuántica y por tanto también por vía del concepto de universo de Stephen Hawking.

El autor, a partir de la observación, el análisis, la teorización y la verificación experimental, hace corresponder con lo observado las propuestas que aporta para explicarlos. A esta forma de generación de conocimiento la denomina realidad

---

[153] Ibíd. pág. 101.
[154] HACYAN, S. (2001). *Espacio, tiempo y realidad: De la física cuántica a la metafísica kantiana.* Ciencias 63, UNAM. México D.F., México.

dependiente del modelo, asumiendo como realidad lo que observa, y como modelo la teoría que construye para su explicación. Según tal correspondencia entre observación y teoría, el concepto de universo de Hawking, debemos ubicarlo en el contexto de una propuesta teórica (modelo) que depende de las observaciones del autor y se adecua a ellas. Enfatiza Hawking que no es relevante si el modelo es coherente o no con lo que esperamos sea la realidad, lo relevante es que lo sea respecto a lo observado:

> …adoptaremos una perspectiva que denominaremos realidad dependiente del modelo: la idea de que una teoría física o una imagen del mundo es un modelo (generalmente de naturaleza matemática) y un conjunto de reglas que relacionan los elementos del modelo con las observaciones (…) Según el realismo dependiente del modelo carece de sentido preguntar si un modelo es real o no; solo tiene sentido preguntar si concuerda o no con las observaciones.[155]

Como el ejemplo con mayor capacidad ilustrativa sobre que no necesariamente existe correspondencia entre lo que se espera sea la realidad y lo apreciado, el autor nos introduce en el estudio de un fenómeno cuya observación, análisis y teorización constituyen uno de los fundamentos de la física cuántica, nos referimos a la dualidad con que la luz se comporta, dado que puede hacerlo, bien como partícula, o bien como onda, dependiendo de las condiciones en que sean observadas sus propiedades. Hawking califica esta característica de la luz como representativa de la eventual no existencia de relación entre lo que esperamos sea la realidad y lo que observamos: la luz se comporta como partícula y como onda (…) la dualidad onda/partícula (la idea de que un objeto puede ser descrito como una onda o como una partícula) era algo completamente ajeno a la experiencia cotidiana…[156]

Para Hawking, las teorías que intentan explicar la dualidad onda / partícula exhibida por la luz en su comportamiento, son ejemplos de realidades dependientes del modelo, dado que el comportamiento de la luz puede ser satisfactoriamente explicado

---

[155] HAWKING., S. y MLODINOW., L. (2010). *El gran diseño*. págs. 51 a 54. Crítica S.L. Editorial Planeta. Barcelona, España.
[156] Ibíd. págs. 66 a 67.

desde ambas perspectivas, es decir, considerándola como onda, o considerándola como partícula. La elección del modelo a aplicar dependerá de condiciones específicas de la situación en que se esté realizando el estudio, sin que se pueda calificar como equivocada alguna de las dos propuestas teóricas, ambas aplican dependiendo de las características de la experiencia en que se utilicen:

> Dualidades como esta –situaciones en que dos teorías muy diferentes describen con precisión el mismo fenómeno– son consistentes con el realismo dependiente del modelo. Cada teoría describe y explica algunas propiedades, pero no se puede decir que ninguna de las dos teorías sea mejor ni resulte más real que la otra.[157]

Insiste el autor de manera permanente en la correspondencia que debe poder verificarse entre lo observado y la propuesta para su explicación, aplicando este principio en la construcción de su concepto de universo. Al respecto nos ejemplifica apelando a la teoría M como una propuesta teórica que se ajusta a las características de la realidad dependiente del modelo. Recordemos que según indicamos en páginas anteriores, para Hawking no existe aún una sola teoría que pueda explicar todos los fenómenos físicos, indicando que se hace necesaria la confluencia de varias para alcanzar dicho objetivo. En este contexto se refiere a la teoría M, la cual ya mencionamos no es una teoría única, pues consiste en una estructura integrada de varias propuestas teóricas que cada una explica una categoría específica de algunos fenómenos físicos solamente en las condiciones propias de éstos. Tales propuestas aplicadas a situaciones en que dos o más de ellas aplican al mismo fenómeno, son coherentes en sus explicaciones del hecho, por lo que el autor las reconoce como integrantes del mismo marco teórico. Sin embargo, enfatiza sobre la imposibilidad de que una sola teoría pueda explicar la totalidad de lo físico, lo cual es también para Hawking propio de la

[157] Ibíd. pág. 67.

realidad dependiente del modelo, y por tanto aplicable a su concepto de universo. Indica el autor al respecto lo siguiente:

> Parece que con las leyes que rigen el universo (…) no haya una sola teoría o modelo matemático que describa todos los aspectos (…) sino que, (…) se necesite una red de teorías, la de la denominada Teoría M. Cada teoría de dicha red describe adecuadamente los fenómenos dentro de un cierto intervalo y, cuando sus intervalos se solapan, las diversas teorías de la red concuerdan entre sí, por lo cual decimos que son partes de la misma teoría. Pero no hay una sola teoría de dicha red que pueda describir todos y cada uno de los aspectos del universo (…) situación (…) aceptable en el marco del realismo dependiente del modelo.[158]

Según ya hemos descrito, la teoría de Feynman sobre historias alternativas también es coherente con la realidad dependiente del modelo, dado que sus conclusiones se apoyan en la validación experimental. Sobre esta circunstancia, nombrando de manera específica la superposición cuántica, Hawking expresa:

> …dirijamos nuestra atención a un principio fundamental sobre el cual reposa nuestra visión moderna de la naturaleza, la teoría cuántica en particular, su formulación mediante historias alternativas. En esta visión, el universo no tiene una existencia única o una historia única, sino que cada posible versión del universo existe simultáneamente en lo que se denomina una superposición cuántica (…) la teoría ha superado satisfactoriamente cada una de las pruebas experimentales a que ha sido sometida.[159]

3.6.4 Relación absoluto / relativo:

El relativismo es una característica del concepto de universo de Hawking dado que contempla la existencia del multiverso, es decir, infinitas posibles manifestaciones de universos cada una con sus propias características y principios de funcionamiento. Lo absoluto es antagónico a un concepto de universo que incluye como una de sus bases teóricas la teoría de la relatividad. En el concepto de universo del autor, la relación entre absoluto y relativo se expresa en la imposibilidad de ser de lo primero y la aplicación de lo segundo como principio rector fundamental de todas las relaciones. Indica Hawking:

> …nuestro universo es uno de muchos universos (…) sus leyes aparentes no están determinadas de forma única. (…) Parece que los valores de los

[158] Ibíd. págs. 67 a 68.
[159] Ibíd. pág. 68.

> parámetros fundamentales, e incluso la forma de las leyes aparentes de la naturaleza, no son exigidos por ningún principio físico o lógico. Los parámetros pueden tomar muchos valores diferentes y las leyes pueden adoptar cualquier forma que conduzca a una teoría matemática auto consistente, y toman en general valores diferentes y formas diferentes en universos diferentes (…) esa parece ser la forma de funcionar de la naturaleza (…) La teoría que describimos (…) es verificable…[160]

El autor reconoce carácter único a la manifestación del multiverso en la que estamos, dado que en ella se dan una significativa cantidad de condiciones y se cumplen principios naturales que si no fuesen exactamente como son, nuestra existencia se vería comprometida, e incluso imposibilitada. Tal unicidad, no implica la necesidad de que algún tipo de deidad haya creado el universo acorde con criterios definidos y específicos. El principio antrópico (débil y fuerte)[161] le sirve de fundamento teórico para apoyar tal propuesta. Este principio establece en líneas generales que debe existir coherencia entre el modelo que intente explicar el universo y la existencia del ser humano. Expresado de otro modo: las condiciones que deben darse en el universo para que el ser humano pueda existir en él, resultan verificadas dada precisamente la presencia en éste de dicho ser. En síntesis, plantea este principio que, percibimos el universo de la manera en que lo hacemos, dado que somos como somos y estamos como estamos, en él. Si fuésemos y estuviésemos de forma distinta, apreciaríamos el universo diferente a como lo percibimos aquí y ahora. El principio antrópico débil, acorde con Barrow y Tipler, expresa que las constantes físicas y cosmológicas estarían restringidas a las exigencias de la vida basada en el carbono, mientras que el principio antrópico fuerte propone la necesaria existencia de las condiciones apropiadas en el universo para que en algún momento de su despliegue surja la vida como la conocemos. Así, justifica el autor el carácter único del universo en que estamos aplicando el concepto de

---

[160] Ibíd. pág. 163.

[161] Postulado en conjunto por los físicos cosmólogos británicos John Barrow y Frank Tipler en su obra *El principio antrópico cosmológico*, la cual fue publicada en 1986 por la Oxford University Press. Intenta explicar la perfecta correspondencia que existe entre las condiciones materiales del universo y la factibilidad de la vida presente en él.

multiverso y el principio antrópico, reconociendo que es posible una infinidad de formas de ser para una infinidad de universos. Precisa el autor al respecto:

> …el hecho de que existamos restringe las características del tipo de entorno en que nos podemos hallar. Ese principio es denominado el principio antrópico débil (…) las condiciones reales en nuestro mundo son típicas dentro del intervalo antrópicamente permitido (…) El principio antrópico fuerte sugiere que el hecho de que existamos impone restricciones no solo con respecto a nuestro entorno, sino también sobre la forma y contenido posibles de las propias leyes de la naturaleza (…) parecen extrañamente compatibles con el desarrollo de la vida humana, (…) las características del conjunto del universo (…) Si se cambian las reglas de nuestro universo solo un poco, ¡las condiciones necesarias para nuestra existencia dejan de cumplirse! (…) el concepto de multiverso puede explicar el ajuste fino de las leyes físicas sin necesidad de un Creador.[162]

3.6.5 Rol de Dios

El naturalismo asumido por Hawking respecto a la causa y despliegue del universo, lo conduce a postular la no necesidad de actuación o intervención alguna por parte de Dios, ello en relación con su origen, historia y funcionamiento, sin expresarse de manera determinante en cuanto a la posibilidad de su existencia, solo se refiere a que el universo ha sido, es y será, sin necesidad alguna de aquel. En tal sentido, el concepto de universo del autor acepta la calificación de ateo pragmático, pues aunque no niega de manera explícita la existencia de la deidad absoluta, asume la no necesidad de ésta para justificar y explicar su causa y despliegue. Esto es consecuencia predecible del escepticismo científico fundamentado en la ausencia de evidencia empírica que demuestre la existencia de Dios, lo que es propio del campo de conocimiento en el cual es experto y especialista Hawking, quien indica al respecto: dado el estado del universo en un instante dado, un conjunto completo de leyes determina completamente tanto el futuro como el pasado (…) Esto excluiría la posibilidad de milagros, o un papel activo de Dios.[163]

---

[162] HAWKING. S. y MLODINOW. L. (2010). *El gran diseño*. págs. 174 a 187. Crítica S.L. Editorial Planeta. Barcelona, España.
[163] Ibíd. pág. 37.

Haciendo referencia a la teoría M, complementa la fundamentación de su ateísmo pragmático. En relación con ésta, el autor nos explica que aun no cumpliendo con todos los requisitos necesarios para ser considerada como una teoría física de todo, es suficiente, en su actual estado, para contribuir a construir su concepto del universo, en el cual propone la no necesidad de deidad alguna para su generación, dado que el mismo surgiría como consecuencia inevitable de un fenómeno físico regulado por sus propias leyes, además considera la posibilidad de existencia de una multiplicidad de universos, siendo el nuestro uno más, diferentes todos en cualquier instante y con una teóricamente infinita variedad de historias que los describen. Precisa el autor al respecto:

> Según las predicciones de la Teoría M, nuestro universo no es el único, sino que muchísimos otros universos fueron creados de la nada. Su creación, sin embargo, no requiere la intervención de ningún Dios o Ser Sobrenatural, sino que dicha multitud de universos surge naturalmente de la ley física: son una predicción científica. Cada universo tiene muchas historias posibles y muchos estados posibles en instantes posteriores, (…) La mayoría de tales estados será muy diferente del universo que observamos.[164]

3.6.6 Rol de la naturaleza

El autor atribuye a la naturaleza y sus leyes, exclusividad en cuanto a causa y capacidad reguladora de todos los fenómenos que tienen lugar y tiempo en el universo, siendo tales leyes comprensibles desde el lenguaje de la matemática. El autor considera a la mayor parte de las leyes de la naturaleza como integrantes de un mecanismo perfectamente sincronizado que regula y controla todo en el universo, expresadas por medio de las matemáticas, con un grado de precisión variable, y aplicables en contextos definidos. En tal sentido, Hawking precisa: la mayoría de las leyes de la naturaleza existen como parte de un sistema mayor y mutuamente interconectado de leyes (…) son formuladas en términos matemáticos. Pueden ser exactas o aproximadas, (…) se cumplen sin excepción (…) bajo un conjunto estipulado de condiciones.[165]

---

[164] Ibíd. págs. 15 a 16.
[165] Ibíd. pág. 36.

IV. INTERROGANTES PLANTEADAS

El universo es hasta el momento el único lugar que conocemos en el cual, pudiendo dar cuenta de su existencia mediante nuestros sentidos, todo ocurre y todo está. Esta circunstancia deriva en que la concepción que se tenga de él suministra respuestas a interrogantes fundamentales generadas por la necesidad humana de comprenderlo y asumir la inexorable relación que existe entre él y el ser humano. Como ya hemos visto, cada uno de los autores analizados ha propuesto un concepto de universo, de los cuales hemos intentado obtener tales respuestas. Son las siguientes:

4.1 ¿Qué conocemos sobre el universo?

Acorde con Giordano Bruno: el autor construye su concepto de universo a partir de la proyección que hace sobre el espacio ilimitado, es decir, infinito, de la concepción copernicana del Sistema Solar. Esta última deriva de los postulados de Nicolás Copérnico sobre la relación posicional que existe entre el Sol y los planetas que lo circundan. Tales postulados se fundamentan en las conclusiones a que arribó el clérigo polaco después de observar y relacionar los movimientos aparentes de los cuerpos cósmicos que integran el sistema indicado. Siguiendo a Copérnico, del concepto de Bruno, en cuanto al funcionamiento del universo, conocemos lo que nuestros sentidos nos transmiten. En relación con lo conocible sobre el origen de éste, es Dios a través de la fe religiosa lo que está al alcance como causa y motivo fundamental del universo, ello acorde con la formación de Bruno: clérigo y teólogo. En cuanto a la historia, asumida como el transcurrir de los eventos en el universo, al igual que respecto a su dinámica y acorde con la misma línea de pensamiento, podemos conocer a partir de la condición epistémica fundamentada de manera principal en la analogía con la concepción copernicana proyectada sobre la totalidad del universo, complementado esto según ya

describimos, con la reflexión metafísica, la concordancia y la simpatía o afinidad dada entre sus postulados y las ideas que las influenciaron, sin dejar de considerar la aplicación de técnicas nemotécnicas que permiten aplicar conocimientos anteriores y en especial el método inductivo para generalizar desde lo particular.

En relación con Isaac Newton: coincidiendo con Bruno, tanto sobre la dinámica del universo, como sobre su historia, nos es posible conocer solo lo que percibimos a través de nuestros sentidos, y en cuanto a su origen, la presencia de Dios. Newton es en esencia un físico, tanto teórico como experimental, por lo que sus propuestas derivan de la aplicación directa del método científico, cuya base fundamental es la observación de los fenómenos para derivar conclusiones sobre su naturaleza mediante el análisis eminentemente racional. El autor, siguiendo su formación como científico natural, aplica la observación como primer paso del método mediante el cual genera conocimiento, extrayendo información de lo que aprecia a través de sus sentidos, bien de manera directa o amplificando sus capacidades con instrumentos tales como el telescopio por él diseñado. En cuanto al fenómeno, y también acorde con la actitud científica, pretende Newton apreciarlo como manifestación de la realidad física, sin especular más allá de lo que sus sentidos perciben directamente. En este contexto, la relación entre el fenómeno y su observación se corresponde con la que existe entre la fuente que suministra la información y el medio a través del cual esta es obtenida. Por otra parte, siendo coherente con su religiosidad, respecto al origen del universo, propone como conocible solo la manifestación de Dios, tomando en cuenta que su diseño epistemológico se funda en la matemática para explicar el espacio y el tiempo, considerando que todo lo que existe es cuantificable, vale decir, medible.

Según Stephen Hawking: postula al autor la no necesidad absoluta de presencia ni intervención de Dios en relación con aspecto alguno del universo. Siendo al igual que

Newton, un físico, tanto teórico como experimental, pero sin expresar adherencia a fe religiosa alguna ni poseer formación académica de ningún tipo relacionada, es coherente con la aplicación estricta de la premisa científica que atribuye no existencia a aquello cuyo ser no es observable y verificable mediante nuestros sentidos, sea de manera directa o indirecta, y que al mismo tiempo su comportamiento pueda ser descrito en términos matemáticos. En tal sentido, tanto sobre el funcionamiento, como sobre su origen, y en relación con su historia, para Hawking, lo único que podemos conocer sobre el universo, es aquello que se puede verificar directa o indirectamente a través de nuestros sentidos, haciendo uso de instrumentos de observación que amplifiquen nuestras capacidades, lo que nos permite obtener información que no estaría disponible sin su utilización. Esta información, luego de analizada, es codificada mediante relaciones matemáticas, las cuales expresan las ideas y conceptos que se considerarán como aportes de conocimiento, tomando en cuenta que su plataforma epistemológica es de complejidad creciente y de múltiples enfoques.

4.2 ¿Cómo lo conocemos?

Acorde con Giordano Bruno: en relación con la dinámica y con la historia del universo, a través de la observación mediante nuestros sentidos y la reflexión filosófica obtenemos la información que analizada nos permite derivar conocimiento. Respecto al origen, apelamos también a la reflexión pero sobre la fe fundada en la religiosidad.

Acorde con Isaac Newton: el autor coincide con Bruno en cuanto a la utilidad de los sentidos y la reflexión sobre lo percibido, con la particularidad de poner énfasis en el alcance de la observación directa a través de los sentidos como la vía para obtener información que pueda ser verificable, la que consecuentemente será analizada. Esto deriva de su formación dominante como físico. No deja completamente de lado la

presencia de la fe como vía adicional para la obtención de conocimiento, en especial respecto al origen del universo, reconociendo a Dios como quien lo crea.

Acorde con Stephen Hawking: la fe está absolutamente ausente de las posibles vías para conocer. Solo y exclusivamente aquello que es observable, bien sea en forma directa, bien sea de manera indirecta, y que pueda ser objeto de verificación mediante experimentación, puede ser considerado como información válida y útil para dar inicio al proceso que permite derivar conocimiento. Utilizando tal información, a través de la razón pura se le analiza para construir hipótesis explicativas de los fenómenos apreciados, las que verificadas se convierten en teorías o modelos. Tal actitud es por completo coherente con la estricta y exclusiva formación del autor como físico.

4.3 ¿Cuál es su origen?

Acorde con Giordano Bruno: el universo es manifestación o efecto de Dios, siendo éste su causa y motivación fundamental. Sin embargo, dado que para el autor, el universo es un continuo eterno, ilimitado, sin principio y sin final, no identifica ni prescribe instante de creación alguno por parte de la deidad, por lo que el universo habría estado, está y estará siempre.

Acorde con Isaac Newton: siendo el universo para el autor, al igual que para Bruno, infinito, también le reconoce la cualidad de eterno pero solo hacia el futuro, pues sugiere Newton que Dios decide en un instante específico desplegarse en el universo como manifestación de sí mismo, sin precisar cuándo, pero si dejando establecida la posibilidad de ser de tal momento de creación, dejándole a Dios el rol, tanto de causa y motivación del universo, como de su creador.

Acorde con Stephen Hawking: es este autor absolutamente preciso y unívoco en cuanto al origen del universo, el cual identifica como un instante ocurrido hace aproximadamente trece mil setecientos millones de años, sin intervención ni necesidad

de deidad alguna, en el que tuvo lugar un evento de características cuánticas, donde y cuando de manera espontánea, con total dependencia de las leyes de la Física correspondiente, se inició el universo. Ese evento se conoce como big bang.

4.4 ¿Cuál es su destino?

Acorde con Giordano Bruno: no tiene el universo final ni término, dado que es un continuo, infinito, homogéneo, acéntrico, y en particular eterno, sin instante inicial de creación ni momento final de extinción, vale decir, sin un destino específico.

Acorde con Isaac Newton: no se refiere de manera específica el autor a si el universo tiene un destino específico o no. Sugiere de manera implícita que la potestad de decidir al respecto sería de su creador, vale decir, de Dios. Solo establece las leyes inmutables que permitirían predecir las características de cualquier evento si se conocen la totalidad de las condiciones en que ocurre en un momento dado.

Acorde con Stephen Hawking: sujeto de manera inexorable a las leyes físicas, el universo finalizará de alguna de tres maneras posibles, ello en función de la relación entre gravitación e impulso de la expansión iniciada en el big bang: Una, si la materia presente en el universo genera la gravitación necesaria para frenar su expansión, se revertirá ésta eventualmente y el universo se comprimirá en una implosión de carácter y consecuencias inimaginables. Otra, si la materia presente es exactamente la necesaria para frenar la expansión, ésta simplemente se detendrá, sin darse su reversión, lo que producirá que todo el universo se disuelva acorde con el indetenible aumento de su entropía. Finalmente, si la materia presente no es suficiente para frenar la expansión, ésta nunca se detendrá y tendrá lugar la misma disolución antes descrita. En este momento no se dispone de información suficiente para identificar de manera definitiva cuál de estos tres escenarios ocurrirá, sin embargo, la disponible apunta hacia el último.

4.5 ¿Tuvo un inicio?

Acorde con Giordano Bruno: no. El universo es eterno, sin principio ni final, siempre habría sido, es, y siempre será, propuesta coherente con la identificación que el autor postula entre Dios y el universo, reconociendo en ambos como cualidad común la eternidad y la no necesidad de haber sido creados, aunque le adjudica al primero la capacidad para regir todos los fenómenos que tienen lugar en el segundo. Por tanto, no existe para Bruno un instante dado en que el universo haya sido creado.

Según Isaac Newton: sí. Dios, habría decidido en un momento dado desplegarse en el universo como manifestación de sí mismo, creando al mismo tiempo las leyes que rigen todo cuanto en él acontece, y otorgándole a éstas independencia en su rol rector respecto a sí mismo una vez que comienzan a aplicarse. Aunque el autor propone así la existencia de un instante en que el universo inicia su despliegue como creación de Dios, no precisa cuándo habría ocurrido tal evento.

Según Stephen Hawking: sí. El big bang, es decir, el evento cuántico (ver apéndice) en que se inicia el despliegue, tanto del tiempo, como del espacio tridimensional que percibimos y la materia que apreciamos, siendo las relaciones que determinan la naturaleza de los fenómenos, denominadas leyes naturales, las que habrían regido todo lo relacionado con el momento mismo del inicio y de las que depende todo lo que ocurre y habrá de ocurrir. Indica el autor que el big bang tuvo lugar hace aproximadamente trece mil setecientos millones de años.

4.6 ¿Tiene un final?

Acorde con Giordano Bruno: no. El universo es eterno, sin principio ni final. Sin momento en que habría de extinguirse.

Acorde con Isaac Newton: cualquier evento es predecible en sus características aplicando la física correspondiente si se conocen las condiciones en que ocurre en un momento dado, pero un final para el universo solo es potestad definirlo por Dios.

Según Stephen Hawking: sí. Dependerá su naturaleza absolutamente de las leyes físicas, específicamente aplicadas a la relación entre gravitación e impulso inicial adquirido en el big bang.

4.7 ¿Qué había antes de él?

Acorde con Giordano Bruno: no hay un antes de él, dado que es eterno. Siempre estuvo, está y estará.

Acorde con Isaac Newton: Dios sin manifestarse en el universo. Una vez que éste se despliega, sigue Dios estando pero sin intervenir en su dinámica, la cual deja se desarrolle acorde con las leyes físicas emanadas también de él.

Acorde con Stephen Hawking: es absolutamente imposible conocerlo, dado que las leyes físicas, en particular las cuánticas, así lo prescriben.

4.8 ¿Qué habrá después de él?

Acorde con Giordano Bruno: no puede haber algo después de lo que es eterno e infinito, sin principio ni final.

Acorde con Isaac Newton: es potestad de su creador decidir si se extingue esta manifestación de sí mismo y se despliega otra distinta. Conocerlo no nos es dado.

Acorde con Stephen Hawking: dependiendo del escenario que se dé finalmente, en función de la relación entre gravitación e impulso, según ya indicamos al referirnos al eventual final del universo, no habría un después de él. Solo cambiaría su forma respecto a la que conocemos: En el escenario uno se puede finalizar en la nada o en un nuevo big bang dada su probable infinita inestabilidad, mientras que en los otros dos, el

universo se transforma en un espacio-tiempo poblado por expresiones cuánticas de materia manifiestas en sus formas más elementales.

4.9 ¿Qué es el tiempo?

Acorde con Giordano Bruno: es lo que nos permite medir la duración de los eventos, es decir, el transcurso de la historia. No suministra Bruno una definición específica, material o dimensional del tiempo.

Acorde con Isaac Newton: para el autor es un parámetro que incorporado a las leyes físicas formuladas por el, permite definir: la ocurrencia de los eventos, el transcurrir de los mismos, su término, y las relaciones entre sí.

Acorde con Stephen Hawking: es una dimensión del espacio-tiempo, integrada a las tres espaciales que percibimos.

4.10 ¿Es Dios necesario para que el universo sea?

Según Giordano Bruno: sí. Para el autor es su causa y motivación fundamental, es efecto y manifestación de sí mismo. No hay universo sin Dios.

Según Isaac Newton: sí. Para el autor es su creador, quien decide desplegarse en él en un momento dado aunque no conocemos cuándo ocurrió.

Según Stephen Hawking: No. Las leyes de la Física son absolutamente necesarias y suficientes para que el universo sea.

4.11 ¿Cómo se representa el ser humano según su concepto de universo?

Acorde con Giordano Bruno: su concepto de universo introduce cambios fundamentales en la consideración de tiempo y espacio. Al primero lo postula como infinito, homogéneo y acéntrico, mientras que al segundo lo propone como eterno, continuo, sin inicio y sin final. Tales condiciones, junto con el reconocimiento de similitud generalizada entre cuerpos cósmicos análogos, eliminan cualquier atribución especial relacionada con nuestro planeta y el lugar que ocupa en el contexto del espacio

y el tiempo, así como respecto a nosotros mismos, dada la probable infinita variedad de seres similares que podrían habitar el universo. Una consecuencia de esta nueva forma de asumir nuestra situación espacio temporal es la anulación de cualquier pretensión de particularidad de nuestra especie respecto a otras. Por otra parte, el concepto de Bruno no implica disminución alguna del poder absoluto atribuido a Dios, por lo que la relación entre él y el ser humano, no se ve afectada en cuanto al nivel de subordinación en todo sentido del segundo respecto al primero. En síntesis, desde la concepción del universo del autor, el ser humano se asume como uno más de la infinita variedad posible de seres sensibles, sin dejar de reconocer el absoluto poder de Dios.

Acorde con Isaac Newton: se mantiene la consideración dimensional del espacio y del tiempo propuesta por Bruno, con la salvedad de postular un no ubicado históricamente instante de inicio, momento en el que Dios habría decidido crear el universo como manifestación de sí mismo. Esta diferencia supera, en relación con el concepto de Bruno, el nivel de reconocimiento del poder absoluto de la deidad, la que como ser supremo no solo es el universo, sino que también lo crea. Junto a esta circunstancia, Newton tampoco postula de manera explícita la existencia de una infinita variedad de seres sensibles, por lo que el ser humano podría seguir asumiéndose como particularísimo en la creación. El aporte significativo del concepto de universo de Newton es proponer leyes físicas inexorables que lo regulan, leyes que permiten conocer cómo era en el pasado, cómo es en el presente y como será en el futuro, siendo las mismas creadas por Dios, quien les permite aplicarse sin él intervenir. En síntesis, el concepto de universo del autor le permite al ser humano asumirse como especial y único en el contexto de un universo infinito pero creado, el cual funciona perfectamente determinado por inexorables leyes físicas, reconociéndole de forma más clara que como

lo hace Bruno, un poder absoluto a Dios creador de todo lo existente, incluidas las citadas leyes reguladoras del universo.

Acorde con Stephen Hawking: la diferencia sustantiva entre la concepción del universo del autor, y las de Bruno y Newton, está en su conclusión sobre la no necesidad de deidad alguna para que el universo tenga origen y existencia. Hawking, con sustento en el campo de conocimiento en el cual es experto y especialista, es decir, la física, tanto teórica como experimental, postula que la intervención de Dios no es necesaria para que el universo inicie su despliegue, dado que su origen sería únicamente un suceso cuántico (el big bang) exclusivamente determinado en su naturaleza por las leyes físicas correspondientes, tampoco sería necesario para que funcione como lo hace, pues su dinámica y su historia están plenamente determinadas también por leyes físicas. En cuanto a la dimensión del universo, desde la perspectiva espacial, hay similitud respecto a Newton y Bruno en cuanto a la idea de infinito, aunque no identidad completa dado que el infinito de Hawking es descrito según la teoría de la relatividad, de manera distinta en cuanto al tiempo, el cual es para el autor una dimensión más del universo, integrada con las tres espaciales que percibimos en el espacio-tiempo, adicionalmente, en el universo de Hawking, por su dimensión está planteada aunque no verificada, la posible existencia de otros seres sensibles. Sintetizando: en este contexto, en el que la información disponible hace presumir que el universo finalmente se podría diluir en un espacio-tiempo contentivo solo de expresiones cuánticas elementales de materia, en el que la presencia de Dios no es necesaria y la relatividad derivada de las propuestas de Richard Feynman es inevitable, el ser humano podría asumirse como una agrupación de materia que ha alcanzado un estadio evolutivo tal que le permite estar consciente de sí misma y del entorno que la rodea, con la inquietud innata e indetenible respecto a comprenderse a sí mismo, al universo, y a la relación entre ambos, siendo

precisamente las cualidades de estar consciente y poseer dicha inquietud, las que lo diferencian del resto de integrantes, componentes, y habitantes del universo, sin pretender ser el único ser en posesión de tales cualidades. El propio Hawking es explícito al respecto:

> Somos el producto de fluctuaciones cuánticas del universo muy primitivo. Si uno fuera religioso, podría decir que Dios juega realmente a los dados. Esta idea conduce a una visión del universo que difiere profundamente del concepto tradicional y nos exige modificar la manera en que pensamos la historia del universo.[166]

[166] HAWKING. S. y MLODINOW. L. *El gran diseño*. 2010. pág. 159. Crítica S.L. Editorial Planeta. Barcelona, España.

V. ANÁLISIS COMPARADO[167]

Los análisis comparados de los marcos teóricos correspondientes a cada uno de los autores tratados, así como de los aspectos descritos en sus conceptos de universo y de las respuestas dadas a las interrogantes que se plantean en el capítulo inmediato anterior, permiten sugerir como hipótesis sujetas a verificación pendiente, formas de evolución cronológica del concepto de universo entre Bruno, Newton y Hawking, siguiendo esa secuencia y considerando tal circunstancia como dependiente de la influencia en cada uno de ellos del grado de identificación con concepciones metafísicas como causas del universo, de todo lo que en él habita, y de las relaciones entre éstos. Cuando nos referimos al término evolución, no lo hacemos de forma valorativa alguna, solo lo aplicamos respecto a la variación en el tiempo de características asociadas a los conceptos de universo de los tres autores, considerando como fundamental la influencia del concepto de Dios que cada uno expresa en sus trabajos. Para facilitar la visualización de los análisis indicados, suministramos los siguientes cuadros:

Marco Teórico	Giordano Bruno	Isaac Newton	Stephen Hawking
Teología	Si	Si	No
Filosofía	Si	Si	No
Concepción Copernicana	Si	Si	Si
Física Clásica	No	Si	Si
Física Moderna	No	No	Si

Cuadro 1: Comparación entre marcos teóricos

[167] Restringido a los conceptos de Bruno, Newton y Hawking.

Aspecto	Giordano Bruno	Isaac Newton	Stephen Hawking
Origen	Dios	Dios	Leyes de la Física
Funcionamiento	Almas dependientes de Dios	Leyes de la Física	Leyes de la Física
Historia	Universo eterno. Sin inicio. Sin final.	Inicio definido (Dios). Predecible por Leyes de la Física.	Inicio definido (big bang). Predecible por Leyes de la Física.

Cuadro 2: Comparación entre aspectos seleccionados del universo

Característica	Giordano Bruno	Isaac Newton	Stephen Hawking
Método	Observación directa. Reflexión filosófica. Religiosidad. Elaboración de modelo.	Observación directa. Análisis de información. Religiosidad. Elaboración de modelo.	Observación directa e indirecta. Análisis de información. Elaboración de modelo.
Relación causa/efecto	Dios es causa de todo.	Dios causa las Leyes de la Física y estas determinan el universo.	Leyes de la Física determinan todo.
Relación realidad/teoría	Modelo adecuado a lo postulado	Modelo adecuado a lo observado	Modelo adecuado a lo observado
Relación absoluto/relativo	Posibilidad de ser de lo Absoluto. Solo puede ser relativo el movimiento.	Posibilidad de ser de lo Absoluto. Solo puede ser relativo el movimiento.	Imposibilidad de ser de lo Absoluto. El multiverso relativiza todo.
Rol de la deidad	Causa de todo.	Causa de las Leyes de la Física.	Innecesaria.
Rol de la naturaleza	Manifestación de Dios.	Manifestación de Dios. Independiente de él una vez desplegada.	Determina todo.

Cuadro 3: Comparación entre características seleccionadas del concepto

Interrogante / Respuesta	Giordano Bruno	Isaac Newton	Stephen Hawking
¿Qué conocemos sobre el universo?	Lo que percibimos y lo que la fe religiosa inculca.	Lo que percibimos y lo que la fe religiosa inculca.	Lo que percibimos.
¿Cómo lo conocemos?	A través de nuestros sentidos y la fe.	A través de nuestros sentidos y la fe.	A través de nuestros sentidos.
¿Cuál es su origen?	Dios.	Dios.	Un evento cuántico (big bang).
¿Cuál es su destino?	No tiene. Es eterno. Sin principio. Sin final.	Historia determinada por la Física. Destino potestad de Dios.	Espacio-Tiempo poblado por materia elemental cuántica.
¿Tuvo un inicio?	No.	Sí. Decidido por Dios.	Sí. Determinado por la Física.
¿Tendrá un final?	No.	Depende de Dios.	No. Determinado por la Física.
¿Qué había antes de él?	Siempre ha estado.	Dios.	Imposible saberlo.
¿Qué habrá después de él?	Siempre estará.	Depende de Dios.	Lo que indica la Física
¿Qué es el tiempo?	Con lo que sentimos el tránsito de los eventos.	Parámetro que mide inicio, tránsito y final de eventos.	Cuarta dimensión del Espacio-Tiempo.
¿Es Dios necesario para que el universo sea?	Sí. Es causa de todo.	Sí. Causa las Leyes Físicas y estas los fenómenos	No.
¿Cómo se representa el ser humano a sí mismo acorde con el modelo de universo que asume?	Uno entre infinitas formas de seres sensibles.	Probablemente uno entre infinitas formas de seres sensibles.	Fluctuaciones cuánticas del universo primitivo.

Cuadro 4: Comparación entre respuestas a interrogantes planteadas

5.1 Entre metafísica y física

La formación predominante de Giordano Bruno se corresponde con la de un clérigo de su tiempo, razón que permite suponer influencia determinante en sus ideas

por parte de la teología y de la filosofía. En cuanto a Newton, si bien es cierto que en su obra siempre expresó ser creyente en la existencia de Dios, también lo es que el campo del conocimiento que dominaba su pensamiento era la física. Mientras que Hawking puede ser considerado como no creyente en deidad alguna y absolutamente influenciadas sus ideas por los postulados cuánticos y relativistas. Estas circunstancias podrían considerarse potenciadas por el alcance de los instrumentos de observación astrofísica a disposición de cada autor acorde con sus épocas. Bruno disponía fundamentalmente del astrolabio, Newton amplió su capacidad de observación mediante el diseño y uso del telescopio que lleva su nombre, mientras que Hawking dispone de equipos que permiten apreciar desde la materia a nivel cuántico, hasta las galaxias en lo más profundo del espacio observable en nuestro tiempo. El Cuadro 1 permite presumir la existencia de una relación entre la formación de cada uno de los autores (junto con la capacidad de observación posible según sus épocas), y la influencia en ellos de la concepción de Dios: En Bruno es dominante, en Newton está presente de forma limitada, en Hawking no es considerada.

El Cuadro 2 muestra que el primero de los autores le asigna a Dios la totalidad del poder requerido para crear y regular el ser, funcionamiento, manifestación e historia del universo, mientras que el segundo solo lo hace específicamente respecto a la creación de las leyes físicas que lo norman, reconociéndole la potestad de haberlo creado en un momento dado, en cuanto al tercero, considera innecesaria la intervención de la deidad en aspecto alguno. Esta circunstancia luce coherente con la presunción de existencia de la relación sugerida en el párrafo inmediato anterior, la que pareciera darse entre la concepción de Dios de cada autor y la influencia de lo metafísico y lo físico en la construcción de sus conceptos de universo.

El Cuadro 3 muestra, al igual que el 2, una relación directa con el 1, en particular en lo referido al método aplicado por cada autor en la elaboración de sus conceptos, así como respecto a la relación causa / efecto, en la que vamos desde Bruno considerando a Dios causa de todo, pasando a Newton quien le asigna la creación del universo y las leyes que lo regulan siendo éstas independientes del creador una vez desplegadas, finalizando en Hawking quien considera a Dios innecesario a todo efecto. Igual sucede con el rol de la deidad y el de la naturaleza. En cuanto a lo conocible sobre el universo, cómo hacerlo y su origen, Bruno actúa eminentemente como teólogo y filósofo, Newton complementa la actitud propia de un físico respecto al estudio de los fenómenos con la fe religiosa, y Hawking prescinde por completo de ésta. Consideraciones idénticas aplican respecto a la necesidad de Dios para que el Universo sea, asumiendo Bruno y Newton que es indispensable y Hawking que no en lo absoluto. Coinciden los tres en cuanto a adecuar sus conceptos a los fenómenos según los perciben y piensan.

Estas relaciones entre metafísica y física apreciables en los conceptos de universo de los autores, sugieren que a mayor presencia de la física como marco teórico de sus ideas, menor es la de la metafísica, si consideramos a Dios como un ser que está más allá de lo físico, es decir, metafísico.

5.2 Entre absoluto y relativo

El Cuadro 4 soporta y complementa lo que venimos indicando respecto a lo sintetizado y expresado en los tres precedentes. En particular para permitir plantear, siempre como hipótesis sujeta a verificación pendiente, la posible existencia de una relación directa entre, la disminución en la consideración de lo absoluto como posible junto con el aumento de lo relativo, y la influencia de la física en su carácter de marco teórico del pensamiento de cada uno de los autores. Tanto Bruno como Newton, postulan la existencia de lo absoluto. Sin embargo, reconocen la posibilidad de lo

relativo respecto al establecimiento de relaciones entre los movimientos de los cuerpos cuando ello se hace respecto a otros que no se encuentren en reposo, Newton lo hace de manera más explícita que Bruno al describir como calcular tales relaciones. En Hawking es imposible reconocerle posibilidad alguna a lo absoluto, dado que la idea de multiverso postula la existencia de infinitas materializaciones del universo, cada una con sus propias normas de funcionamiento, sin que podamos disponer de criterio alguno para valorarlas de ninguna forma.

La concepción del tiempo en cada uno de los autores es coherente con la forma en que consideran lo absoluto y lo relativo. Para Bruno es lo que permite sentir el transcurrir de los eventos y para Newton es el parámetro que incorporado a las leyes físicas por el postuladas hace posible calcular de manera específica el inicio, tránsito y final de los fenómenos. El tiempo es para Hawking de manera explícita la cuarta dimensión de lo que la física moderna denomina espacio-tiempo, conjunto en el cual se integra a las tres dimensiones espaciales que percibimos cotidianamente.

Según ya indicamos, la formulación de la física cuántica por medio de la propuesta de Richard Feynman respecto a infinitas historias alternativas posibles para el universo, abre la posibilidad de ser a todo cuanto pueda imaginarse o no, es decir, al relativismo, al menos en cuanto a las posibles manifestaciones físicas del universo, dado que en cada una de ellas se daría la circunstancia de existir leyes físicas propias y distintas. Ninguna manifestación imaginable del universo podría ser descartada a priori, dado que no es posible limitar lo infinito, recordemos la posible luna de queso prescrita por Stephen Hawking, o sus pesados electrones como pelotas de golf. Al menos en el ámbito de la materialidad del universo, tendríamos que invertir la propuesta cartesiana que obliga a considerar falso todo evento propuesto hasta que se demuestre empíricamente su veracidad, podríamos reformularla proponiendo que la veracidad de

cualquier evento es posible hasta que demostremos su falsedad. A este respecto, en el numeral 5.7 contrastamos esta circunstancia con la propuesta de Karl Popper desarrollada fundamentalmente en su obra *Conjeturas y refutaciones: el crecimiento del saber científico* (1985)[168], ello en cuanto a la posibilidad de refutación de toda teoría que pretenda ser calificada como científica.

En el ámbito de infinitos universos posibles, también tendrían cabida aquellos en los que exista un ser, o varios seres, con características idénticas o similares a las que se le atribuyen a Dios. Por otra parte, el hecho de que sea posible la existencia de la deidad en otros universos, no obliga a que sea necesaria su intervención para que la manifestación del multiverso en que nos encontramos, sea. Las leyes físicas, según hemos explicado en el análisis del concepto de universo de Stephen Hawking, permiten que nuestro universo inicie su despliegue sin necesidad de que para ello intervenga deidad alguna. Puede nuestro universo ser sin la deidad.

5.3 Condición de particularidad del ser humano

Coinciden los tres autores en considerar al ser humano como una entre infinitas formas posibles de vida. Bruno lo ubica explícitamente como uno más entre tales seres, sin reconocerle condición particularísima alguna. Newton no lo hace de manera explícita, pero lo sugiere al reconocer la posibilidad de existencia de infinitos sistemas estelares similares al nuestro y por consecuencia posiblemente habitados. Hawking es preciso al definirnos como fluctuaciones cuánticas del universo muy primitivo, lo que nos define como una entre infinitas posibles expresiones conscientes de materia en el multiverso. Esta comparación se sugiere en las respuestas propuestas para la última de las interrogantes planteadas en el Cuadro 4.

---

[168] POPPER, K. (1985*). Conjeturas y refutaciones: el crecimiento del saber científico*. Editorial Payot. París, Francia.

5.4 El universo es eterno

Acorde con el principio de conservación de la dualidad masa / energía, esta no puede originarse de la nada y tampoco dejará de existir. Tal cualidad, aceptada en el ámbito de todas las ciencias, obliga por lo menos a un aspecto del universo, el material, a no estar sujeto a la necesidad de ser creado para existir. Habría existido, existe y existirá siempre, no en la mismas formas, dado que, siguiendo las leyes físicas tenderá a degradarse en sus componentes fundamentales (las expresiones cuánticas de la materia), pero sin dejar de ser nunca. Siendo la dualidad masa / energía, uno de los componentes fundamentales del universo, junto con el espacio y el tiempo, si la primera posee la característica de eterna, no creada y no extinguible, aunque el espacio y el tiempo fusionados en el espacio-tiempo postulado por la física moderna, desparezcan en la singularidad en que inicia el despliegue de la manifestación del multiverso en que nos encontramos, la dualidad indicada no podría hacerlo, según ya explicamos, por lo que nuestro universo debió estar en estado latente no habiendo ocurrido el big bang (concepción cercana a la propuesta de Fred Hoyle[169] sobre un universo estacionario) o en este evento tuvo lugar un cambio de fase, de un estado que no nos es dado conocer, al estado que percibimos en nuestro tiempo. En relación con la posibilidad de que el big bang haya podido ser, como evento cuántico, el hito en que nuestro universo se materializó como resultado del cambio de fase desde un pre-universo, Ilya Prigogine[170] acota: el paso del pre-universo al universo actual se realizó como un continuo…[171] El principio de conservación de la dualidad en cambio permanente entre masa y energía es

[169] (1915 – 2001). Astrónomo británico cuyo aporte principal es la formulación de la teoría sobre reacciones nucleares al interior de las estrellas (nucleosíntesis estelar), en las cuales se genera la mayoría de elementos de la tabla periódica. Fue adverso al modelo del big bang, aunque creador del término, según su modelo de universo estacionario.

[170] (1917 – 2003) Físico ruso cuya relevancia deriva de ser precursor de la ciencia del caos partiendo de sus trabajos sobre termodinámica.

[171] SORMAN, G. (1992). *Los verdaderos pensadores de nuestro tiempo*. pág. 44. Seix Barral. Barcelona, España.

evidencia empírica que sustenta la propuesta de Giordano Bruno en cuanto a eternidad del universo según la acepción del multiverso, el cual, habría sido, es, y será siempre.

5.5 Determinismo limitado

En cuanto al alcance del determinismo sobre los fenómenos que tienen lugar en nuestro universo, ejercido por las leyes físicas, si bien es cierto, estas nos permiten describir sus historias, estimar su presente, y pronosticar su futuro, también debemos tomar en cuenta que su alcance no es ilimitado. Varias circunstancias nos obligan a reconocer que las leyes físicas son de alcance relativo y no absoluto. En primer lugar atribuimos esta característica a la existencia de números cuya extensión es infinita, nos referimos a los números irracionales, que cuentan con una parte decimal sin límite, haciendo imposible que sean considerados en su totalidad en cualquier cálculo. Por otra parte y con igual significación que la de los números irracionales, está la imposibilidad de conocer la influencia de las infinitas variables de las cuales dependen todos los fenómenos que en nuestro universo ocurren. Ambas circunstancias, irracionalidad de los números e infinitas variables independientes, hacen imposible la aplicación de las leyes físicas con precisión absoluta, lo que a su vez impide afirmar que el determinismo que se les atribuye sea absoluto, abriendo necesariamente espacio a la ciencia del caos, y a una reformulación de las mismas. Ilya Prigogine indica al respecto:

> Durante mucho tiempo el determinismo era el símbolo de la inteligibilidad científica, mientras que hoy se reduce a una propiedad que solo es válida en casos límite (...) aparece un nuevo enfoque para abordar estos problemas. Por eso, cuando se tiene en cuenta el caos, se puede hablar de una nueva formulación de las leyes de la naturaleza.[172]

Como complemento, es necesario recordar que las leyes de la física clásica, solo aplican para fenómenos que se despliegan fuera del ámbito cuántico y a velocidades significativamente menores a las de la luz, puesto que, en el primer caso son los

[172] PRIGOINE, I. (1999). *Las leyes del caos.* págs. 14 y 44. Editorial Crítica. Barcelona, España.

postulados de la física cuántica los que permiten las descripciones de los fenómenos y ello en términos de probabilidades sin poder eludir la incertidumbre, mientras que en el segundo, solo puede pretenderse la realización de tales tareas según la teoría de la relatividad. Tales circunstancias limitan significativamente el determinismo absoluto pretendido por Newton en relación con sus leyes respecto a la regulación de los fenómenos naturales que ocurren en el universo.

5.6 Posibilidad de síntesis entre el ser eterno y el cambio permanente

La eternidad de la dualidad masa / energía, obligaría a considerar la eternidad del universo, es decir, la imposibilidad de haber sido creado y de que se extinga, aunque haya podido estar en estado latente o haber cambiado de fase en el big bang. Habría estado, está y estará siempre. Esta condición, al menos en el aspecto material del Ser podría ser considerada evidencia empírica de su eternidad, la que se asimila, repetimos, al menos en el aspecto material, a la eternidad del Ser postulada por Parménides[173]. Por otro lado, la constante e inevitable transformación que se da en el transcurso del tiempo de la dualidad masa / energía, junto con las infinitas formas de expresión que tendría el universo acorde con la formulación de infinitas historias alternativas de Feynman, serían evidencia empírica, de nuevo, al menos en el aspecto material del Ser, del cambio permanente al que está sometido éste según propuso Heráclito[174]. Es razonable sugerir que, insistimos, al menos en el aspecto material del Ser, el concepto de multiverso podría sintetizar como características propias, la concepción del Ser de Parménides y la propuesta del cambio permanente de Heráclito.

[173] De Elea. (515 a.C. – 445 a.C. En discusión). Pensador griego presocrático considerado el filósofo del Ser, contrario a la posibilidad de conocer la nada: Lo que es, es, y lo que no es, no es.
[174] De Efeso. (535 a.C. – 484 a.C.) Pensador griego presocrático considerado el filósofo del cambio permanente: Lo único que permanece es que todo cambia.

5.7 Carácter refutable

Entre, *La lógica de la investigación científica*[175] y *Conjeturas y refutaciones: el crecimiento del saber científico*[176], Karl Popper[177] suministra los argumentos fundamentales que le permiten proponer como criterio para que una teoría científica pueda ser considerada como tal, el que pueda intentarse demostrar su falsedad mediante la experimentación sin que ello pueda conseguirse, ello sin dejar de tener en cuenta que eventualmente pueden descubrirse nuevos hechos que obliguen a descartar las teorías a prueba, o hacer necesario complementarlas en función del alcance de los descubrimientos indicados. Tal propuesta opera en forma antagónica respecto a intentar validar las teorías científicas mediante pruebas empíricas orientadas a verificar la veracidad de las mismas. Aplicar el postulado de Popper le permite al experimentador que pretende probar una teoría científica propia, superar la limitación que en cuanto a la obtención de datos empíricos introduce su natural búsqueda de solo aquellos que sean favorables a la teoría, descartando otros que podrían refutarla, siendo estos últimos igual de determinantes en cuanto a su veracidad. Se aproxima Popper con ello a considerar las consecuencias de la naturaleza de la física cuántica derivadas de la modificación que el observador hace sobre lo observado. Por otra parte, como una conclusión a aplicar sobre lo que hemos tratado en éste trabajo, obtenida a partir de la propuesta de Popper, podemos tomar que toda teoría científica válida como tal debe aceptar la posibilidad de ser refutada, bien de manera total, o bien de manera parcial requiriendo ser complementada acorde con el descubrimiento de nuevos hechos. Esta conclusión se muestra en la relación que puede establecerse entre, la física de Newton (clásica) y la física de Hawking (moderna), dado que la de éste último obliga a descartar la

[175] POPPER, K. (1985). *La lógica de la investigación científica.* Tecnos. Madrid, España.
[176] POPPER, K. (1985). *Conjeturas y refutaciones: el crecimiento del saber científico.* Editorial Payot. París, Francia.
[177] (1902 – 1994). Pensador austríaco de primera relevancia en la filosofía del Siglo XX, creador del falsacionismo.

aplicabilidad de la del primero como teoría universal. Siendo coherentes con la propuesta de Popper, debemos indicar que también la física cuántica puede eventualmente requerir ser cuando menos complementada, ello en función del alcance de nuevos descubrimientos cuyo acontecer no puede descartarse de manera terminante aun desconociendo en este momento cuándo y cómo podrían ocurrir. Acorde con Popper, ninguna teoría puede ser considerada como verdad absoluta, incluida la física cuántica y en consecuencia todo concepto que en ella se fundamente. De manera complementaria a esta circunstancia, el filósofo austríaco en su obra *El universo abierto: un argumento a favor del indeterminismo*[178], interroga sobre esta disciplina del conocimiento, el cómo puede pretender carácter determinista aun teniendo en cuenta que las probabilidades constituyen el ámbito de sus resultados.

Particularmente susceptibles de éste análisis son las teorías en las que de manera dominante apoya Hawking la construcción de su concepto de universo. Nos referimos a las teorías de cuerdas, súper cuerdas y la M (ver apéndice), propuestas cuyo desarrollo puede considerarse en fase primaria. Dado que aún no se han podido obtener pruebas empíricas suficientemente convincentes de sus postulados, por lo que tampoco han sido aceptadas de manera universal. La no obtención de las citadas pruebas se debe a que las condiciones (niveles de energía) en que deben realizarse son extremadamente difíciles de reproducir de manera controlada en un laboratorio, además de que el grado de dificultad de sus matemáticas las convierten en comprensibles solo por parte de especialistas con formación muy específica, quienes las manejan de modo tal que incluyen consideraciones y parámetros de carácter empírico no derivados de principios fundamentales en sus ecuaciones, los que permiten solucionar problemas aparentemente imposibles de resolver.

---

[178] POPPER, K. (2011). *El universo abierto: un argumento abierto a favor del indeterminismo*. Tecnos. Madrid, España.

La pretensión de tales teorías puede ser calificada como absoluta, dado que su objetivo es la unificación de la Física. En tal sentido podrían estar, o totalmente en lo cierto, o totalmente equivocadas, por lo que su carácter de refutables no puede ser considerado, es decir, no cumplirían en principio con los requisitos que Popper prescribe como necesarios para que una propuesta teórica califique como científica.

Por otra parte, la circunstancia de que observar modifica lo observado, deriva en que la cosmología construida a partir de estas teorías, requeriría no ser apreciada para que sus ecuaciones no dejen de ser predictivas de forma determinista al momento de ser verificados experimentalmente los fenómenos a que refieren. Las ecuaciones rectoras de la física cuántica permiten obtener resultados solo en términos de probabilidades, no de forma única, lo que impide considerarlas de manera reversible. El concepto de universo de Hawking es susceptible de aplicársele este análisis, dado que su marco teórico esencial contiene de manera mayoritaria propuestas de la física cuántica. Sobre ésta, Ilya Prigogine ha propuesto reformularla desde la ciencia del caos, ello con el objetivo de intentar resolver los problemas antes descritos. La tarea de Prigogine está en fase inicial de desarrollo.

APÉNDICE

1. Física clásica

Se considera integrante de esta clasificación toda la física anterior a la cuántica, incluida la teoría de la relatividad. Dos son las razones para ello: una, la independencia que asume entre las propiedades de los fenómenos observados y el observador, otra, la naturaleza determinista de las relaciones con que describe los fenómenos, ello en cuanto que las mismas proponen conocer en cualquier momento el estado de los fenómenos que estudia a partir del conocimiento de un estado dado. La teoría de la relatividad aplica en un contexto donde las otras integrantes de la física clásica son insuficientes, sin embargo, dado que sus relaciones permiten obtener un grado de certeza determinista superior al de las correspondientes a la física cuántica, sigue siendo asumida como integrante de la física clásica.

El ámbito de la física clásica, salvo en el caso de la teoría de la relatividad, se corresponde con lo perceptible directamente a través de nuestros sentidos, es decir, la cotidianidad, dado que sus relaciones pierden capacidad predictiva tanto en el contexto de lo atómico y sus componentes, como en el de las distancias interplanetarias, interestelares e intergalácticas y a velocidades que los físicos consideran próximas a la de la luz. Para el contexto atómico aplica la física cuántica, y para el de las grandes distancias y velocidades la teoría de la relatividad, la que, según ya indicamos, sigue siendo incluida en la física clásica dado el alcance de su determinismo. Tanto en el caso de la cuántica, como en el de la relatividad, aplicando las transformaciones correspondientes y acotando las condiciones de aplicación al contexto de lo perceptible de manera directa mediante nuestros sentidos, sus relaciones adquieren la forma de las que describen los fenómenos según la física clásica.

Las limitaciones de las ecuaciones propuestas por la física clásica en cuanto su capacidad predictiva, derivan de dos circunstancias: una, no consideran los efectos de infinitas variables influyendo en los fenómenos que describen, dado que los mismos son imperceptibles de manera directa mediante nuestros sentidos, dos, no están en capacidad de manejar precisión infinita, la cual es imprescindible al involucrar en cualquier cálculo cifras con infinitos decimales, es decir, irracionales, que son las que aparecen con mayor frecuencia en la cotidianidad.

1.1 Leyes de Kepler

Acorde con el alcance de éste trabajo, solo es necesario conocer lo que prescriben, así como indicar que pueden considerarse el marco teórico inicial para la ley de gravitación universal de Isaac Newton, relación que a su vez es fundamental respecto al concepto de universo de dicho autor. Las leyes de Kepler, construidas por él a partir de datos recabados directamente de sus observaciones y de los tomados de Tycho Brahe[179], su antecesor, describen los movimientos de los planetas del Sistema Solar.

La primera ley define la forma de las órbitas planetarias como elíptica, plana y estable, ubicando al Sol en uno de los focos da cada una de las elipses correspondientes.

La segunda establece que la velocidad de desplazamiento de cada planeta en su órbita se orientará siempre en el mismo sentido. Varía solo su cuantía en función de la distancia entre el planeta y el Sol a cada momento, creciendo a medida que ésta disminuye y viceversa. Será máxima en el lugar de mayor cercanía y mínima en el más alejado. Todo esto dado que el área comprendida entre, dos radios orbitales correspondientes a instantes consecutivos y el segmento de elipse respectivo, es siempre

[179] 1546 a 1601. Astrónomo danés cuya trascendencia deriva de haber obtenido los datos que, mediante observación a través de instrumentos como el sextante, sin telescopio, sirvieron de base a Kepler para la formulación de sus leyes, las que a su vez sirvieron de punto de partida para las de Newton, en particular de la de gravitación universal. Kepler obtuvo los datos indicados siendo asistente de Brahe.

la misma, medida entre cualquier otro par de instantes consecutivos separados por un intervalo idéntico al del primer par de instantes indicado.

La tercera sintetiza en una expresión matemática las implicaciones de las dos precedentes. Prescribe que el cociente entre, la cantidad de tiempo en que un planeta rodea al Sol elevada al cuadrado, y la distancia entre ambos elevada al cubo, es el mismo para cualquier instante en que se calcule, por lo que a medida que la ubicación del planeta es más alejada del Sol, aumenta el tiempo en que lo circunda.

1.2 Leyes de Newton

A efectos de los objetivos del presente trabajo, podemos asumirlas como los tres principios fundamentales (no derivables de otros) que, ampliado su alcance con las consideraciones sobre movimiento relativo de Galileo Galilei, y teniendo en cuenta que se refieren solo a sistemas de referencia cuyo desplazamiento no está sujeto a cambio alguno de velocidad, así como ubicadas en el espacio tridimensional percibido por nuestros sentidos (espacio euclidiano) donde el tiempo es absoluto, permiten describir las relaciones propias de la mecánica en el ámbito de lo cotidiano, esto con un nivel de aproximación tal que sus limitaciones no son perceptibles por nuestros sentidos, lo cual se corresponde con el grado de precisión que permitía alcanzar el instrumental de observación del que disponía Isaac Newton. Aplicadas estas leyes junto con la de gravitación universal, suministran a su vez la descripción de los movimientos de los sistemas planetarios y de todos sus componentes, siempre en el rango de apreciación limitado por lo que percibimos como cotidiano. No aplican en el contexto del átomo y sus componentes, tampoco en sistemas que se muevan de forma acelerada. En el ámbito atómico y subatómico aplica la física cuántica, y en el de sistemas acelerados cuyas velocidades eventualmente se acercarían a la de la luz aplica la teoría de la relatividad. Sobre ambos temas trataremos adelante.

Cinco son los conceptos basales sobre los que se fundamentan las leyes de Newton: tiempo, espacio, masa, cantidad de movimiento y fuerza. Tiempo es la referencia que permite ubicar la secuencia en que ocurren los fenómenos. Espacio es el lugar en que ocurre todo evento y movimiento. Masa expresa la cantidad de materia que conforma a todo cuerpo. Cantidad de movimiento es la asociación entre la masa de dicho cuerpo y la velocidad a que se desplaza, obteniéndose como producto aritmético del valor de ambas magnitudes. Fuerza es la causa de todo movimiento y es el resultado de vincular la masa de un cuerpo con la variación en su velocidad, es decir, con su aceleración, y se obtiene mediante el producto aritmético del valor de tales magnitudes (masa por aceleración). Estos cinco conceptos tienen en sí mismos carácter absoluto para Newton, aunque el movimiento acepta ser medido de forma relativa cuando se hace entre sistemas que se mueven con velocidades constantes.

La primera ley de Newton prescribe que todo cuerpo mantendrá su estado de movimiento mientras no se le aplique una fuerza que modifique dicho estado. Si el cuerpo está en reposo, no saldrá de éste, y si se está desplazando no se detendrá y mantendrá una trayectoria rectilínea.

La segunda ley establece la relación de proporcionalidad directa que existe entre la magnitud de la causa que modifica el estado de movimiento de un cuerpo y la de dicho cambio, es decir, la relación de proporcionalidad verificada que se da entre fuerza y aceleración como variación de la velocidad. Esta relación contempla como constante a la masa del cuerpo, de cuya magnitud dependerá (también de forma directa) la cuantía de fuerza necesaria para alcanzar una aceleración dada. Esta ley se enuncia de manera matemática con la conocida expresión en donde la cuantía de la fuerza se iguala al producto aritmético de las de masa y aceleración: $F = m \times a$, donde F es fuerza, m es masa y a es aceleración.

La tercera completa el trio que permite la descripción de las relaciones mecánicas cuando se complementa dicho conjunto con las consideraciones sobre movimiento relativo de Galileo Galilei. Indica esta última ley que toda acción como causa de cambio en el estado de movimiento de un cuerpo, recibe al ser aplicada sobre éste una reacción desde él mismo de igual magnitud pero opuesta, estando ambas alineadas.

En el contexto de las leyes de Newton, la relatividad del movimiento se refiere a la medición del mismo entre sistemas que se mueven con velocidades constantes. A efectos de los objetivos de este trabajo es suficiente con conocer que la velocidad de un cuerpo, dada respecto a un sistema que se desplaza con velocidad constante conocida, al ser medida respecto a otro que se desplaza con otra velocidad constante también conocida, se obtiene componiendo la velocidad dada del cuerpo respecto al primer sistema, con la del segundo.

Las tres leyes de Newton junto con las consideraciones sobre movimiento relativo de Galileo Galilei constituyen los principios fundamentales de la física aplicada a la construcción de la mayor parte del mundo material cotidiano. Es la ley de gravitación universal, formulada por Newton, la que tiene mayor influencia sobre su concepto de universo. Esta puede ser considerada como derivada de su tercera ley y de la tercera de Kepler, aplicando la matemática correspondiente. La ley de gravitación universal establece que la fuerza de atracción entre dos cuerpos cualesquiera es directamente proporcional al producto aritmético del valor de sus masas e inversamente proporcional a la distancia que las separa elevada al cuadrado. El cociente entre, el producto aritmético de la citada distancia elevada al cuadrado por la fuerza de atracción entre los cuerpos, y el producto de sus masas, es constante.

Estos cuatro postulados brevemente enunciados aquí, las tres leyes de Newton, las consideraciones sobre movimiento relativo de Galileo Galilei y la ley de gravitación

universal, constituyen el marco teórico fundamental que soporta toda la estructura de la física clásica. La fusión de sus contenidos e implicaciones fueron sintetizados por primera vez en la obra de mayor trascendencia de Newton, los *Principios matemáticos de la filosofía natural* (1687), obra que puede considerarse como el hito a partir del cual se formaliza ese campo del conocimiento. En la editorial de la obra se indica sobre su relevancia lo siguiente:…sistematiza un modo de estudio de la Naturaleza (a la que deben hacerse preguntas explícitas y cuantitativas mediante los experimentos) y de exposición de los conocimientos adquiridos mediante métodos matemáticos: lo que desde él se conoce propiamente como Física.[180]

1.3 Teoría de la relatividad

Sintetizada y formalizada por Albert Einstein[181], entre finales del siglo XIX y principios del XX, cuyos postulados han sido verificados empíricamente, tuvo como motivación fundamental establecer coherencia entre la física newtoniana y el electromagnetismo. Su desarrollo se materializó en dos etapas consecutivas: teoría de la relatividad especial (o restringida) y teoría de la relatividad general. La primera se ocupa del movimiento de los cuerpos en ausencia de gravedad, mientras que la segunda incluye los efectos de ésta. La relatividad general evoluciona respecto a la gravitación universal de Newton al contemplar fenómenos relacionados con las interacciones gravitacionales que dicho autor no conoció. Sin embargo, coinciden ambas concepciones en el ámbito de lo cotidiano, es decir, para sistemas cuyas velocidades pueden considerarse despreciables respecto a la de la luz, en presencia de valores de gravedad correspondientes a objetos de dimensiones inferiores a las de los cuerpos celestes, y por encima del contexto atómico. La premisa fundacional de la teoría de la

[180] NEWTON. I. (1687). *Principios matemáticos de la filosofía natural.* pág. 2. Tecnos Editorial. Segunda Edición, 1987. Madrid, España.
[181] (1879 – 1955). Físico alemán que mediante su teoría de la relatividad reformuló por completo la concepción de la gravedad como interacción física, evolucionando respecto a Isaac Newton.

relatividad, tal como su nombre indica, es la consideración relativa de todo suceso respecto al estado de movimiento de quien lo aprecie, tanto en relación con su ubicación (lugar en el espacio), como respecto a su cronología (tiempo en que ocurre). De la unión de estas circunstancias deriva su diferencia con la concepción de Newton, para quien tiempo y espacio eran absolutos.

1.3.1 Teoría de la relatividad especial

El hecho experimentalmente verificado del cual parte esta teoría es el que la velocidad de la luz es un valor constante en el universo e independiente de la velocidad de la fuente emisora. Este hecho constituye el segundo postulado de la teoría, así como una diferencia significativa respecto a la física newtoniana que contemplaba la propagación instantánea de cualquier efecto físico, lo que desde la relatividad es imposible dado que no puede algo superar la velocidad de la luz. El primer postulado es la razón por la cual se califica como especial, considerando que su ámbito natural de aplicación es el de los sistemas donde no hay gravedad y en consecuencia sus desplazamientos se realizan a velocidades constantes, estos sistemas se denominan inerciales, en todos ellos lo prescrito por la física aplica de igual manera, negando la posibilidad de existencia de alguno absoluto, es decir, todos son relativos entre sí. La relatividad especial puede aplicarse al ámbito de sistemas no inerciales, sin embargo, deben hacerse transformaciones matemáticas de tal complejidad que ello no se realiza.

Habiendo sido experimentalmente verificadas, siete consecuencias de la teoría sobre la realidad material contradicen el sentido común, nos referimos a las siguientes: una, no puede superarse la velocidad de la luz, dos, a medida que la velocidad de un objeto aumente, la percepción del tiempo asociado a su movimiento se hará más lenta para un observador externo, tres, en igual condición de velocidad para dicho objeto, sus dimensiones serán percibidas cada vez más pequeñas para el mismo observador, cuatro,

el valor de la masa se aproxima a infinito al mismo ritmo en que la velocidad se acerque a la de la luz, cinco, la simultaneidad entre eventos no es posible, seis, masa y energía son equivalentes de manera proporcional ($E = m \times C^2$, donde E es energía, m es masa y C es la velocidad de la luz) y siete, no es posible a partir de una causa definida, establecer un efecto específico. Tanto la dilatación relativista del tiempo (consecuencia dos), como la contracción relativista del espacio (consecuencia tres) y la aproximación de la masa a valor infinito (consecuencia cuatro), solo son perceptibles de manera relevante a velocidades calificadas como altas por los físicos (próximas a las de la luz).

La teoría requirió nuevas propiedades geométricas para el desarrollo de sus postulados. Como consecuencia de éstas, las tres dimensiones espaciales y el tiempo se consideran integrantes de un solo sistema, el cual se denomina espacio – tiempo. Dicho sistema, también conocido como espacio Minkowsky, fue estructurado por Hermann Minkowsky (1864 – 1909), matemático y profesor de Einstein durante su estadía en el Politécnico de Zürich. A partir de esta concepción geométrica, para ubicar un objeto o fenómeno en el espacio – tiempo se requieren conocer, su posición en el espacio, y el momento en que es observado. El conjunto se denomina suceso.

1.3.2 Teoría de la relatividad general

La Relatividad General, cuando incorpora los efectos de la gravedad, generaliza la relatividad especial al prescribir la curvatura del espacio – tiempo debida a la presencia de la materia. Esta circunstancia deriva en poder aplicar los efectos relativistas tanto a sistemas inerciales como a los no inerciales, es decir, aquellos en los que los observadores están sujetos a la variación de sus velocidades al ser objeto de la acción gravitatoria. Equivale a una concepción relativista del campo gravitacional. La relatividad general deriva en la especial si no se considera la citada acción y convierte la gravedad en una manifestación de la curvatura del espacio – tiempo generada por la

presencia de materia, dejando de ser considerada como fuerza; ésta es una diferencia significativa respecto a la gravitación newtoniana, en la que si se le asumía como tal y de naturaleza desconocida. La curvatura del espacio – tiempo es la responsable de los cambios de trayectorias en los movimientos de los cuerpos y de la luz en sistemas inerciales. En la relatividad especial, al no tomarse en cuenta los efectos de la gravedad, el espacio – tiempo se asume plano. Junto con los dos postulados de la especial, que se cumplen en la general, como propios de ésta podemos considerar, uno, la reducción de ésta última a la primera en ausencia de la gravedad, y otro, la prescripción de la curvatura del espacio – tiempo en presencia de materia. Cuanto mayor es la cuantía de materia, también lo es la curvatura.

La teoría de la relatividad general, junto con otros campos de la física, aplica para la construcción de un modelo que explica el despliegue de nuestro universo entre el instante después de su inicio y el presente. Aún no ha podido ser fusionada con la física cuántica en lo que sería la gravedad cuántica para describir el instante de inicio.

2. Principio de conservación de la dualidad masa / energía

De dicho principio[182] se deriva una conclusión que tiene implicaciones cosmológicas: la dualidad indicada es constante en el universo, no se crea y no se extingue, se transforma, aunque acorde con las leyes físicas correspondientes se degrade, es decir, una parte de ella deja de ser utilizable en cada transformación, pero la cantidad total es siempre la misma, antes y después del evento en que cambia. Stephen Hawking precisa al respecto:

> Cualquier conjunto de leyes que describa un mundo continuo como nuestro propio mundo tendrá el concepto de energía, que es una magnitud conservada, es decir, que no cambia con el tiempo. La energía del espacio

[182] Su equivalencia la establece la teoría de la relatividad mediante la ecuación $E = m \times C^2$, en la que E es energía, m es masa y C es la velocidad de la luz.

> vacío será una constante independiente del tiempo y de la posición (…) la energía del universo debe permanecer constante.[183]

Esta conclusión expresa que la masa / energía del universo, es eterna, por lo que siempre ha estado en él, está, y estará. No ha sido creada y no se extinguirá, solo puede ser objeto de transformación o cambio, lo que sucede de manera constante e inexorable. La masa / energía, junto con el espacio y el tiempo son los componentes fundamentales del universo. Si bien es cierto, al aplicar las leyes de la física moderna, el inicio del universo habría tenido lugar en la singularidad denominada big bang, evento cuántico en el que la existencia del espacio – tiempo es desconocida, también es cierto que aún en esa condición la masa / energía no podría dejar de ser. Acorde con el principio de conservación de tal dualidad ello es imposible.

Leyes físicas clásicas tienen alcance variable limitado en el tiempo tanto para describir la historia de los fenómenos, como para pronosticar[184] su despliegue. Nos referimos a que no nos es dado el manejo de precisión absoluta en las cifras que involucramos en la aplicación de las citadas leyes[185]. Tal circunstancia hace inevitable que cuanto menor sea el grado de precisión de las cantidades, menor sea el intervalo en que podemos describir o pronosticar. Esta limitación se ve aumentada cuando consideramos que las leyes físicas clásicas tampoco pueden incluir en sus formulaciones las infinitas variables que afectan la manifestación de todo fenómeno. Las leyes a que nos referimos se han formulado con términos asumidos para condiciones ideales, es decir, considerando precisión absoluta en las cifras a introducir y ausencia de efectos de variables cuyo comportamiento nos es desconocido. Sin

---

[183] HAWKING. S. y MLODINOW. L. (2010). *El gran diseño*. pág. 202. Crítica S.L. Editorial Planeta. Barcelona, España.

[184] Aníbal Romero en su texto *Disolución social y pronóstico político* (1997), incluido en la bibliografía en caso de requerirse profundizar sobre el tema, diferencia entre pronóstico y predicción, asignando, al primero un grado de precisión no absoluto y variable según la cantidad y calidad de información disponible para cualquier análisis, mientras que a la segunda le reconoce precisión absoluta. En el contexto de nuestro análisis consideramos necesario referirnos a pronosticar.

[185] Este tema es tratado en detalle en el texto *Entre el orden y el caos: la complejidad*, de Moisés José Sameteband, a cuya lectura referimos en caso de requerir profundizar al respecto. Ver bibliografía.

embargo, no por ello dejan de ser referencias razonablemente aproximadas para la descripción y pronóstico de fenómenos cuyo despliegue se relaciona directamente con la cotidianidad. La cualidad de las mismas que estimamos relevante para nuestro análisis, es que son evidencia de que existen relaciones entre las variables de las que dependen las manifestaciones de los fenómenos que ocurren en el universo, que nos permiten describirlos y pronosticar su despliegue aplicando la racionalidad. La codificación de tales relaciones es lo que conocemos como leyes físicas, idea proporcionada de manera formal por primera vez por Isaac Newton.

Stephen Hawking postula sobre el inicio del universo que el suceso fue un evento cuántico completamente determinado por Leyes Físicas, el cual es conocido como big bang. Su ocurrencia es un evento cuya consideración es inevitable si analizamos hacia atrás en el tiempo el proceso de verificada expansión en que se encuentra el universo. Si de manera simultánea y en conjunto tomamos en cuenta la conclusión del principio de conservación de la dualidad masa / energía, en cuanto a que ésta es eterna, no creada y no extinguible, aunque en permanente transformación, es inevitable que a su vez concluyamos que precediendo al big bang, y en él mismo, no pudo estar la nada, aun sin haberse desplegado el espacio – tiempo, dado que al menos habría estado la dualidad masa / energía, dada su condición de eternidad, aunque en un estado que no nos es posible conocer, al menos en nuestro tiempo. Estas circunstancias nos conducen a sugerir que, precediendo al big bang, o nuestro universo se encontraba en un estadio de latencia[186] en el que solo era la dualidad masa / energía, o fue un instante en el que nuestro universo inicia su despliegue habiendo tenido lugar un cambio de fase[187] cuya naturaleza no nos es posible conocer, pero sobre la cual no podemos negar que habría

[186] Roger Penrose, entre otros autores, en varios de sus textos, en particular en *Ciclos del tiempo* (2011), introduce como posible dicho estado. Ver bibliografía al requerir profundizar sobre el tema.
[187] James Quach de la Universidad de Melbourne en Australia dirige desde el año 2012 una investigación orientada a la verificación experimental de la hipótesis correspondiente. Sus lineamientos pueden consultarse en la publicación de la revista *Physical Review* de Marzo de dicho año.

estado presente con igual cantidad a la que tiene en nuestro universo la dualidad masa / energía. Como consecuencia de lo anterior, nuestro universo habría tenido un inicio, es decir tendría extensión finita, pero sin dejar de ser integrante del multiverso no tendría límites en tiempo. En ambos escenarios, el big bang habría estado determinado en toda su naturaleza y todos sus aspectos por leyes físicas. Ocurrido dicho evento, nuestro universo inicia su despliegue manifestándose en las infinitas historias alternativas prescritas por la formulación de Richard Feynman[188] (ver numeral 6.4), siendo aquella en la que estamos realizando este trabajo la que denominamos nuestro universo.

3. Física (mecánica) cuántica

Su ámbito de desarrollo es el del átomo y sus componentes, sin que aun hayan podido ser incluidos en sus prescripciones los efectos de la relatividad, sin embargo se encuentra en desarrollo (no concluyente aun) la física cuántica relativista cuyo objetivo es incorporar dichos efectos. Aunque sus relaciones (ecuaciones) se adecuan al determinismo, no lo es en el sentido de la física clásica, dado que no es posible a través de ellas conocer con certeza un estado cualquiera de un fenómeno a partir de la información sobre otro, solo puede disponerse de ello acorde con un rango de probabilidades. Sus experimentalmente verificados postulados pueden resultar contrarios al sentido común. Como fundamentales se consideran los tres siguientes: Uno, la radiación electromagnética no es emitida ni absorbida por la materia de manera continua, ello se materializa de forma discreta en cantidades específicas (cuantos). Dos, las expresiones de la materia a nivel subatómico pueden ser percibidas como ondas o partículas (dualidad onda / partícula) dependiendo de las condiciones en que sean observadas. Tres, la información que puede dar una observación no puede ser prevista antes de que ésta sea hecha (principio de incertidumbre), dado que la acción de observar

[188] (1918 – 1988). Físico teórico de los Estados Unidos de Norteamérica. Formuló los modelos teóricos vigentes sobre trayectorias, electrodinámica y física de partículas en el ámbito de la física cuántica.

modifica el estado de lo observado, obteniéndose del acto las probabilidades de ser correspondientes a cada información que se pretende obtener, sin poder precisar cuál de ellas prevalecerá, lo que convierte a la observación en un evento cuyos resultados pueden ser considerados aleatorios.

3.1 Constante de Planck[189]

Es la cantidad mínima de energía que de manera discreta no continua puede ser absorbida o emitida por la materia. Su muy significativamente pequeña cuantía la hace imperceptible en la cotidianidad y puede ser considerada como una especie de frontera entre el ámbito cuántico y el convencional, dado que solo es utilizable con sentido práctico en las ecuaciones propias de la física cuántica.

3.2 Longitud de Planck

Es aquella por debajo de la cual las propiedades geométricas de lo cotidiano no son aplicables. Al igual que la constante homónima puede asumirse como hito que separa el ámbito cuántico del convencional, ya que su inusualmente ínfima dimensión solo es aplicada en las relaciones que regulan los fenómenos cuánticos.

3.3 Principio de incertidumbre de Heisenberg

Deducido y formulado por el Físico alemán Werner Heisenberg (1901 – 1976), establece que, en el contexto del átomo y sus componentes, no es posible conocer de manera simultánea con igual grado de precisión el valor de ciertas parejas de variables asociadas a los fenómenos físicos, en particular por ejemplo la posición y la velocidad. La relación entre el grado de conocimiento de ambos valores es inversa, es decir, cuánto más se conoce una, menos se conoce la otra, siendo una exigencia de los modelos teóricos correspondientes que el producto aritmético de los valores de certidumbre sobre cada una de las dos magnitudes sea un valor constante, específicamente la Constante de Planck. Fue obtenido por Heisenberg de manera deductiva a partir de postulados fundamentales de la física cuántica, convirtiéndose en

[189] Max Planck (1858 – 1947). Físico y matemático alemán considerado fundador de la física cuántica.

uno de sus principios esenciales en cuanto a diferenciar ésta de la física clásica, donde no cabe la incertidumbre, ni como premisa, ni como resultado.

Acorde con este principio, los valores de variables donde se involucra el movimiento se obtienen en el experimento que se realice a tal fin. Depende lo obtenido de la naturaleza del experimento, razón tal circunstancia de que la medida obtenida sea afectada por el procedimiento para obtenerla. El ámbito de percepción de esta situación es solo el cuántico, no siendo posible detectar sus efectos en la cotidianidad, aunque en ella existan, solo que con una magnitud tan pequeña que pueden ser considerados imperceptibles. Esta última cualidad del principio indica que la física clásica es una aproximación de la cuántica en el ámbito de la cotidianidad, ello si se dejan de considerar algunos postulados de ésta al asumir que sus efectos no son detectables a ese nivel.

3.4 Historia alternativas

El comportamiento dual (onda / partícula) de la materia a nivel subatómico se pone de manifiesto en la experiencia de la doble rendija. Si se hacen pasar fotones (luz), a través de dos rendijas de idénticas dimensiones, la impresión que éstos dejan al proyectarse sobre una pantalla más allá de las rendijas, se corresponde con el propio de la interferencia que produce un patrón de ondas. Al tapar alguna de las rendijas el patrón cambia al de una sucesión de partículas.

Acorde con la Teoría de Historias Alternativas de Richard Feynman, una de las formulaciones generales de la Física Cuántica, el comportamiento de los fotones se explica considerando que para ir desde la fuente emisora hasta la pantalla donde se proyectan, recorren de manera simultánea todos los infinitos caminos disponibles. Esto implica que la materia a nivel subatómico para trasladarse de un punto cualquiera a otro, lo hace a través de todas las infinitas trayectorias posibles, siendo la observada la suma de todas ellas. La trayectoria efectivamente percibida lo es dado que todas las otras se anulan al sumarse acorde con el patrón de interferencia ondulatorio. La explicación

anterior, referida al traslado de materia subatómica entre dos puntos, se generaliza respecto al transcurso de eventos en el espacio – tiempo. Según esta teoría, el transcurso de un evento entre un instante dado y otro, ocurre de todas las infinitas maneras posibles, siendo el que efectivamente se percibe el resultado de la suma de éstas, siguiendo por analogía un patrón como el de interferencia.

El universo que percibimos ha evolucionado acorde a una dinámica expansiva que revertida conduce a un evento de inicio en que las dimensiones del espacio – tiempo se corresponden con las del ámbito subatómico, razón por la cual le son aplicables los postulados de la física cuántica, incluidos los prescritos por la teoría de historias alternativas. Acorde con la generalización de esta teoría, el evento de inicio, como evento cuántico, ocurrió de todas las infinitas maneras posibles, siendo el universo que percibimos el resultado de la suma de todas ellas según un patrón de interferencia. Esto conduce al concepto de multiverso, siendo el que percibimos uno de los infinitos posibles, dado que los otros no dejan de existir por el hecho de sumarse siguiendo la pauta del patrón de interferencias. Tiene cada uno distinta probabilidad de ser.

Para ilustrar el alcance de la formulación de Richard Feynman sobre historias alternativas, la cual tiene como una de sus consecuencias que el universo no tenga una sola y exclusiva historia sino todas las infinitas posibles, Stephen Hawking utiliza ejemplos como los siguientes:

> Puede haber una historia en que la Luna esté hecha de queso Roquefort, pero hemos observado que la Luna no es de queso (…) las historias en que la Luna no es de queso no contribuyen al estado actual de nuestro universo, a pesar de que pueden tal vez contribuir a otros estados (…) En algunos universos, los electrones pesan como pelotas de golf y la fuerza de la gravedad es más intensa que la del magnetismo. Eso puede parecer ciencia ficción, pero no lo es.[190]

[190] HAWKING. S. y MLODINOW. L. (2010). *El gran diseño*. págs. 160 y 162. Crítica S.L. Editorial Planeta. Barcelona, España.

Ambas expresiones utilizan un lenguaje que a priori luce excesivamente contradictorio en relación con el sentido común, sin embargo, si nos atenemos al fondo de la propuesta de Feynman, no lo es. La intención de Hawking no es expresarse de manera informal sobre tal tema, lo que hace es ilustrar el significado de que el universo pueda tener infinitas historias, vale decir, que el universo pueda ser de infinitas formas, todas integrantes del multiverso. El autor es determinante al respecto al indicar que aunque lo expresado en la primera cita pudiese interpretarse como ciencia ficción, no lo es. Precisa en dicha cita que el hecho verificable de que nuestro satélite no esté constituido por cualquier materia imaginable, sino por los propios de su historia cosmológica en el universo en que estamos, no implica que no pueda estarlo en otros. Consideraciones análogas podemos hacer respecto a que la masa del electrón sea de varios gramos, lo cual introduciría cambios estructurales de tales dimensiones en la constitución de la materia que conocemos, que el universo en que estamos no sería como es, teniendo igual consecuencia el que la atracción gravitatoria fuese superior a la del magnetismo. Sin embargo, Hawking es afirmativo respecto a la posibilidad de que tales circunstancias se den en algunos universos. Que el universo pueda ser de infinitas formas implica que todos son posibles.

3.5 Observar modifica lo observado

Si en la experiencia de la doble rendija en vez de utilizar una pantalla en la que se proyecten los fotones, se utiliza un contador de éstos, su patrón de trayectorias obtenido se corresponde con el de una sucesión de partículas, aun estando abiertas ambas rendijas. Este hecho demuestra que la elección del método para observar el evento, hecha por el observador en cuanto a utilizar una pantalla o un contador de partículas, determina el resultado apreciable de la experiencia, es decir, el observador puede modificar lo que observa al seleccionar la forma de hacerlo, incluso si la elección la

hace con el flujo de fotones ya en movimiento y habiendo traspasado las rendijas. Este principio es también aplicable al evento de inicio de nuestro universo, dado que éste es de naturaleza cuántica. Como consecuencia de ello, cualquier observación que se pretenda hacer sobre dicho instante, modificará características del mismo. Esta consecuencia deriva de los preceptos de la teoría de historias alternativas, ya que acorde con ellos, ningún evento actual se relaciona de forma determinada con otro único antecedente, sino con los infinitos posibles, cada uno con probabilidad distinta de ser.

4. Modelo estándar de física de partículas

Es una propuesta teórica, en permanente proceso de verificación experimental, cuyo objetivo es tratar de explicar las relaciones entre las interacciones (fuerzas) físicas fundamentales y la materia en el ámbito subatómico, por lo que es considerada como una teoría cuántica de campos, siendo consistente con la física cuántica y la teoría de la relatividad especial. No puede ser calificada como teoría completa (teoría del todo o teoría unificadora) dado que aún no ha podido integrar la interacción gravitatoria a sus postulados, además de requerir que se le incorporen constantes empíricas no derivables de principios fundamentales y considerar simétricas a la materia y la antimateria, ello a fin de hacer consistentes sus cálculos. El modelo explica mediante conceptos matemáticos cada partícula (carente de estructura y adimensional) asumida como un punto, las que se clasifican en dos tipos: partículas de materia y partículas mediadoras de interacciones (fuerzas).

Las partículas de materia cuyas características permiten calificarlas impenetrables, son doce denominadas fermiones (seis quarks y seis leptones) además de sus contrarias asociadas. Los quarks integran los componentes del núcleo atómico, mientras que los leptones son fundamentalmente electrones. El modelo describe las relaciones entre todas estas y tres de las interacciones (fuerzas) fundamentales conocidas: las nucleares

fuerte y débil, y la electromagnética. Según ya indicamos, aún no lo hace respecto a la cuarta, es decir, la gravedad. La interacción nuclear fuerte mantiene unidos los componentes del núcleo atómico (protones y neutrones). La débil se denomina así dado que es aproximadamente diez billones (acepción castellana) de veces menor que la fuerte y su alcance va hasta componentes del átomo como el electrón. La electromagnética es el intercambio de cargas eléctricas entre las partículas. En cuanto a intensidad, la nuclear fuerte es la primera, la débil la segunda y la electromagnética la tercera. En este aspecto, las nucleares superan significativamente al electromagnetismo y más a la gravedad, razón por la cual dominan el ámbito cuántico. Las partículas mediadoras (bosones), hacen posible la realización de las interacciones al ser intercambiadas entre las de materia.

5. Teoría del todo o unificadora

Su objeto es la formulación de una teoría capaz de explicar de forma unificada todas las relaciones entre la materia y las interacciones físicas. No existe aún alguna calificable cómo tal. Solo se aproximan a ella las derivadas de las teorías de cuerdas.

5.1 Teoría de cuerdas

Modelo posterior al estándar con objetivos iguales, considera la materia al nivel subatómico de forma distinta. Esta estaría hecha de elementos unidimensionales (filamentos o cuerdas) entrelazados en un estado de permanente vibración y en un espacio – tiempo con más de cuatro dimensiones, específicamente once, las cuales incluyen las cuatro espaciotemporales convencionales y otras siete en un estado de compactación tal que las hace inobservables. A consecuencia de dicho estado, estas siete dimensiones adicionales solo son tomadas en cuenta cuándo se considera la materia en longitudes iguales o inferiores a la Longitud de Planck. Por encima de esta longitud, el conjunto de cuerdas entrelazadas se identifica como una partícula según el

modelo estándar. Del modo vibratorio dependería su tipo de partícula pudiendo ser detectadas como materia, luz o gravedad. La teoría de cuerdas pretende avanzar sobre dicho modelo tratando de incorporar los efectos de la gravedad a sus postulados. La coherencia entre estos y los datos empíricos aún se encuentran en proceso de definición. Considerar filamentos unidimensionales en modo vibratorio en lugar de partículas puntuales adimensionales como en el modelo estándar, simplifica significativamente la matemática requerida para el despliegue de la teoría y permite la deducción de que exista una expresión de materia denominada gravitón, que sería la encargada de hacer posibles las manifestaciones gravitacionales.

5.2 Teoría de súper cuerdas

La teoría de cuerdas comprende cinco modelos, siendo la de súper cuerdas una síntesis de parte de éstas que considera simétricos a fermiones y bosones del modelo estándar. Esta simetría se denomina súper simetría y es el término que da nombre a la teoría. Prescribe que el universo no podría ser menor que la Longitud de Planck y que a partir de tal dimensión comenzaría su expansión. Requiere para su coherencia matemática un número de dimensiones compactas entre diez y veintiséis, observables solo en fenómenos que se despliegan con niveles de energía significativamente elevados. Su generalización se denomina teoría de branas, en la que se substituyen las cuerdas por membranas. Se trabaja en este momento en la unificación de todas las teorías de cuerdas dado que ha resultado verificado que existe equivalencia entre ellas, lo que deriva en la posibilidad (aún no definida) de estructurar con base en ellas una teoría del todo o teoría unificada a partir de la cual pueden obtenerse las cinco de cuerdas como casos especiales. El modelo más próximo disponible a una pretendida teoría unificada se conoce como teoría M (volveremos sobre ella más adelante). La teoría de súper cuerdas intenta sintetizar la relatividad general y la física cuántica en el

ámbito de ésta al proponer las cuerdas como expresión mínima de la materia, ello dado que la dimensión mínima posible para los filamentos es la Longitud de Planck. A longitudes menores que esa, la teoría descarta acorde con sus condiciones y métodos de cálculo las prescripciones de la física cuántica.

5.3 Teoría M

Esta fusiona todas las teorías de cuerdas y la de súper cuerdas en una sola, por lo que se le considera la más aproximada a una pretendida teoría del todo o unificadora. Podría resolver el problema planteado por la imposibilidad de síntesis de la relatividad general y la física cuántica, introduciendo su concepción de gravedad en once dimensiones, a la cual llama súper gravedad. Las matemáticas correspondientes permiten derivar las teorías de cuerdas entre sí, obteniendo unas a partir de otras como casos especiales. Tales procedimientos se conocen como dualidades. Su premisa básica es considerar a la expresión mínima de materia como un anillo cuya superficie está formada por una membrana a su vez integrada por filamentos unidimensionales cuya longitud máxima es la Longitud de Planck. Su denominación se origina en la letra inicial (M) de la palabra membrana. La teoría M puede aún ser considerada como una propuesta en desarrollo pendiente de verificación empírica.

6. El Big Bang como cambio de fase

El instante en que nuestro universo comienza a desplegarse según lo observamos, es considerado e investigado por un equipo de físicos de la Universidad de Melbourne en Australia a cargo del Profesor James Quach, no como un momento de creación sino como uno en el que ocurre un cambio de fase, de manera análoga a lo que sucede en un fluido líquido cuando las condiciones permiten que pase de fase líquida a fase gaseosa dándose su cristalización. Esta premisa se fundamenta en que nuestro universo habría estado en estado análogo al de un fluido en fase líquida antes del Big Bang, y que al

ocurrir éste habría comenzado un proceso de enfriamiento que derivaría en la citada cristalización. El equipo del Profesor Quach se encuentra actualmente dedicado al diseño de experimentos a realizar para someter su hipótesis al proceso de verificación. El objetivo de éstos es detectar algún tipo de manifestación, en el espacio – tiempo, análoga a lo que son las fisuras propias de los cristales que resultan del cambio de líquido a sólido. La analogía se pretende establecer mediante el análisis de irregularidades en trayectorias esperadas de la luz y de otras expresiones cuánticas a través del espacio – tiempo. Ilya Prigogine puede ser considerado como otro precursor en relación con la propuesta sobre considerar al Big Bang como un evento de cambio de fase más que de nacimiento de nuestro universo, dado que en varias de sus publicaciones plantea la posibilidad de que el tránsito del universo previo al que percibimos haya ocurrido de manera continua.

BIBLIOGRAFÍA

ABBAGNANO, N. (1987). *Diccionario de filosofía.* Fondo de Cultura Económica. México. D.F., México.

ALEMAN, R. (2005). *Física para todos.* Equipo Sirius. Madrid, España.

ALPHER, B. and GAMOW, G. (1948). *The origin of chemicals elements.* Physic Review. Princeton, New Jersey, EEUU.

AUDI, R. (2004). *Diccionario AKAL de filosofía.* Ediciones AKAL, S.A. Madrid, España.

BARBOUR, J. B. (2001). *The end of time.* Oxford University Press. Oxford, Inglaterra.

BARON, M. (1966). *The origins of the infinitesimal calculus*. Pergamon Press. Oxford, United Kingdom.

BARROW, J. D. and TIPLER, F. J. (1988). *The anthropic cosmological principle.* Oxford University Press. Oxford, Inglaterra.

BEUER, A. (1914). *The greek philosophers.* Clarendon Press 2da. Edición. Lóndres, Inglaterra.

BOYER, C. (1968). *A history of mathematics*. John Wiley & Sons Inc. New Jersey, USA.

BRUNO, G. (1981). *Sobre el infinito universo y los mundos.* Traducción de Angel J. Cappeletti. Editorial Aguilar. Buenos Aires, Argentina.

BRUNO, G. (1984). *De la causa, principio y uno.* Traducción de Angel J. Cappeletti. Editorial Aguilar. Buenos Aires, Argentina.

BRUNO, G. (2015). *La cena de las cenizas.* Editorial Tecnos. Madrid, España.

BUNGE, M. (1972). *Etica y ciencia.* Editorial Siglo XXI. Buenos Aires, Argentina.

CARLAVILA, J. (1988) *Historia de las matemáticas.* Ediciones de la Junta de Comunidades. Castilla La Mancha, España.

CASTRO, D.F. (1989) *Espacio y tiempo en la filosofía y la física.* Editorial de Ciencias Sociales. La Habana, Cuba.

CHANDRASEKHAR, S. (1981). *The mathematical theory of black holes.* Clarendon Press. Oxford, Inglaterra.

COPLESTON, F. (2000) *Historia de la filosofía.* Tomo 6. Ed. Ariel. Barcelona, España.

COVOTTI, A. (1934). *I presocratici.* Rondinella 2da. Edición. Nápoles, Italia.

DALLA, Ch. y TORALDO di F. G. (2001) *Confines: introducción a la filosofía de las ciencias.* Ed. Crítica / Filosofía. Barcelona, España.

DESCARTES, R. (1976) *Discurso del método.* Traducción de J. Rovira Armengol. Undécima edición. Editorial Losada, S.A. Buenos Aires, Argentina.

D`ORS, E. (1997) *El Secreto de la filosofía.* Editorial Tecnos. Madrid, España.

DUBROVSKI, V., SMORODINSKI, Ya. y SURKOV, E. (1987). *El mundo relativista.* Editorial MIR. Moscú, Rusia.

EDDINGTON, A. S. (1945). *La naturaleza del mundo físico.* Editorial Suramericana S.A. Buenos Aires, Argentina.

EINSTEIN, A. e INFELD, L. (1961). *La física, aventura del pensamiento.* Editorial Losada. Buenos Aires, Argentina.

EISBERG, R y RESNICK, R. (2011). *Física cuántica.* Editorial Limusa, S.A. México D.F., México.

FAUVEL, J. and GRAY, J. (1987). *The history of mathematics.* Macmillan. Lóndres, Inglaterra.

FERRATER, M., J. (2001). *Diccionario de filosofía.* Editorial Ariel. Barcelona, España.

FEYERABEND, P. (2002). *Contra el método.* Ediciones Folio. Barcelona, España.

FRAILE y URDANOZ. (1985). *Historia de la filosofía.* Editorial BAC. Madrid, España.

GARBER, D. (2002) *El puente roto. Temas y problemas de la filosofía de Descartes.* Monte Ávila Editores Latinoamericana. Caracas, Venezuela.

GRACIA, J. (1998). *La filosofía y su historia.* Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., México.

GURZADYAN, V. G. and KHOCARYAN, A. A. (1994). *Paradigms of the large scale universe.* Gordon and Breach. Lausana, Suiza.

GUTH, A. (1999). *El universo inflacionario.* Editorial Debate, S.A. Barcelona, España.

HALL, R. (1980). *Philosophers at war*. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.

HAWKING. S. y MLODINOW. L. (2010). *El gran diseño*. Crítica S.L. Editorial Planeta. Barcelona, España.

HAWKING, S. (2003). *El Universo en una cáscara de nuez.* Editorial Planeta. Barcelona, España.

HAWKING, S. (1993). *Historia del tiempo.* Editorial Grijalbo, S.A. Caracas, Venezuela.

HEISENBERG, W. (1985). *La imagen de la naturaleza en la física actual.* Ed. Orbis. Barcelona, España.

HEISENBERG, W. (2004). *La parte y el todo: conversando en torno a la física atómica.* Ellago Ediciones. Castellón, España.

HERACLITO, PARMENIDES y EMPEDOCLES. (1999). *Textos presocráticos.* Edicomunicación, S.A. Barcelona, España.

HÖFFE, O. *Breve historia ilustrada de la filosofía.* (2003). Ediciones Península, S.A. Barcelona, España.

HOROWITZ, G. T. and MALDACENA, J. (2003). *The black hole final state.* Physic Review. Princeton, New Jersey, EEUU.

HOROWITZ, G. T. and PERRY, M. J. (1982). *Gravitational energy cannot become negative.* Physic Review. Princeton, New Jersey, EEUU.

HOYLE, F. (1948). *A new model for the expanding universe.* Physic Review. Princeton, New Jersey, EEUU.

HOYLE, F. and FOWLER, W. A. (1956). *Origin of the elements in stars".* Physic Review. Princeton, New Jersey, EEUU.

KLINKE. (1947). *Historia de la filosofía.* Editorial Labor. Barcelona, España.

KOLB, E. W. and TURNER, M. S. (1994). *The early universe.* Perseus Publishing. New York, EEUU.

KOYRE, A. (1979). *Del mundo cerrado al universo infinito*. Siglo XXI. Madrid, España.

KOYRE, A. (1980). *Pensar la ciencia*. Ediciones Paidós. Barcelona, España.

KUNZMANN, P., BURKARD, F., y WIEDMANN, F. (1997). *Atlas de filosofía.* Alianza Editorial, S.A. Madrid, España.

LEIBNIZ, G. (2007). *Obras filosóficas y científicas.* Comares, Coordinador: Juan Antonio Nicolás. Granada, España.

LIDDLE, A. R. (1999). *An introduction to modern cosmology.* John Wiley & Sons. New York, EEUU.

MAHAN, B. (1978). *Termodinámica química elemental.* Editorial Reverté, S.A. Barcelona, España.

MASIEVICH, A. (1965). *Estructura del sol.* Ediciones en lenguas extranjeras. Moscú, Rusia.

McKEON, R. (1941). *The works of Aristotle.* Random House. New York, EEUU.

McEVOY, P. y ZARATE, O. (2007). *Teoría cuántica para principiantes.* Era Naciente S.R.L. Buenos Aires, Argentina.

MILLER, R y HARTMANN, W. (1981). *Viaje extraordinario (El Sistema Solar).* Editorial Planeta, S.A. Barcelona, España.

MONDOLFO, R. (1935). *L'infinito nel pensiero del greci.* 3ra. Edición. Florencia, Italia.

MORENO, M. *La morada cósmica del hombre.* (1997). Fondo de Cultura Económica. México D.F., México.

MORENTE, Z. (1947). *Fundamentos de filosofía.* Espasa-Calpe. Madrid, España.

MOSTEPANENKO, A.M. y M.V. (1968). *Tetradimensionalidad del espacio y el tiempo.* Ediciones Pueblos Unidos. Montevideo, Uruguay.

NAGEL, E. (1961). *The structure of science: problems in the logic of scientific explanation.* Brace and World. New York, EEUU.

NEWTON, I. (1994). *Principia: principios matemáticos de la filosofía natural.* Eloy Rada Alianza. Madrid, España.

O'CONNOR, J. (1996). *The rise of calculus.* University of Saint Andrews. North Haugh, Scotland.

OPARIN, A. (1975). *El origen de la vida.* Editores Mexicanos Unidos S.A. México D.F., México.

PAPP, D. y ESTRELLA, J. (1996). *Breve historia de las ciencias.* Editorial Claridad, S.A. Buenos Aires, Argentina.

PENROSE, R. y HAWKING, S. (1995). *Cuestiones cuánticas y cosmológicas.* Editorial Debate, S.A. México D.F., México.

PENROSE, R. y HAWKING, S. (1996). *La naturaleza del espacio y el tiempo.* Editorial Debate, S.A. México D.F., México.

PENROSE, R. (2007). *El camino a la realidad.* Editorial Debate, S.A. México, D.F., México.

PENROSE, R. (1968). *Structure of space time.* Benjamin (Lectures in mathematics and physics. New York, EEUU.

PENROSE, R. (1999). *Lo grande, lo pequeño y la mente humana.* Cambridge University Press. Madrid, España.

PERRIS, A. (2005). *Isaac Newton. Grandes biografías.* Edimat Libros. Madrid, España.

POPPER, K. (1985). *La lógica de la investigación científica.* Tecnos. Madrid, España.

POPPER, K. (1985*). Conjeturas y refutaciones: el crecimiento del saber científico*. Editorial Payot. París, Francia.

POPPER, K. (2008). *Sociedad abierta, universo abierto*. Tecnos, Madrid, España.

POPPER, K. (2011). *El universo abierto: un argumento a favor del indeterminismo*. Tecnos. Madrid, España.

PRIGOGINE, I. (1997). *Las leyes del caos.* Crítica. Barcelona, España.

QUACH, J. (2012). *Domain structures in quantum graphity*. Physical Review D86-044001. Melbourne, Australia.

RÍDNIK, V.I. (1997). *¿Qué es la mecánica cuántica?* Editorial MIR. Moscú, Rusia.

ROMAN, C. (1969). *Secretos del cosmos.* Salvat Editores. Navarra, España.

ROMERO, A. (1997), *Disolución social y pronóstico político.* Editorial Panapo. Caracas, Venezuela.

RUSSELL, B. (1983). *Los principios de la matemática.* Espasa Calpe. Madrid, España.

RUSSELL, B. (1976). *Análisis de la materia.* Espasa Calpe. Madrid, España.

SAGAN, C. (1983). *Cosmos.* Editorial Planeta. Barcelona, España.

SAGAN, C. (1996). *Un punto azul pálido.* Editorial Planeta. Barcelona, España.

SAMETBAND, M. (1994). *Entre el orden y el caos: la complejidad.* Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires, Argentina.

SANCHEZ, M y SOLER, V. (2002). *Construyendo la relatividad.* Equipo Sirius, S.A. Madrid, España.

SCIACCIA, F. (1962). *Historia de la filosofía.* Editorial Luis Miracle S.A. Barcelona, España.

TEGGART, F. J. (1949) *The idea of progress.* University Press. University of Berkley, California, EEUU.

TIPLER, F. J. (1997). *La física de la inmortalidad.* Alianza. Madrid, España.

TORRES, S. (2011). *El big bang: aproximación al universo y a la sociedad.* Editorial Siglo del Hombre. Bogotá, Colombia.

TOLMAN, R. C. (1934). *Relativity, thermodinamics and cosmology.* Clarendon Press. Oxford, Inglaterra.

VARIOS. (1986). *Los filósofos presocráticos.* Traducción de Eggers C. y Juliá V. Biblioteca Clásica Gredos. Madrid, España.

WEINBERG, S. (1994). *El sueño de una teoría final: la búsqueda de las leyes fundamentales de la naturaleza.* Crítica. Barcelona, España.

WILDER, R. L. (1965). *Introduction to the foundations of mathematics.* John Wiley & Sons. New York, EEUU.

WOLCHOVER, N. (2014). *Big Bang secrets swirling in a fluid universe*. Quanta Magazine. Scientific American. California, EEUU.