

EL HOMBRE Y EL UNIVERSO : MITO Y REALIDAD.

Lic. Hernán Van der Laat Ulloa.*

El mundo en que nos movemos es muy dinámico y al compararlo con épocas anteriores, nos impresionamos por la rapidez con que suceden los acontecimientos. El avance tecnológico facilita, entre otros, los procesos de producción, de información y de la investigación científica. El uso de los telescopios permite enterarnos de importantes descubrimientos en el espacio exterior. Algunos fenómenos ocurren a nueve mil millones de años luz, o quizás, aún más lejos¹.

Por medio de un libro de reciente publicación nos informamos del estado actual de la tecnología electrónica y de sus perspectivas hacia el futuro próximo. Escuchamos por los medios de comunicación modernos, que investigaciones recientes en el campo de la física teórica y experimental, conducen a la búsqueda de principios que tratan de explicar, desde una visión más unitaria, las leyes que gobiernan la naturaleza. Pero, ¿ hasta qué punto comprende el hombre contemporáneo los principios y teorías físicas fundamentales, base de la tecnología moderna que caracteriza a nuestra sociedad actual y le permiten entender el cosmos de manera científica, dejando de lado una visión mítica ²y supersticiosa del Universo?

^{1*} Costarricense, licenciado en Ciencias Físicas y Catedrático de la Universidad de Costa Rica. Profesor en esta institución desde 1972. En la actualidad trabaja en la Escuela de Estudios Generales y en la Sede de Occidente de este Centro de Educación Superior.

El quasar PKS 02-37-23, se encuentra a esta distancia de la Tierra.(Cf. Asimov : 1991, 408).

² Definir la palabra mito no es fácil. Según Harry Levin, los mitos son “Contestaciones simbólicas a preguntas surgidas de la curiosidad humana sobre causas...” (Peñuelas : 1965, 14).

El mundo moderno está profundamente condicionado por el vertiginoso desarrollo que ha tenido la ciencia y la tecnología en este siglo. Este avance facilita una mejor comprensión de la sociedad y del universo en que vivimos. En este sentido, han contribuido, tanto la Teoría de la Relatividad, con una nueva concepción espacio-temporal, como la Mecánica Cuántica, con un enfoque diferente de los procesos microfísicos. Por otro lado, el avance de la microelectrónica, basada en la Física del Estado Sólido, brinda un apoyo decisivo a la investigación que permite este desarrollo.

Estos logros científicos y tecnológicos ejercen un enorme impacto en la sociedad y permiten una mayor comunicación e interacción entre sus partes. Situación que estimula a su vez el desarrollo tecno-científico.

La relación ciencia y sociedad plantea las siguientes interrogantes : ¿ cuál es la influencia de los procesos históricos en el desarrollo de las teorías físicas y más específicamente, en las concepciones que tengamos del cosmos en general ? . ¿ Hasta que punto el avance de la ciencia y la técnica condicionan la evolución de la sociedad ?

Esta influencia recíproca se refleja en el reciente avance científico y tecnológico, que ha traído enormes repercusiones sociales a todo nivel y cuyo fundamento se encuentra en la ciencia moderna. A manera de ejemplo, cabe destacar el avance en las telecomunicaciones y sus consecuencias en la sociedad. Por otro lado, como veremos más adelante, el hombre a lo largo de su evolución social, ha modificado las concepciones espacio - temporales, generando diferentes modelos del Universo.

El ser humano tiene la necesidad de entender los fenómenos del medio, tanto social como natural, razón por la cual desarrolla el conocimiento, para comprender y explicar de manera cada vez más exacta y racional la realidad que percibe. Así, de una visión mítica y religiosa de los fenómenos

naturales, pasa gradualmente a una concepción cada vez más fundamentada en el conocimiento científico y racional. Ejemplo de lo anterior son : el trueno, el brillo del Sol, la estela incandescente que deja en el cielo nocturno una estrella fugaz, fenómenos tan impresionantes como la aparición de un cometa y catástrofes tan impactantes como el Diluvio Universal.

La Historia y otras ciencias, destacan los hechos humanos más relevantes. Pero gran cantidad de fenómenos naturales que han ocurrido y que acaecen en el Universo, son entendibles básicamente por la Física.

Las interacciones mutuas de la materia inanimada en el espacio y el tiempo, son objeto de estudio de la física³. Así por ejemplo, el cometa de 7 kilómetros de diámetro que chocó contra la Tierra hace 26 millones de años y que acabó con los dinosaurios y la mayoría de las especies o el pequeño cometa⁴ de unos 100 metros de diámetro y con una velocidad aproximada de 70 Kilómetros por segundo, que cayó en Siberia el 30 de junio de 1908 a las 6: 45 a.m. y que produjo una devastación en la zona similar a la de una explosión nuclear, equivalente a 20 megatones⁵, son fenómenos naturales

³ En términos generales, la física estudia fenómenos que suceden en el espacio y el tiempo, relacionados con la energía y la materia inanimada preferentemente.

⁴ Los cometas “probablemente están compuestos de los elementos más ligeros, congelados como sustancias heladas, agua, amoníaco, ácido sulfídrico, cianuro de hidrógeno, metano, etc. Incrustado en estos hielos encontraríamos cantidades variables de material rocoso en forma de polvo o gravilla. En algunos casos la roca puede formar un núcleo sólido.”(Asimov : 1993, 156).

⁵ Las actuales bombas termonucleares tienen una potencia que supera esta cantidad. Por ejemplo, en 1961 los soviéticos hicieron explotar en el Artico una bomba de 58 megatones. El poder devastador de este artefacto es unas tres veces superior al del meteorito en mención.

que caen dentro del marco de estudio de la física. Los físicos explicarían estos hechos, señalando que los cometas y meteoritos se vuelven incandescentes al entrar a la atmósfera terrestre, como resultado de la fricción de estos con las partículas atmosféricas. En el caso del pequeño cometa que cayó en Siberia, “el material helado que lo componía se evaporó al penetrar en la atmósfera con tanta rapidez que provocó un estallido”.(Asimov: 1993,158). Esta rápida evaporación produce un aumento elevadísimo de la presión y, por lo tanto, una explosión en el aire, a unos 8 Km por encima del suelo, que no deja cráter en el lugar del impacto, aunque si una gran devastación. Si esto hubiera acontecido sobre una gran ciudad, como por ejemplo París, ésta prácticamente habría desaparecido.

Si un cuerpo celeste de grandes dimensiones, por ejemplo de unos 10 kilómetros de diámetro, se aproximara a nuestro planeta, las fuerzas de la gravedad de la Tierra probablemente lo desintegrarían en pedazos y luego cada uno de estos trozos se volvería incandescentes en su paso por la atmósfera. Un caso reciente, ocurrido en nuestro Sistema Solar, fue la colisión del cometa Shoemaker-Levy contra Jupiter. Este cuerpo celeste se fragmentó en 1992 al aproximarse a este planeta y fue hasta junio de 1994 que los fragmentos ingresaron en su atmósfera y cayeron sobre la superficie. Uno de estos fragmentos, el denominado fragmento G, de 4 kilómetros de diámetro chocó el miércoles 20 de junio de 1994 hacia la 1:30 p.m. El efecto del impacto produjo una liberación de energía similar al de muchas bombas nucleares.

Los acontecimientos anteriormente descritos son objeto de análisis de la ciencia natural, particularmente de la física y algunas veces son abordados también, desde las perspectivas religiosa, astrológica, mitológica, entre otras, que son fuente de estudio de otras disciplinas.

Otro claro ejemplo de como un mismo fenómeno puede ser interpretado desde diferentes

puntos de vista es el Diluvio Universal. Nosotros, pertenecientes a la cultura occidental y apegados a la tradición judeo-cristiana, sabemos por el Antiguo Testamento que Dios castigó al hombre por corrupción y desobediencia y, por esta razón, le envió lluvias torrenciales por “cuarenta días y cuarenta noches” .

Sin embargo, algunos científicos plantean la posibilidad de que hace muchos miles de años, cuando el hombre ya habitaba la Tierra, un meteorito de grandes proporciones interactuó con nuestro planeta. Las fuerzas de la gravedad lo desintegraron en pedazos, cayendo todos estos sobre diferentes océanos. Como consecuencia del impacto se levantaron grandes masas de agua. Además, se dio un sobrecalentamiento del mar, producido por el roce en el momento del choque y también por el calor transmitido a este por los diferentes pedazos del meteorito, que se habían calentado por fricción, debido a su paso a través de la atmósfera terrestre. Esto permitió una mayor evaporación de agua que generó posteriormente las lluvias torrenciales por todo el planeta ⁶.

¿Qué habría ocurrido si uno de estos pedazos hubiera caído sobre tierra firme? En una vasta zona la destrucción y el fuego se habrían extendido de manera semejante al impacto que sucedió sobre la Siberia y el Antiguo Testamento muy probablemente afirmaríamos que el castigo que Dios mandó al hombre, por desobediencia y corrupción, fue el de arrojar grandes cantidades de fuego sobre nuestro planeta. La destrucción de Sodoma y Gomorra podría responder a un fenómeno natural como el descrito anteriormente, o tal vez, producto de una gran erupción volcánica.

⁶ Sería muy interesante para un científico social, analizar si los textos antiguos y la tradición oral de culturas como la Maya, la Japonesa y otras, hacen referencia también a un gran diluvio, como el que anota el Antiguo Testamento.

En Génesis 19,23-25 se señala que: “Cuando ya había amanecido y Lot había llegado a Zoar, el Señor hizo llover fuego y azufre sobre Sodoma y Gomorra ; las destruyó junto con todos los que vivían en ellas, y acabó con todo lo que crecía en aquel valle.”(La Biblia : 1983, 24). Ambos fenómenos explicarían el fuego sobre estas dos ciudades. Sin embargo, la erupción volcánica daría cuenta del azufre y quizás del hecho de que la mujer de Lot se convirtiera en “estatua de sal”⁷. Recordemos que la ciudad de Pompeya fue sepultada por las cenizas y la lava, a consecuencia de una gran erupción del volcán Vesubio en el año 79 d.c. Algunos de los habitantes fueron bañados por la lava caliente en forma líquida. Al solidificarse ésta se formaron, en algunos casos, estatuas con la forma de las personas que habían sido recubiertas con este material. Dichas estatuas de lava han sido encontradas entre los restos de esta ciudad.

Por otro lado, los meteoritos consisten principalmente de materiales con silicatos o hierro. Sabemos que el vidrio proviene de la fusión de una arena silíceo con potasa o sosa. Entonces, cabría la posibilidad que un meteorito incandescente formara a altas temperaturas materiales silíceos⁸, que al ponerse en contacto con sustancias de la tierra que contienen potasa o sosa diera como resultado vidrio. Si este compuesto, de silíceos con potasa, cae sobre una persona antes de enfriarse, formaría una vitrificación de ésta. Es decir una estatua de vidrio.

El paso de los cometas ha sido fuente de muchas interpretaciones en el pasado. En la Edad Antigua, en el año 60 d.c., el Emperador Romano Nerón pensó que la presencia de un cometa que se acercaba a la

⁷ En realidad se trata de una estatua, que no necesariamente es de sal.

⁸ Los silicatos y las arenas silíceas tienen en común al silicio como elemento químico. El silicio se funde a 1414 °C.

Tierra representaba un mal augurio para su persona y para defenderse de este mal presagio mandó a matar a sus enemigos.

En 1910 pasó de nuevo el Cometa Halley. A pesar de que ya en esta época se tenía una visión científica sobre este tipo de fenómenos, la población se angustió creyendo que se acercaba el día fatal en que la Tierra colisionaría con la cauda del cometa.

El Dr. Molina en su libro, El paso del Cometa, se refiere a descripciones hechas por personas que vivieron este suceso y que aparecen publicadas en diversos documentos. Estos señalan que se cerraron escuelas, muchas personas rezaron el Avemaría y entonaron el Alabado sea el Santísimo, encendieron candelas a los santos y muchos hicieron penitencias; el miedo era colectivo. (Cf. Molina : 1994, 179).

En cambio, el paso reciente de este mismo cometa en el año de 1986, fue aceptado desde una perspectiva más científica y a pesar de que su presencia fue utilizada por los astrólogos para emitir sus opiniones, la población en general lo observó con más tranquilidad, debido a que la cultura científica está ahora más arraigada que hace ochenta o noventa años.

Estos ejemplos demuestran que la interacción recíproca de la materia inanimada produce fenómenos que son objeto de estudio de la física y de la ciencia en general, aunque a lo largo de la historia de la humanidad, algunos de estos hechos se han explicado desde una óptica mítica o religiosa y no científica.

Los fenómenos naturales que acontecen a escala universal, como los sociales, generados por el hombre que habita sobre nuestro planeta, están caracterizados por dos variables fundamentales, a saber: el espacio y el tiempo. El meteorito que atravesó la atmósfera terrestre y produjo una enorme

devastación en Siberia, la detonación de las bombas nucleares que recientemente ha realizado Francia en el Pacífico Sur, o los conflictos del Medio Oriente, son hechos que han ocurrido en un espacio y tiempo determinados.

Estas dos categorías son fundamentales para comprender la evolución del conocimiento en todas las ramas del saber y han cambiado a lo largo de la historia. Cada vez que se da una reconceptualización de estas, las leyes que explican los fenómenos naturales se modifican y a partir de ese momento la interpretación que se hace del microcosmos, del mundo y del macrocosmos, es diferente, lo que nos conduce a tener una visión más acertada de la “realidad” observada.

La formulación de nuevas categorías y/o la reconceptualización de las existentes, generan cambios paradigmáticos y dan como resultado grandes revoluciones en la Física, que conducen a la sustitución de la teoría vigente por otra. Este es el caso de la categoría “masa”, introducida por Newton en la Física, o la nueva concepción espacio-temporal de Einstein.

Al estudiar la “realidad”, ocurre usualmente que nuevos fenómenos observados, no pueden ser analizados satisfactoriamente con la teoría o paradigma existente, es decir, el aceptado por la comunidad científica en esos momentos. Entonces aparecen las anomalías, que dependiendo de su gravedad o importancia, pueden poner en crisis al modelo. La respuesta a la crisis es la investigación, cuyo objetivo fundamental es la búsqueda de una nueva teoría, que explique al menos, además de las anomalías, todos los fenómenos que explicaba la anterior. Logrado este objetivo se produce un cambio de paradigma y se dice entonces que se ha dado una revolución científica.

En términos generales la nueva teoría va más allá, prediciendo la existencia de fenómenos

naturales que hasta la fecha no habían sido observados o detectados. Este es el caso de la Teoría General de la Relatividad de Alberto Einstein, la cual señaló la desviación de los rayos de luz por campos gravitatorios ; fenómeno comprobado posteriormente.

En síntesis, la génesis de un nuevo modelo permite que las leyes físicas cambien y se puedan adaptar más satisfactoriamente, para analizar los fenómenos naturales en diferentes épocas. Es decir, la manera como interpretamos la naturaleza varía en el tiempo, hecho que nos facilita tener una visión no absoluta, sino más bien relativa de la “ realidad ”.

Los avances de la técnica favorecen muchas veces los cambios de teorías, al permitir una observación cada vez más acuciosa de la naturaleza. De esta manera se descubren fenómenos, no observados anteriormente, que algunas veces no pueden explicarse con las teorías vigentes. Con la utilización del telescopio, por ejemplo, Galileo Galilei observó al planeta Venus y descubrió que presentaba fases como la Luna. Dicha manifestación no es factible de ser interpretada con el modelo cosmológico de Ptolomeo. También al apuntar el telescopio hacia Júpiter, detectó que cuatro cuerpos celestes (lunas), se movían junto al planeta girando a su alrededor. Este hecho contradecía la Física Aristotélica, porque cuestionaba el principio de que todo circulaba alrededor de la Tierra.

Asimismo, Galileo reafirmaba la tesis copernicana de que la Luna, rotando alrededor de nuestro planeta, nos acompaña en su traslación anual alrededor del Sol, sin quedarse rezagada en el espacio.

Algunas de las observaciones de este científico, se convirtieron en anomalías graves que agudizaron aún más la crisis en que se encontraba la Teoría Aristotélica - Ptolemaica y promovieron el cambio hacia un nuevo paradigma.

Aristóteles, Newton y más recientemente Einstein, utilizaron las diferentes categorías de la materia para interpretar el Universo en que estamos inmersos. Sin embargo, estas categorías son concebidas de manera distinta por cada uno de ellos y, por esta razón, la visión de la “ realidad ”, que se deriva de sus ideas físicas, es diferente en cada caso.

El hombre contemporáneo para entender las leyes y principios básicos que gobiernan el cosmos, desde lo más pequeño hasta lo más grande, tal y como lo concebimos hoy día, debe remontarse al pasado, para confrontar así las ideas actuales con las de Aristóteles, Copérnico, Newton, etc. Así podrá comprender que las diferentes teorías que interpretan los fenómenos naturales y en particular el Universo como un todo, responden a las diversas concepciones que se tenga sobre el espacio y el tiempo y en general sobre las categorías fundamentales de la materia. Por lo tanto, la evolución de estas, forjan las transformaciones que se dan en la Física.

En una época determinada pueden aparecer varios modelos, basados en la misma concepción espacio - temporal, para analizar los fenómenos naturales y la comunidad científica aceptará el que se considera que interpreta mejor la “ realidad ”.

En el campo de la cosmología ⁹y desde el punto de vista de la concepción espacio temporal de la Teoría General de la Relatividad, existen diversos modelos para explicar el Universo. La cosmología es una ciencia esencialmente matemática, fundamentada en principios físicos generales.¹⁰ Einstein,

⁹ La cosmología es la ciencia que estudia el Universo. Algunos autores señalan que la cosmología comprende “el estudio del universo en su conjunto, sus inicios, su evolución y su destino final .” (White : 1992, 33).

Sin embargo, quizás lo más apropiado es definir esta ciencia como la que estudia la naturaleza del Universo en su conjunto, su origen, su evolución, su estado actual y su destino final.

¹⁰ Un caso particular es la cosmología de Newton, que está

por ejemplo, planteó una cosmología teórica a partir de su teoría de la Relatividad, que estudia los fenómenos de la gravedad, del espacio y del tiempo, de una manera más completa que la teoría de Newton.

Al principio Einstein propuso un Universo estático. Sin embargo, posteriormente y a partir de la misma concepción espacio-temporal, se desarrollaron modelos que concebían un cosmos en expansión, aspecto que fue confirmado pocos años después, al descubrirse el alejamiento de las galaxias entre sí. Durante los primeros años de la década de los setenta de este siglo, se aceptó la idea de que el Universo había comenzado en un punto de densidad infinita.

Al margen de si el Universo es oscilante o si tuvo un principio en el tiempo, en ambos casos el estudio del cosmos actual se remonta a un “Huevo Cósmico”, donde se encontraba concentrada toda la materia y la energía a una temperatura y presión elevadísimas. Este “Huevo Cósmico” explotó, dándose inicio al Big Bang y, en su expansión se fueron formando los elementos químicos, las estrellas, las galaxias, cúmulos de galaxias y en general, todo lo que conforma actualmente el cosmos.

En el instante más temprano del cual podemos hablar, dicha estructura era sumamente pequeña. “Un diez millonésimo de un trillonésimo de trillonésimo de trillonésimo de segundo después del big bang, todo el universo que podemos observar hoy era la más pequeñísima fracción del tamaño de un protón.” (Smoot, Davidson:1993, 283).

¿Pero hace cuánto tiempo se dio el Big Bang o la gran explosión? El dato exacto es muy

basada en sus tres leyes y la Ley de la Gravitación Universal. El análisis de fenómenos que acaecen en el Universo se lleva a cabo, muchas veces, con bastante aproximación, con la aplicación y el desarrollo matemático de estas leyes. Por ejemplo, la rotación de la Luna alrededor de la Tierra y su efecto sobre los mares y océanos produciendo las mareas.

variable y el lapso en cuestión puede aumentar considerablemente en pocos años. El profesor de astronomía Paul Hodge señalaba en 1971, al referirse a la edad del Universo que: “Exagerando las cosas, podemos llegar a unos 10 mil millones de años, pero es difícil alcanzar los 15 mil.” (Hodge: 1971, 85). Sin embargo, el físico Weinberg apuntaba varios años después, en 1977, “que la expansión debe haber comenzado hace de 10.000 a 20.000 millones de años.” (Weinberg: 1991, 46). Esta notable diferencia se debe a nuevas estimaciones, producto del gran interés que tiene la comunidad científica en estos temas, lo que permite un acelerado desarrollo de la cosmología moderna.

La evolución del universo actual implica expansión y un enfriamiento global. Este proceso permite, inicialmente, la formación de los elementos más livianos a partir de partículas elementales. Los protones y neutrones integran núcleos de hidrógeno y helio; material primario de las estrellas. Posteriormente se forman en estas, el resto de los elementos químicos existentes en la naturaleza.

Los elementos se produjeron así en una especie de reactor nuclear cósmico operando a una temperatura muy elevada y según se cree, la producción que generó los núcleos de los más livianos fue muy rápida. “En las propias palabras de Gamow, el hidrógeno y el helio suministrado al Universo fue creado muy rápido, en menos tiempo del que toma cocinar un pato con papas rostizadas.”¹¹ (Serway: 1993, 1455). En realidad, el tiempo estimado para este proceso es muy poco, ya que “el material que quedó después de los tres primeros minutos, del cual se formaron originalmente las estrellas, estaba formado por un 22 a 28 por ciento de helio, y todo lo demás era hidrógeno.” (Weinberg: 1991, 100).

En relación con el comentario anterior, se trata más bien de los núcleos desnudos de estos átomos. Además de estos, había un electrón por cada uno de los protones que conformaban núcleos

¹¹ La letra cursiva es del autor, con el fin de resaltar el comentario de Gamow, citado textualmente por Serway.

primitivos. Es decir, uno por cada núcleo de hidrógeno y dos por cada núcleo de helio. Entre los restos de esta gran explosión del “Huevo Cósmico”, quedaron también núcleos de litio en pequeñísimas proporciones y una inmensa cantidad de fotones y neutrinos. Las reacciones nucleares que permiten formar elementos más pesados se suspenden, a causa de la rápida caída de la temperatura. Por esta razón, los elementos más pesados que el litio hasta llegar al hierro se formaron por nucleosíntesis muchos miles de años después, en el corazón o carozo de las estrellas de la primera generación. El resto de los elementos, más pesados que el hierro, hasta llegar al uranio, se formó a partir de los núcleos y partículas existentes, gracias al descomunal desprendimiento de energía que aparece en las explosiones de las supernovas.

De acuerdo con la Teoría General de la Relatividad de Einstein, el estado inicial del universo es un punto de densidad infinita; una singularidad cosmológica, “una condición de temperatura y densidad infinitas en donde las leyes conocidas de la física deben ciertamente derrumbarse.” (Guth, Steinhardt:1994,52). En esta singularidad fallarían, además de todas las leyes físicas, también la Relatividad General y, esta situación implicaría que el “espacio-tiempo tendría una frontera, un comienzo en el Big-Bang.” (Hawking:1988,164).

Otro problema de este modelo, de acuerdo con la Teoría de la Relatividad de Einstein, es que predecía que acabaría en otra singularidad de densidad infinita como el Big Crunch, en donde también no funcionarían las leyes de la física. En esta propuesta había un principio y un final para el tiempo y para ambos instantes existía una singularidad, o sea, un punto de densidad infinita.

La información obtenida por medio de los satélites, sondas espaciales, telescopios ópticos, radiotelescopios, etc, al escudriñar el Universo, sirve para confirmar o poner en crisis el modelo

vigente. Si aparecen fenómenos que la teoría no puede explicar, los científicos hacen nuevas propuestas. Cuando los pulsar fueron descubiertos en 1967, fue necesario profundizar en los efectos de la Teoría General de la Relatividad en la formación de objetos muy masivos, para poder explicar su comportamiento. Además de lo anterior, los físicos notaron que otra consecuencia de esta teoría, es la posibilidad de que se produzcan cuerpos super masivos con campos gravitatorios tan fuertes, que tanto la materia como la radiación no pueden escapar de su superficie. Estas masas de enorme densidad fueron denominados huecos negros.

Lamentablemente, el comportamiento de estos últimos conduce a la violación del II Principio de la Termodinámica, que plantea la imposibilidad de alcanzar el cero absoluto de temperatura. A la luz de la Teoría General de la Relatividad, el “ hueco negro se comporta como un cuerpo con temperatura igual al cero absoluto...”. (Smorodinsky : 1983, 142). Para enfrentar esta grave anomalía, que puso en crisis al modelo vigente, los científicos formularon un nuevo punto de vista en la cosmología, al tomar en cuenta la Mecánica Cuántica en dichos procesos. Se obvió así el fatal destino de un Universo Einsteiniano colapsando en un agujero negro de densidad infinita, es decir en una singularidad, que además violaba una de las leyes más importantes de la Física.

Las cosas han variado, no porque haya aparecido otro modelo basado en la misma concepción espacio - temporal, sino porque se toma en consideración además otra diferente. Si además de tomar en cuenta el carácter continuo que le da la Teoría de la Relatividad al espacio - tiempo, consideramos también la Mecánica Cuántica, para estudiar los efectos discontinuos que caracterizan los fenómenos microscópicos, la visión que tendríamos de este universo sería distinta. Durante las etapas muy tempranas o muy tardías del Universo los campos gravitatorios son muy fuertes y, por lo tanto, los

efectos cuánticos no pueden ser ignorados. (Cf. Hawking : 1988, 155).

El autor anteriormente citado, manifiesta que después de haber demostrado en 1970 que debe haber habido “ una singularidad como la del Big Bang, con la única condición de que la relatividad general sea correcta y que el universo contenga tanta materia como observamos.” (Hawking : 1988, 78), considera actualmente que esto pudo no haber sido así y que la singularidad “ puede desaparecer una vez que los efectos cuánticos se tienen en cuenta. ” (Hawking : 1988, 78). Además anota, al referirse al problema de las condiciones iniciales del universo, que: “Me gustaría subrayar que esta idea de que tiempo y espacio deben ser finitos y sin frontera es exactamente una propuesta: no puede ser deducida de ningún otro principio.”(Hawking:1988,182).

Hawking, al señalar en 1974 que la singularidad puede desaparecer al tomar en cuenta los efectos cuánticos, abre espacio a la formulación de una nueva cosmología con implicaciones teológicas, nada satisfactorias para los creyentes. A partir de este momento, es que un modelo contemporáneo para el análisis del Universo, considera que podría no haber habido un principio, es decir, un momento para la creación. No habría espacio para un Creador, ni tampoco para un Dios que fuera la primera causa motora explicativa del movimiento y los cambios en el Universo a lo largo del tiempo. Así lo señala el mismo en su libro Historia del Tiempo : “ En tanto en cuanto el universo tuviera un principio, podríamos suponer que tuvo un creador. Pero si el universo es realmente autocontenido, si no tiene ninguna frontera o borde, no tendría ni principio ni final : simplemente sería. ¿ Qué lugar queda, entonces, para un creador? ” (Hawking : 1988, 187). ¹²

¹² Me parece que esta propuesta tendría también implicaciones con la II ley de la Termodinámica, porque la entropía del universo no puede seguir incrementándose para siempre y esto es lo que ocurriría en un universo sin final.

En la antigüedad, Aristóteles y la mayor parte de los griegos, pensaban también que el mundo era eterno, porque consideraban que de la nada, del vacío no puede obtenerse algo. (Cf : Guthrie : 1970, 132). La idea de la creación “ sonaba demasiado a intervención divina. Ellos creían, por consiguiente, que la raza humana y el mundo que la rodea había existido y existirían, por siempre.”(Hawking : 1988, 25). Sin embargo, el cosmos aristotélico requiere de un motor externo, de una primera causa que justifique todos los movimientos y cambios de este mundo y del Universo en general. El Dios de Aristóteles es este Primum Mobile.

De ser cierta la propuesta cosmológica de Hawking, estaríamos volviendo a la idea de un Universo eterno, como lo planteaban algunos griegos, al contrario del modelo que se deriva de la Teoría de la Relatividad General de Einstein, que predice que el cosmos tuvo un origen y que tendrá un final y, por lo tanto, deja espacio para un Dios creador.

ESPACIO Y TIEMPO SOCIAL Y MODELOS COSMOLOGICOS.

De acuerdo con lo señalado en las páginas anteriores, vemos que a lo largo de la historia de la civilización occidental, se han desarrollado diferentes modelos del Universo, que responden a distintas concepciones espacio - temporales. La universalización de la ciencia promovió, la aceptación de los más recientes paradigmas cosmológicos por la mayoría de la comunidad científica del mundo.

Ahora bien, ¿ por qué varía en un determinado momento la concepción que se tiene sobre las categorías fundamentales de la materia y en especial sobre el espacio y el tiempo? ¿ Fueron entonces las teorías físicas las que generaron en su momento estas nuevas concepciones, repercutiendo esto,

La entropía es el grado de desorden de un sistema; en este caso del cosmos.

tanto en los modelos cosmológicos como en la sociedad? O más bien, ¿ fue la evolución histórica y social la que determinó en cada época nuevas concepciones de espacio y tiempo y con ello, nuevas teorías físicas y, por lo tanto, nuevos modelos cosmológicos ? Si esto último fue lo que sucedió, entonces ¿ qué fue lo ocurrió en la historia, para que los conceptos de espacio y tiempo se modificaran y dieran origen, en épocas diferentes a distintos modelos cosmológicos ? A manera de ejemplo, podemos señalar que la concepción de espacio y tiempo que prevaleció en la Edad Antigua y Media, está muy relacionada con los ciclos de las estaciones, aspecto fundamental para las cosechas. El ser humano se relaciona día a día con el mismo ambiente geográfico, fundamental para su subsistencia. Además, el territorio es siempre el mismo y la frontera del mundo conocido prácticamente no cambia en varios siglos; no existe expansión espacial. Por ello durante estos períodos prevalece la idea del tiempo cíclico, íntimamente relacionado con los ciclos naturales y la concepción finita del espacio.

Esta percepción que tenían los hombres sobre estas dos categorías se remonta, muy probablemente a los orígenes de la civilización, más o menos 8.000 a.c., cuando el hombre empezó a desarrollar la agricultura y al ganadería de manera sistemática. Los animales presentan ciclos de vida que se repiten una y otra vez y las cosechas, como se acaba de indicar, dependen de las estaciones, las cuales también se repiten cíclicamente. Quizás tenían conciencia de ambas categorías y tal vez no se referían a estas desde un punto de vista filosófico ¹³, pero actuaban como si el tiempo fuera cíclico y el espacio finito y con límites.

¹³ Se tiene más conciencia de estas categorías en la época de esplendor de Babilonia y Egipto, cuando aparecen los calendarios. Estos últimos son un instrumento para medir el tiempo. Más recientemente, con los griegos se aborda el estudio de estas categorías de una manera filosófica.

Es probable que dichas concepciones tengan su origen antes de la Epoca del Neolítico, sobre todo la del tiempo, por la idea de ciclicidad que da el día y la noche. Sin embargo, este aspecto tiende a acentuarse con la invención de la agricultura, actividad que depende intensamente de las estaciones del año.

No es casual entonces que, hacia el 350 a.c., Aristóteles adopte un modelo geocéntrico con estas características espacio - temporales. En el campo de la astronomía, el Sol, los planetas y demás cuerpos celestes giraban alrededor de la Tierra inmóvil una vez al día y repetían este ciclo sin cambio ¹⁴ indefinidamente en el tiempo. Por otro lado, el cosmos aristotélico es finito al encontrar su frontera en la Esfera del Primum Mobile ¹⁵ o del Primer Motor. Más allá de esta esfera no existía nada.

Podríamos señalar que la expansión geográfica y los avances en las técnicas de navegación influyeron en las concepciones medievales de espacio y tiempo. La idea que genera el espacio geográfico desconocido induce a la concepción de que los territorios por descubrir son inagotables. La conquista de nuevas tierras cambia las fronteras y el espacio crece constantemente. Este fenómeno social afecta la percepción finita que se tenía del espacio, dando al hombre la sensación de que las posibilidades de expansión son ilimitadas. Además, el cambio se da en una sólo dirección, hacia los

¹⁴ En este modelo todos los ciclos son idénticos. En los modelos que toman en consideración la Ley de la Entropía no sucede lo mismo, porque a pesar de lo similar que puede ser un ciclo en comparación con el anterior, transcurre posteriormente y esto implica que el caos general del Universo es mayor. El caos aumenta siempre con el tiempo y este proceso es irreversible.

¹⁵ En este modelo la esfera exterior o del Primum Mobile, es la causante del movimiento de todo el Universo Aristotélico. Las demás esferas están ligadas a esta esfera externa, derivándose sus movimientos de esta. Es como si existiera un gran engranaje entre las diferentes esferas interiores, de tal manera que el movimiento de una de ellas le imprime el movimiento a la inmediata interior.

territorios por conocer, señalando esta acción la flecha unidireccional del tiempo, porque lo conocido ya no puede desconocerse y, por lo tanto, la concepción del tiempo tiende a linealizarse, a ir en un sólo sentido.

Estos aspectos influyen en la formulación de nuevas propuestas cosmológicas, que introducen primero una visión infinita del espacio (Newton) y luego la unidireccionalidad de los procesos en la naturaleza (II Ley de la Termodinámica).

La historia nos dice que esta visión del Universo no ha sido siempre la misma, que ha variado constantemente y, muy probablemente, cambiará en el futuro. Un análisis más detallado de las concepciones de espacio y tiempo en diferentes épocas, nos podrían ayudar a establecer la relación entre lo social y los diferentes modelos cosmológicos. Parece que los cambios en las concepciones espacio - temporales que se dan en la sociedad en una determinada época, son anteriores al nuevo paradigma cosmológico, de tal manera que repercuten en la formulación de este, siendo entonces los modelos cosmológicos un reflejo de la realidad social.

A decir verdad, la “ realidad ” cosmológica no es tal , porque según hemos visto los modelos sobre el Universo cambian de acuerdo con la evolución histórica y social de los conceptos de espacio, tiempo y materia. Pareciera que los modelos Aristotélico, Newtoniano y los basados en la Relatividad de Einstein, responden a estas circunstancias, porque surgieron posteriormente a los cambios, que los fenómenos naturales y sociales, generaron en la mente humana, en relación con estas categorías.

Al margen de cual de los modelos cosmológicos que se han formulado a lo largo de la historia de la humanidad, sea el que refleje el devenir de la naturaleza con mayor certeza, lo cierto es que el Universo presenta su propia dinámica y es el hombre el que trata de entenderlo, a través de sus

limitadas posibilidades. En la actualidad, con la utilización de potentes radiotelescopios y fundamentado en la ciencia moderna, logramos tener una visión cosmológica, que creemos responde a la realidad.

BIBLIOGRAFÍA.

- 1- ASIMOV, Isaac. El Universo. Madrid, Alianza Editorial, S.A., 1991.
- 2- ASIMOV, Isaac. Las amenazas de nuestro mundo. Barcelona, Plaza & Janés Editores, S.A., 1993.
- 3- ASIMOV, Isaac. Vida y Tiempo. 2ª Edición. Barcelona, Plaza & Janés Editores, S.A., 1989.
- 4- BIALKO, A. Nuestro Planeta la Tierra. Moscú, Editorial Mir, 1985.
- 5- DE GORTARI, Eli. Dialéctica de la Física. México, Editorial Grijalbo, S.A., 1979.
- 6- GUTH, A., STEINHARDT, P. The New Physics. Cambridge, Cambridge University Press, 1994.
- 7- GUTHRIE, W. Los Filósofos Griegos. México, Fondo de Cultura Económica, 1970.
- 8- HAWKING, Stephen. Historia del Tiempo. México, Editorial Grijalbo, S.A., 1988.
- 9- HODGE, P. Conceptos sobre el Universo. México, Editorial Diana, S.A., 1971.
- 10- LA BIBLIA. Dios Habla Hoy. 2ª Edición. Suffolk, Gran Bretaña, The Chaucer Press Ltd, 1983.
- 11- LEMONICK, Michael. “ Searching for others Worlds ”. En Time, New York, U.S.A., february 5, 1996, p.39.
- 12- MOLINA, Iván. “El Paso del Cometa Halley por la Cultura Costarricense de 1910 ”. El Paso del Cometa, San José , Costa Rica, Editorial Porvenir, 1994, pp. 167 - 190.
- 13- PEÑUELAS, Marcelino. Mito, Literatura y Realidad. Madrid, Editorial Gredos, S.A.,1965.
- 14- SERWAY, Raymond. Física. Tomo II. 2ª Edición. México, Mc-Graw Hill, S.A., 1993.
- 15- SMOOT, G., DAVISON, K. Wrinkles in Time. London, Little, Brown and Company Limited,

1993.

16- SMORODINSKY, Ya. La Temperatura. Moscú, Editorial Mir, 1983.

17- STABLEFORD, Brian. Los Misterios de la Ciencia Contemporánea. México, Fondo de Cultura Económica, S.A., 1985.

18- WEINBERG, S. Los tres primeros minutos del Universo. Madrid, Alianza Editorial, S.A., 1991.

19- WHITE, M., GRIBBIN, J. Stephen Hawking. Buenos Aires, Editorial Atlántida, 1992.