



TEOLOGÍA Y CIENCIAS  
**QUAERENTIBUS**

Año 6 | n.º 10  
Enero – Junio 2018

# ÍNDICE

## ARTÍCULOS

EDITORIAL . . . . .	3
— <i>Lucio Florio</i>	
EL FUTURO DE LA COSMOLOGÍA . . . . .	5
— <i>Alejandro González-Sánchez</i>	
EL ESTUDIO MULTIDIMENSIONAL DE LA ESPIRITUALIDAD Y RELIGIOSIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO . . . . .	29
— <i>Adriana-Mercedes Cuéllar-Juárez, José-de-Jesús Cuéllar-Juárez, Joel Molina-Reyes, José-Pablo Nuño-de-la-Parra, Martha-Silva Torres-Hidalgo</i>	
LA UTILIZACIÓN DE LA LÓGICA MODAL COMO ESTRATEGIA PRAGMÁTICA EN LA PRESENTACIÓN DE LA DIGNIDAD HUMANA COMO PRINCIPIO FILOSÓFICO DE LA BIOÉTICA . . . . .	50
— <i>José Enrique Gómez Álvarez</i>	
UNA SÍNTESIS DE LA FILOSOFÍA DE LA FÍSICA DE MARIANO ARTIGAS . . . . .	65
— <i>Por Gabriel J. Zanotti</i>	

## ARTÍCULOS REEDITADOS

TEILHARD DE CHARDIN: LA RECHERCHE COMME QUÊTE MYSTIQUE . . . . .	78
— <i>François Euvé</i>	
LA NATURALEZA AMENAZADA Y LA NECESIDAD DE UN PENSAMIENTO FUERTE. EL DESAFÍO PARA LAS CIENCIAS, LAS HUMANIDADES Y LA NARRACIÓN BÍBLICA . . . . .	86
— <i>Lucio Florio</i>	

## EDITORIAL

— *Lucio Florio*

El número 10 de Quaerentibus. Teología y ciencias contiene varios artículos de índole científica, filosófica y teológica que se puede enhebrar en sus temáticas.

Comienza con un artículo cosmológico que da cuentas de los avances en el conocimiento del universo. Curiosamente, este se encuentra con un enigma, el de la materia y energía oscuras, que componen el 97 % del cosmos, y sobre las cuáles es difícil conjeturar su naturaleza. Además, la visión actual del cosmos se ha hecho sumamente compleja por la detección de fenómenos nuevos –la partícula de Higgs, la radiación de Hawking, la existencia de galaxias enanas, etc.- que configuran un enorme desafío para la astrofísica. Pero también componen un reto para el pensamiento meta-científico, es decir, el filosófico, y el religioso, que se vuelve a preguntar acerca del lugar humano en el cosmos, ahora visto como tan desmesuradamente gigante y complejo. Además, el universo aparece de un modo que prelude un futuro de colapso pero que, en el mientras tanto, se expande, haciendo más enigmática la presencia de vida en un rincón de su estructura y de su historia. La pregunta sobre el “puesto del

hombre en el cosmos” (Max Scheler) o sobre la identidad del ser humano en relación con Dios (“qué es el hombre para que así lo mires”, Salmo 8) se ven reformuladas en un contexto tan exageradamente enorme y sorprendente.

El segundo artículo se sitúa claramente en el marco de la espiritualidad y la religiosidad como datos sólidos en el desarrollo y plasmación de la vida humana. En particular, analiza el influjo espiritual y religioso en las decisiones. El tipo de análisis que se aplica pretende mostrar cómo estas dimensiones –una más amplia e indiferenciada, la espiritualidad; la religiosidad, por su parte, determinada por un sistema de creencias particular- impactan en la toma de decisiones éticas. La preocupación por la medición de los efectos ejemplifica un tipo de investigación científica sobre el hecho espiritual o religioso que manifiesta buenos resultados para observadores neutrales. El fenómeno religioso aparece como gravitando sobre el plano ético y –en algo que interesa al estudio- en las organizaciones humanas. Los instrumentos de medición resultan importantes en este modo de investigación.



Resulta valioso vincular el anterior artículo con el de F. Euvé que, de la mano de Teilhard de Chardin, relaciona investigación con mística religiosa. La espiritualidad es búsqueda, como lo es la investigación. En el proyecto de Teilhard de Chardin la fe y la ciencia se distinguen, aunque están profundamente relacionadas con esa pasión visceral de la inteligencia y la voluntad humanas por conocer y amar la realidad en su dimensión fenoménica pero también en su fuente.

Una contribución de carácter lógico y ético procura mostrar la fecundidad de la lógica modal en el campo de la Bioética. En particular, lo aplica al concepto de Dignidad Humana, tratando de encontrar bases lógicas capaces de vertebrar un diálogo que no recurra en forma directa a fundamentos metafísicos o religiosos de tal concepto. Resulta interesante comprobar la incidencia permanente de la lógica en el campo ético y religioso.

La figura de Mariano Artigas concita la atención de otra colaboración. En particular, ésta se focaliza sobre la filosofía de la física de este pensador que combinó ambas disciplinas y forjó un cuadro de pensamiento filosófico sobre las ciencias en general que abrió muchas perspectivas en el diálogo entre ciencia y religión. No sería justo omitir que Mariano Artigas animó varios de los encuentros de Ciencia y Religión, entre ellos el primero de los Congresos Latinoamericanos de Ciencia y Religión, realizado en la UPAEP, en Puebla,

en el año 2002. También fue protagonista importante de varios congresos de ESSSAT y Metanexus que promovieron el tema y lo instalaron en el mundo académico.

Finalmente, un artículo sobre la dramática cuestión de la biosfera cierra el número. La enormidad del universo se contraponen con el dato de la originalidad del planeta Tierra, el único donde hasta el momento se conoce que haya vida. Ese fenómeno tan raro está en riesgo por la mano de uno de los seres vivientes. Esta situación conlleva a la interacción decidida del pensamiento científico junto al filosófico y religioso. Un pensamiento integrado y fuerte parece ser imprescindible ante la situación de gravedad planetaria.

El macrocosmos abismal y nuestro vulnerable planeta con vida abren y cierran el número. Ambas focalizaciones proponen retos al pensamiento filosófico y teológico. En el interior, problemas entrecruzados por disciplinas y perspectivas que invitan a una lectura compleja (con una epistemología políglota, según la expresión de Pomposo citada en uno de los artículos): la interpretación filosófica del mundo físico, que supera al mismo método de la Física, para volver a pensar ontológicamente el fenómeno que ella estudia; la importancia de cuidar la lógica con la que se piensa e investiga; el valor de la espiritualidad para la ética pero también para la investigación —y viceversa!—

## EL FUTURO DE LA COSMOLOGÍA

— Alejandro González-Sánchez\* \*\*

### RESUMEN

El estudio del Universo como un todo enfrenta grandes retos como son la explicación de la naturaleza de la materia oscura y la energía oscura que domina el 97% de lo que existe en el Universo. Otras preguntas fundamentales son sobre el destino final del Universo; si éste se expandirá para siempre o si en un futuro colapsará y explotará una vez más; sobre el origen de las inmensas burbujas que dominan el Universo y de si están realmente vacías o albergan una gran cantidad de galaxias enanas difíciles de detectar por su bajo brillo. Descubrimientos importantes, recientes como son la detección de la partícula de Higgs, la detección de ondas gravitacionales, evidencias de la colisión de hoyos negros, su evaporación, la detectabilidad de la radiación de Hawking, evidencias de la variación en la velocidad de la luz, la existencia de una gran cantidad de galaxias enanas, todo ello conjuntado con las simulaciones numéricas más grandes nunca antes generadas por la humanidad sobre la formación de la estructura del Universo a muy grandes escalas, nos coloca como humanidad pensante en una posición de nuevos retos físicos y tecnológicos.

### ABSTRACT

The study of the Universe as a whole faces great challenges to give explanation to, for example the existence of dark matter and energy. Those components represent the 97% of the total mass. Some other fundamental questions wait to be answered such as the final fate of the Universe, if this will keep expanding forever or if it will collapse some time? what is the origin of the big voids and if they are empty or galaxies, or if they are dominated by a huge amount of dwarf galaxies hard to detect as they have low surface brightness? We discuss on recent important discoveries such as the Higgs boson, gravitational waves detection, evidences of the collision of black holes, their evaporation, the possibility to measure the Hawking radiation, evidences of the variation of the light speed, the details of the cosmic structure formation supported by the most important numerical simulations. All this places us, as a thinking race, in a position to widely discuss new challenges in physics and technology.

\* Departamento de Investigación, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. 21 Sur 1103, Col. Santiago, C.P. 72410, Puebla, México. Email: [alejandrogonzalez@upaep.mx](mailto:alejandrogonzalez@upaep.mx)

\*\* Facultad de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas. Av. Solidaridad esq. Paseo a la Bufa, s/n. C.P. 98060, Zacatecas, México.

## I. INTRODUCCIÓN

Esta contribución no pretende ser una revisión del Cosmos, ni técnica ni exhaustiva, sino una revisión comprensible de los principales retos que enfrenta la cosmología contemporánea, y de los avances provenientes de la cosmología física misma, y de la Física, los cuales nos ayudan a entender las observaciones y los procesos físicos que dan forma al Universo actual. Por tanto, son dos nuestros principales objetivos; primero, hacer una breve revisión del contenido material del Universo y de sus ingredientes fundamentales, los cuales, aunque ya conocidos desde hace una par de décadas, son en general de difícil acceso al conjunto de los no especialistas. Logrando esto, espero se pueda motivar la discusión

entre los filósofos y los teólogos, basados en los hechos cosmológicos apegados al conocimiento que la Física nos da de ellos.

El segundo objetivo discutir la relevancia, y las consecuencias de cinco grandes descubrimientos hechos en los últimos cuatro años. Estos importantes descubrimientos son, en orden cronológico; a) la detección del bosón de Higgs, d) la detección de ondas gravitacionales, c) la medición de la radiación de Hawking, d) la posible variación de la velocidad de la luz, y e) la existencia de una gran cantidad de galaxias enanas que cambia radicalmente nuestro concepto de galaxia y de su formación.

### 1.1 EL UNIVERSO VISIBLE

Es necesario enfatizar que nuestro conocimiento del Universo está fundamentado además de la Física misma; en grandes herramientas como son las bases de datos observacionales recopiladas durante muchos años, día y noche, por cerca de 85 telescopios espaciales que observan en diferentes tipos de luz (ver ref. 1); otros 5000 telescopios terrestres, y una gran cantidad de supercomputadoras que a través de simulaciones numéricas jamás concebidas, como *Illustris* (e.g. Nelson et al., 2015), han podido recrear las características de la estructura del Universo a muy grandes escalas, hasta del orden de cientos de millones de años luz. A partir de estas simulaciones se han podido predecir resultados

que hoy en día están bajo estudio observacional, como por ejemplo la existencia de galaxias enanas, y la existencia de objetos de baja luminosidad en los espacios gigantescos donde aparentemente no hay nada y que llamaremos "burbujas". Los grandes aceleradores de partículas juegan también un papel fundamental en la cosmología. A esto se agregan y contribuyen, los avances en los diferentes campos fundamentales de la física, como por ejemplo la física de las partículas elementales, teorías que pretenden unir en una sola las fuerzas fundamentales de la naturaleza.. En suma, lo que hoy conocemos no es el logro de un grupo de científicos, o de países, es por el contrario el conocimiento adquirido por la

comunidad científica a lo largo de la historia del mundo.

El Universo, al que calculamos unos trece mil quinientos millones de años de existencia, se encuentra organizado de manera jerárquica, es decir, las galaxias que son las estructuras fundamentales se agrupan y dar lugar a estructuras cada vez más grandes. Aunque el tamaño de una galaxia puede variar, una galaxia típica mide unos 130 mil años luz de diámetro. Existen galaxias aisladas, pero debido a la fuerza de atracción gravitacional las galaxias también pueden encontrarse en sistemas binarios, triples y aún en cúmulos que pueden contener desde unas decenas de galaxias hasta miles de galaxias; sus masas son equivalentes a unas 10 mil veces nuestra galaxia, y tienen diámetros de unos 30 millones de años luz. Existen también los grandes supercúmulos de millones de galaxias. Estos supercúmulos tienen formas filamentosas que pueden llegar a medir hasta 100-200 millones de años luz de longitud, como

lo sería el cúmulo de Virgo. Los cúmulos más grandes generalmente se encuentran en la intersección de estas estructuras filamentosas e incluso pueden encontrarse a lo largo de ellas. También existen paredes de galaxias, las cuales son estructuras bidimensionales donde se aglomeran las galaxias. Hoy en día se han detectado aproximadamente unos 50 supercúmulos que conforman una red intrincada de galaxias. Coexistiendo con estas, hay "otras estructuras" aún más grandes que dominan las grandes escalas, estas son las llamadas burbujas o 'voids' por su nombre en inglés. De formas elipsoidales, son regiones con diámetro promedio de hasta 250 millones de años luz, aparentemente vacías, donde no se han detectado galaxias. Actualmente se conocen alrededor de 40 'voids' (Gottlöber et al. 2003; Tinker y Conroy 2009). Adelante discutiremos los avances más recientes a la respuesta de si estas desconocidas burbujas están vacías o no, y sus implicaciones cosmológicas.

## 1.2 EL UNIVERSO INVISIBLE

El ojo humano está capacitado para detectar la parte visible del espectro electromagnético, de unos 4000 a 7500 Å (1 armstrong Å = 10<sup>-10</sup>m), por tanto muchos de los fenómenos físicos que ocurren en el Universo son imperceptibles para nosotros. Sin telescopios equipados para detectar diferentes tipos de luz (radio, infrarrojo, ultravioleta, X, Gama, Microondas) nos revelan más sobre la composición del Universo. Por ejemplo, es un hecho am-

pliamente confirmado es que el universo está permeado por una radiación de fondo, proveniente de la radiación térmica de los fotones al inicio del universo generada por la llamada Gran Explosión. Su espectro electromagnético corresponde al de un cuerpo negro a una temperatura de 2.7K, detectada en forma *serendipiti* en 1969, por Penzias y Wilson. La idea de la ocurrencia de una gran explosión fue concebida durante los años 1915-1960, etapa en la

que Edwin Hubble detectó la expansión del Universo utilizando el corrimiento al rojo; determinó que mientras más distantes las galaxias se alejaban más rápido, hecho que Einstein había predicho con su teoría de la Relatividad General. Más adelante por los años 50, Gamow infiere que si las galaxias se encuentran alejándose unas de otras, en el pasado deberían estar cada vez más y más cerca, y por tanto el Universo debió originarse de una gran explosión. Sus cálculos mostraban que la temperatura de la radiación del Universo debía ser menor a 20k. Entonces propone la existencia de dicha radiación, la posible existencia de una fase primordial del Universo de temperatura y densidad casi infinitas. Más adelante, para 1992, el COBE (Cosmic Background Explorer; Smooth et al., 1992) confirma con altísima precisión esta temperatura, su forma de espectro de cuerpo negro (emisor y absorber ideal) y variaciones en la temperatura del orden de  $10^{-6}$  ligadas al nacimiento de las primeras estructuras cósmicas formadas. Y más recientemente WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe; e.g. Dunkley, 2009), con observaciones acumuladas durante cinco años, analiza las fluctuaciones de  $10^{-6}$  en la temperatura de esta radiación, y determina con altísima precisión el valor de diversos parámetros cosmológicos como son la constante de Hubble, la cantidad de mate-

ria oscura, la cantidad de energía oscura y la cantidad de materia bariónica;  $71.9 \pm 2.6$ ,  $\Omega_{DM} = 23 \pm 2.8$ ,  $\Omega_{DE} = 74.2 \pm 3$ ,  $\Omega_B = 2.2 \pm 0.06$ , respectivamente. Equivalentemente, y sin considerar las incertidumbres, los números de arriba arrojan una edad del Universo de unos  $13 \times 10^{11}$  años, 23% de la masa total del Universo es materia oscura, 74 % es energía oscura, y un 3% en materia constituida por átomos. La materia oscura es materia no constituida por bariones (protones, neutrones, ni electrones). Al ser materia no ordinaria, no emite luz, y solo se le puede detectar por sus efectos gravitacionales; por ejemplo, la multiplicación de imágenes de un mismo objeto en el espacio, la alta velocidad con la que se mueven las galaxias dentro de los cúmulos de galaxias, y la constancia de la velocidad de rotación objetos satélite de galaxias espirales, en regiones muy alejadas del centro de la galaxia, donde la rotación debería caer a cero (e.g. Spiro, 1995).

Incluso la detección indirecta de una gran cantidad de hoyos negros, la mayoría asociados a los centros de galaxias, solo ha sido posible gracias a las observaciones en rayos X. Actualmente, su existencia y aun evidencia de colisiones entre ellos ha sido posible gracias a la detección de ondas gravitacionales (ver Abbot, 2016).

## 2.1 EL ORIGEN DEL UNIVERSO Y LA MATERIA CONOCIDA

El modelo estándar de la Gran Explosión, era un modelo elegante que explicaba mucho sobre el origen y la evolución térmica

del Universo, sin embargo Gamow identificó varios problemas fundamentales que presentaba la teoría y a los cuales no pudo



dar solución. i) El problema de la homogeneidad o del horizonte; si la radiación de fondo era homogénea e isotrópica, cómo le había hecho el Universo para que regiones “diametralmente” opuestas pudieran intercambiar información y llegar a homogeneizar sus características. Para lograrlo, dichas regiones tendrían que haber intercambiado información a una velocidad mayor que la velocidad de la luz. Este punto lo abordaremos más adelante: ii) El problema de la planitud; de las miles de formas que tiene el universo en expansión, como lo explicó Hubble, las galaxias parecen seguir una forma muy especial que parece que el Universo parecería no tener curvatura. Es como si el Universo empezara con las únicas condiciones iniciales posibles (de entre una infinidad) que podrían llevar a ese comportamiento: iii) ¿Si el Universo es homogéneo e isótropo como pudo originarse la existencia de la gran gama de estructuras cósmicas, resultando en una distribución altamente inhomogénea a escalas pequeñas?

Poco después de la muerte de Gamow, Guth (1981), propone un mecanismo físico llamado de “inflación cósmica”, el cual da solución a estos problemas. La idea fue reforzada por Linde (1982) y Steinhardt y Albrecht (1982). Este es un período de expansión acelerada, exponencial en las primeras fracciones de vida del Universo, y mucho antes de que el Universo evolucione conforme al modelo estándar. En esta fase el tamaño del Universo aumenta unas 10<sup>26</sup> veces en una fracción de segundo, permitiendo intercambio de información. El resultado de esta rápida expansión es borrar

cualquier curvatura inicial, pero además es generadora de las primeras fluctuaciones de la densidad que posteriormente darán origen a las estructuras cósmicas. En este punto debe hacerse notar que la teoría es muy ambiciosa y da solución a varios problemas fundamentales. En lo general la teoría funciona aunque no se ha podido determinar qué tipo exacta de inflación ocurrió; eterna o no eterna. Este es uno de los bloques fundamentales que falta por confirmar en la teoría de la Gran Explosión.

El modelo de la Gran Explosión asume que en el pasado remoto el universo tuvo su origen con altas densidades y temperaturas de centenas de millones de grados Kelvin, de las cuales la radiación de fondo a 2.7K es solo el remanente de esta fase caliente. Sin embargo, si realmente existió tal fase, o si hubo un momento de una Gran Explosión es una pregunta que ha permanecido sin respuesta. En forma muy abreviada, el procedimiento que se sigue para construir un modelo de Universo es considerar ambos lados de las ecuaciones de campo, del lado derecho corresponde al contenido material que se supone tiene en forma de materia y energía, y el lado izquierdo nos daría la geometría del espacio-tiempo.

El teorema de la singularidad de Hawking-Penrose establece que una vez que elegimos, *a mano*, el contenido material y energético del Universo, su evolución queda definida (Garfinkle & Senovilla, 2015; Hawking & Ellis 1974; Penrose, 1965). Sin embargo, cuando se interpola a tiempos remotos se encuentra siempre que la densidad y la temperatura tienden a ser infini-

tas, lo que resulta de querer compactar hasta ser una singularidad del espacio-tiempo, aquello que supusimos desde el principio. Dicho de otro modo, necesitamos invertir una gran cantidad de energía para desaparecer justo lo que se metió a mano en forma muy razonable, pero arbitraria. El problema de llegar al momento justo de la Gran Explosión, y el problema de extraer información más allá del horizonte de eventos de los hoyos negros son problemas similares. Habría en principio, dos formas de lograr esto, sin embargo son dos formas que quedan bajo estudio. La primera de ella

es detectar y analizar la llamada radiación de Hawking, la cual discutiremos más adelante. Esta forma nos daría información del horizonte de eventos, y de la física de cómo se produce los pares partícula-anti-partícula en esta frontera. La segunda, que resulta más prometedora es contar con una teoría cuántica de la gravedad. De la cual, hay indicios de que puede ser construida, pero aun no contamos con ella. En tal caso, la información puede ser extraída en forma similar a cómo se hace en los procesos cuánticos microscópicos; recurriendo al efecto túnel.

### 2.1.2 EL BOSÓN DE HIGGS

Otro factor que nos imposibilita observar las fases tempranas del universo es que a 3000K la materia se encuentra completamente ionizada. Bajo estas condiciones, los fotones, o radiación electromagnética, son dispersados eficientemente por los electrones y protones, lo que hace que se encuentren en equilibrio térmico. En años subsiguientes, varias implicaciones de la teoría de la Gran Explosión fueron complementadas con la implementación del Modelo Estándar de Partículas Elementales (e.g. Pottgen, 2016). Esta teoría describe la relación entre las cuatro fuerzas fundamentales conocidas en el universo y las partículas elementales que componen apenas el 3% de la materia conocida; las cuatro fuerzas fundamentales son la fuerza gravitacional, electromagnética, nuclear fuerte y nuclear débil. El Modelo Estándar de Partículas consiste de tres familias: una de seis quarks diferentes, una familia de

seis leptones (electrón, muón, tauón, y sus tres neutrinos respectivos) y cinco bosones (fotones, gluones,  $Z^0$  y  $W^\pm$ ) que son los portadores de estas interacciones. Una partícula importantísima en el modelo es el bosón de Higgs, el cual mediante el mecanismo de Higgs da masa a las partículas. En julio del 2012, el CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear) dio a conocer el descubrimiento de esta partícula que confirmaba con más de un 99% de confiabilidad la existencia del bosón de Higgs. Este mecanismo operó durante las primeras fracciones de segundo después de la Gran Explosión para fijar la masa de las partículas conocidas, quarks y leptones y de ahí empezar su evolución hasta nuestros días. Posteriormente, alrededor de los primeros tres minutos de la Gran Explosión la unión de tres quark empieza a formar neutrones y protones, con masas y

cargas eléctricas necesarias para formar los primeros átomos de H,  $^3\text{He}$ ,  $^4\text{He}$ ,  $^7\text{Be}$  y Li.

Así, con estas teorías fundamentales se predice exitosamente a) la expansión del espacio-tiempo, b) la existencia de una radiación térmica que permea el universo, con un espectro Planckiano, c) se explica la producción y abundancia de elementos químicos primordiales (la llamada nucleosíntesis donde se produce el H,  $^3\text{He}$ ,  $^4\text{He}$ ,  $^7\text{Be}$ , Li, Deuterio y Tritio). E, indirectamente, se prueba la existencia de fases muy calientes en el universo primitivo y la existencia de la última capa de dispersión, mencionada arriba. La relatividad general agregaba además nuevas predicciones, como la existencia de lentes gravitacionales, pruebas de

la curvatura del espacio-tiempo y la existencia de agujeros negros.

En principio, todas las propiedades de la materia conocida pueden explicarse con este modelo. En forma muy simplista el modelo de Higgs es un campo de energía que permea todo el espacio y cuando una partícula con ciertas propiedades interactúa con él, le transfiere la propiedad de masa. Es el mecanismo que le infiere una masa fija, a un conjunto de partículas de la misma especie.

Peter Higgs recibió en 2013 el Premio Nobel de Física por el hallazgo junto a François Englert, quien contribuyó a desarrollar la teoría en los años 60.

### 2.1.3 NUEVOS PROBLEMAS MÁS ALLÁ DEL BOSÓN DE HIGGS

A pesar de que la detección del bosón de Higgs por el ATLAS y CMS Collaborations (2012) ha sido un gran logro en el entendimiento de la origen de la materia compuesta por protones, neutrones y electrones y de que ha completado el esquema general del llamado Modelo Estándar de Partículas Elementales, teoría que explicaría la existencia de toda la materia existente en el Universo; estrellas, planetas, conductores, semiconductores, termoeléctricos, grafeno, por mencionar solo algunos, esta sin embargo falla en diversos puntos.

Mencionaremos solo cuatro problemas fundamentales que el Modelo Estándar no ha podido explicar;

- a. La naturaleza de la energía oscura que domina el 70 % del total del Universo: su existencia se infiere de las distancias y luminosidades de supernovas de Tipo Ia. Estas cantidades son cruciales y dependen de si las supernovas Ia son o no, emisores estándar de la misma cantidad de energía. Encontrar diferentes cantidades de energía emitida, en dos supernovas Ia en las mismas condiciones ambientales, sería catastrófico para la existencia de la energía oscura. Lo impresionante es que esto no ha ocurrido. Por otro lado, se ha podido inferir que debido a la existencia de la energía oscura el universo está entrando en una nueva fase de expansión acelerada.

- b. La naturaleza de la materia oscura que representa un 27% del Universo: su existencia se infiere de la planitud de la curva de rotación de galaxias espirales, a distancias grandes de su centro. Pero esto es reforzado por la velocidad con la que se mueven las galaxias en los cúmulos. Mientras más masa exista en los cúmulos, independientemente de si es o no visible, es mayor la velocidad con la que se mueven las galaxias que lo componen. Y la prueba más fehaciente de que hay más masa de la que podemos observar en galaxias brillantes es el efecto de lente gravitacional. Es decir, la multiplicidad de las imágenes del mismo objeto producida por una región donde la masa total es mayor que la suma de las masas de sus galaxias visibles. Tal efecto, ha sido bien entendido y es uno de los pilares más importantes a favor de la existencia de materia que no brilla y que domina la dinámica del universo. Este problema es fundamental y es objeto de estudio de la física de partículas elementales, en modelos extendidos como el 331, y little Higgs entre otros.
- c. No explica el mecanismo que rompe la simetría entre la materia y la antimateria: El Universo, poco después del llamado tiempo de Planck, 10-32 segundos, debió contener una misma cantidad de materia que antimateria. Estando en interacción estas partículas se originan, conservando la energía total del Universo. Hoy en día sin embargo, observamos un Universo dominado por materia. En qué momento, y qué conduce a la aniquilación asimétrica de materia y antimateria es un tema actual de estudio.
- d. No explica la naturaleza de la oscilación de la masa de los neutrinos: El Modelo Estándar incluye tres tipos distintos de neutrinos; neutrino del electrón, neutrino del muón y neutrino del tau. De acuerdo con la teoría propuesta por el Eddington, en 1920, la energía del Sol proviene de reacciones de fusión nuclear que ocurren en su interior. Más tarde, con la hipótesis de Pauli (1930) sobre la existencia del neutrino, se llegó a la conclusión de que tales reacciones producirían neutrinos del electrón en abundancia. Sin embargo, desde principios de los años 60 y hasta principios de este siglo, los experimentos para detectar esos neutrinos solares siempre daban resultados significativamente inferiores lo que se conoció como el *problema de los neutrinos solares* (Aardsma et al., 1987). Para 2002, físicos del observatorio de Neutrinos Sudbury, en Ontario, resolvieron este problema confirmando experimentalmente la hipótesis de Gribov y Pontecorvo (1969); los neutrinos producidos en el interior del Sol cambian de especie antes de llegar a la Tierra. Es decir, el número de neutrinos del electrón producidos en las reacciones de fusión nuclear, calculados previamente, estaba bien, pero el número detectado en la Tierra tendría que ser menor si los neutrinos del electrón se convirtieran en otros neutrinos diferentes por



ejemplo del tau o del muon. La confirmación experimental de que los neutrinos oscilan en su masa, lleva a modificaciones importantes del Modelo Estándar. Incluso hoy en día un tipo especial de neutrino llamado estéril, ya que no interacciona con la materia en alguna de las formas dentro del Modelo

estándar, excepto mediante la gravedad y puede incorporarse como parte los neutrinos oscilantes. Debido a esto, los neutrinos están siendo reconsiderados como un buen candidato a ser la materia oscura (e.g. Adhikari, Agostini et al., 2017).

## 2.2 EL PODER PREDICTIVO DE LA RELATIVIDAD GENERAL

La teoría de la relatividad general fue publicada por Albert Einstein en 1915, y a partir de ahí su validez y su poder predictivo han sido probados por múltiples observaciones y mediciones; por ejemplo, la aplicación de su teoría al Universo predecía que el espacio-tiempo debía estar en expansión, hecho que era muy difícil de explicar pues muy pocos científicos dominaban los conceptos manejados por la teoría y en especial el del espacio-tiempo en expansión. El propio Einstein no creyó en la expansión del Universo e introduce a sus ecuaciones, de manera arbitraria, una constante que contrarrestaba la expansión. Esa constante se conoce como constante cosmológica y al carecer de significado físico fue olvidada por muchos años. Hoy en día, se ha recobrado el interés por esa constante pues ella o algunas variantes de ella podrían dar solución al problema de la energía oscura. No obstante de haber introducido esa constante a sus ecuaciones, hecho que fue calificado por el propio Einstein “como el error más grande de su vida”, en 1929 Edwin Hubble determina con datos astronómicos que las galaxias cuanto más distantes están se alejan a mayor velocidad. Esto solo

se podía deber a la expansión del espacio-tiempo en todas direcciones y no al movimiento propio de las galaxias. A partir de entonces, múltiples grupos de astrónomos han confirmado este hecho, es decir se ha confirmado la expansión del espacio-tiempo y de paso la propiedad de isotropía.

En una segunda gran predicción, si la interpretación de la gravedad es correcta en esta teoría el espacio-tiempo alrededor de objetos masivos debería curvarse. Cuanto más masivo es un objeto es más marcada la curvatura. Si esto era cierto, podríamos ver objetos muy distantes e incluso localizados detrás de grandes conglomerados de materia debido a que la luz ya no viajaría en línea recta sino en trayectorias curvas. Fue en 1919, durante un eclipse total de Sol cuando Eddington realizó mediciones de cómo se curvaba la trayectoria de la luz provenientes de estrellas lejanas al pasar cerca del Sol, produciéndose un desplazamiento aparente de sus posiciones en el cielo, lo que permitió ver estrellas que de otra forma hubiesen sido eclipsadas también. Efectos de curvatura más grandes producidos por objetos muy masivos inclu-

so producen múltiples imágenes del mismo objeto. Este fenómeno se conoce como de lente gravitacional. El telescopio espacial Hubble ha observado miles de lentes gravitacionales que van desde cuasáres, galaxias y cúmulos de galaxias.

Poco después de la publicación de la relatividad general, el físico Schwarzschild encontró otro tipo de soluciones a las ecuaciones de campo en el cual un objeto masivo podría absorber toda la luz de su entorno hasta un cierta distancia del objeto hoy conocido como radio de Schwarzschild u horizonte. Ningún objeto incluyendo la luz, podría escapar de esa región una vez cruzando dicho radio. De aquí el concepto de hoyo negro. En 1967, Hawking y Penrose demostraron que los agujeros negros son soluciones posibles de las ecuaciones de Einstein. Lo que en esencia mostraron es que si una estrella puede permanecer el mayor tiempo de su vida en una fase de equilibrio entre la gravedad que tiene a comprimir la estrella y la presión hacia fuera de la estrella generada por la radiación de la fusión nuclear del hidrógeno, entonces en el caso en que no se generara presión de la radiación hacia afuera, el objeto podría sufrir un colapso hasta un hoyo negro. En el Universo, se han detectado muchas galaxias espirales que emiten chorros de material que salen del centro

de sus discos, detectables en rayos X, altamente energéticos cuya existencia no es posible explicar si no se recurre a un hoyo negro. Otro ejemplo de este fenómeno es el chorro de material, finamente colimado que sale de la galaxia elíptica M87, que viaja a una fracción cercana a la velocidad de la luz alejándose de la galaxia. El estudio de estos chorros de material ha llevado a consensar entre la comunidad astronómica que las galaxias, o una buena parte de ellas, deben estar dominadas por hoyos negros que van desde 102Mo hasta 1011Mo. Nunca se ha observado un hoyo negro en forma directa. Sin embargo, se piensa que son indirectamente detectables por la existencia de un disco de acreción de material a su alrededor y la emisión de chorros de material arriba y abajo del disco.

Einstein fue el primero en entender el espacio-tiempo y que este no es un simple espacio donde todas las cosas existen, sino que es dinámico que puede expandirse, y doblarse. Sus ecuaciones mismas predecían ondas o distorsiones del espacio tiempo producidas por colisiones cósmicas colosales entre objetos muy masivos. Su teoría predice la existencia de estas ondas llamadas gravitacionales que son distorsiones del espacio-tiempo que viajan por el Universo.

### 2.2.1 ONDAS GRAVITACIONALES Y HOYOS NEGROS

En esta parte describiremos dos descubrimientos de extrema relevancia científica directamente relacionados con las dos últi-

mas predicciones significativas de la teoría de Einstein: la detección directa en la Tierra de ondas gravitacionales y la primera

observación de la colisión y fusión de un par de agujeros negros.

El 14 de septiembre de 2015, los dos detectores del Observatorio de interferometría Láser de Ondas Gravitacionales (LIGO, por sus siglas en inglés) captaron la onda gravitacional GW150914 producida por un evento colosal que tuvo lugar en una galaxia a más de mil millones de años luz de distancia (Abbott, 2016). Se ha determinado que dicha onda fue producida en las etapas finales de la fusión de dos hoyos negros probablemente situados en el centro de sus respectivas galaxias. En esta detección, LIGO estimó que la energía liberada en forma de ondas gravitacionales durante los momentos finales de la fusión de los agujeros negros fue diez veces mayor que la luminosidad combinada de todas las galaxias en el universo observable.

Como mencionamos antes, se cree que la mayoría de las galaxias, incluyendo la Vía Láctea, contienen un agujero negro supermasivo en su centro - con masas de millones o incluso miles de millones mayores a la masa del Sol. También existen candidatos a agujeros negros con masas más pequeñas (desde unas pocas veces, hasta unas docenas de veces la masa del Sol) que podrían proceder de los restos de estrellas muertas que han sufrido una explosión catastrófica conocida como supernova al colapsar su núcleo. Aunado a este substancial progreso en la observación indirecta de agujeros negros, nuestro conocimiento teórico de ellos ha sido drásticamente mejorado. Por ejemplo, en años recientes se han logrado avances importantes en la

capacidad numérica para modelar pares de agujeros negros con órbitas cercanas hasta su fusión final. De hecho, son estos modelos numéricos los que han permitido crear patrones de ondas gravitacionales muy precisos - es decir, modelos de ondas gravitacionales emitidas por agujeros negros que evolucionan a medida que se acercan para finalmente fundirse en un único y mayor agujero negro - de acuerdo con las predicciones de la relatividad general.

El procedimiento para extraer información física de los objetos que colisionan, de cuál es su masa, la trayectoria seguida por los objetos, y a qué distancia ocurre dicha colisión? es una muestra del entendimiento que hemos logrado de las leyes físicas de la naturaleza; LIGO cuenta con un extenso banco de datos de modelos de colisiones de hoyos negros de diferentes masas y órbitas. Cada uno de estos modelos tiene asociado un patrón de las ondas gravitacionales que se van generando a medida que se va produciendo la fusión de ellos, hasta la fusión completa. Los espectros son diferentes entre sí, sin embargo hay patrones comunes a toda colisión sobre todo en las etapas primeras y finales de la fusión. Estos patrones se usan para identificar una primera señal, que podría considerarse promisoria. Las primeras detecciones, permitieron descubrir el evento candidato solo tres minutos después de que la señal llegase a los detectores. Los datos más importantes como son la forma del espectro y la amplitud de la onda gravitacional fueron comparados con los espectros del banco de modelos de onda predichos de forma teórica con el objetivo de encontrar el modelo

de onda más similar a los datos observados. Cuando se compara el espectro de la onda gravitacional GW150914 detectada con una onda gravitacional generada en la coalescencia de dos binarias de agujeros negros consistentes con los predichos por los cálculos usando la relatividad general, la coincidencia es asombrosa.

El análisis de los espectros de ondas gravitacionales muestra una fase de evolución suave, cuando los dos agujeros negros se aproximan; la fusión y la fase final de estabilización en la que el nuevo agujero negro remanente oscila brevemente hasta su estabilización. Más aun, los análisis de GW150914 corresponderían a la fusión de dos agujeros negros con masas de aproximadamente 36 y 29 veces la masa del Sol respectivamente y en el que el nuevo agujero negro tendría una masa alrededor de 62 veces la del Sol. Se infiere también que el agujero negro remanente está rotando. Finalmente, los resultados muestran que GW150914 ocurrió a una distancia de más de mil millones de años luz, hace mil millones de años.

Si se comparan las masas de los agujeros negros antes y después de la fusión, resulta que la coalescencia convirtió aproximadamente 3 veces la masa del Sol (seis millones de billones de billones de kilogramos) en energía en forma de onda gravitacional, liberada en una fracción de segundo. Por comparación, el Sol emite aproximadamente cuatro mil millones de kilogramos de radiación electromagnética por segundo. Por tanto, el pico de energía liberado por GW150914 fue más de seis veces ma-

yor que la luminosidad de todas las galaxias en el universo observable.

Un análisis más profundo del espectro indica que los dos objetos involucrados en esta fusión estuvieron separados a unos cientos de kilómetros justo antes de fusionarse, es decir, cuando la frecuencia de la onda gravitacional era aproximadamente de unos 150 Hz. Los agujeros negros son los únicos objetos conocidos lo suficientemente compactos como para estar tan cerca sin fusionarse. Así pues, una pareja de estrellas de neutrones no sería lo suficientemente masiva, y una pareja compuesta por una estrella de neutrones y un agujero negro se habría fusionado a una frecuencia menor que 150 Hz.

Este importante descubrimiento marca el inicio de una excitante nueva era en la astronomía y, al mismo tiempo, abre una ventana de observación al universo totalmente nueva en forma de ondas gravitacionales. Es posible entonces estudiar una especie de radiación gravitacional de fondo que nos dé información de cómo ha sido la evolución de las galaxias dominadas por hoyos negros masivos en el centro. Con el gran número de detecciones de ondas gravitacionales que se espera lograr en el futuro, se puede hacer el análisis del espectro de masas de los hoyos que colisionan y cuantificar la tasa de colisiones en función del tiempo. Esta tasa podría estar estrechamente ligada a la historia de fusión de galaxias e incluso de cuásares. Por otra parte, estas detecciones abren la posibilidad de poder construir una teoría gravitacional cuántica que nos ayude a resolver el miste-



rio del origen mismo de la Gran Explosión, y entender qué pasa con la materia en el interior de los hoyos negros (Penrose, 2003; Thorne, 2003).

A la fecha se han hecho al menos otras tres detecciones de ondas gravitacionales que se han asociado a la fusión de hoyos negros en las etapas tempranas del Universo. Esto en si mismo es relevante pues las colisiones entre galaxias, cuyos centros parecen

estar dominadas por hoyos negros supermasivos, e incluso la formación de nuevas galaxias en interacción sigue hoy en día. Una conclusión importante de la detección de ondas gravitacionales es que provee una evidencia más, aunque indirecta, de la existencia de hoyos negros. Esto nos conduce a otro descubrimiento de los últimos años muy importante en la teoría de formación de galaxias.

### 2.3 LA RADIACIÓN DE HAWKING: EVAPORACIÓN DE HOYOS NEGROS

Dos grandes teorías de la naturaleza, la Relatividad General y la Mecánica cuántica, han sido dos de los logros más impresionantes del intelecto humano. La primera describe a la perfección el macro universo y fenómenos asociados a masas grandes. La segunda describe el micro universo, a escalas subatómicas. El sueño de muchos físicos es poder unir estas dos teorías en una sola; la gravedad cuántica. Una unificación similar a la unificación del electromagnetismo y la fuerza nuclear débil. La gravedad cuántica nos ayudaría a estudiar mejor el origen del Universo, así como los fenómenos que ocurren en la periferia de un hoyo negro, e incluso extraer información de su interior.

Recordando que un hoyo negro es un objeto, o un espacio-tiempo asociado a él, cuya atracción gravitacional es tan intensa que ni la luz escapa de él. O en términos del equivalente geométrico de la gravedad, la curvatura del espacio tiempo es tan grande que ni siquiera la luz puede escapar.

La frontera entre la posibilidad de escapar y ser tragado por el hoyo negro, es el que hemos llamado horizonte de eventos. Es justamente en esta frontera donde se han dado los primeros pasos para unir la Relatividad General y la Mecánica Cuántica. Para lo que sigue es importante considerar que las propiedades importantes que describen un hoyo negro son; su masa, su carga eléctrica, y su momento angular (rotación).

En su visita a Moscú en 1973, Stephen Hawking tuvo la oportunidad de discutir con dos físicos soviéticos de gran renombre Zeldovich y Starobinski, sobre el principio de incertidumbre y sus implicaciones para la física de hoyos negros en rotación. Los físicos soviéticos habían llegado a la conclusión de que debido al principio de incertidumbre (de Heisenberg) los hoyos negros en rotación deberían crear y emitir partículas. Sin embargo Hawking (1975, 2003) fue más allá, y concluye que en el horizonte de eventos se produce radiación electro-

magnética que tiene una temperatura asociada que va como el inverso de la masa del hoyo negro. La radiación es generada por la producción de pares de partículas-anti partículas, que poseen cargas eléctricas opuestas, como por ejemplo el caso del electrón-positrón. En forma semántica decimos que se forma un par de materia-anti materia. Debido a ello, el cruce del horizonte de eventos de un flujo de antipartículas hace que estas se aniquilen con las partículas del hoyo negro, por lo que se esperaría una aniquilación de una fracción de la masa del hoyo negro, fenómeno propuesto por Hawking y conocido como evaporación del hoyo negro.

El principio de incertidumbre nos dice que propiedades como momento y posición de una partícula, por ejemplo no pueden conocerse al mismo tiempo. También existe un principio de incertidumbre entre la energía y el tiempo, que presentamos brevemente para resaltar la relevancia de las cantidades:

$$\Delta E \Delta t \simeq \frac{\hbar}{2}, \quad \hbar = 6.588 \times 10^{-22} \text{ MeV}$$

Donde  $\Delta E$  es la indeterminación en la energía y  $\Delta t$  es la indeterminación en el tiempo. Por ejemplo, si la vida media de una partícula es de  $10^{-22}$  seg, la indeterminación en su energía es de unos 3,3 MeV. Ahora, para entender la radiación de Hawking hay que entender que el vacío cuántico no se refiere al vacío (o ausencia de materia) de una región cualquiera del espacio. Donde vacío se entiende como los niveles más bajos de

energía que puede tener un sistema. Este aparente vacío, en realidad está lleno de pares de partícula-antipartícula, las cuales llegan a condensarse en un instante tan corto de tiempo que no violarían los límites de la conservación de energía. Por ejemplo, un protón y un antiprotón pueden existir solo  $10^{-24}$  segundos antes de desaparecer otra vez en el vacío.

En suma, el campo gravitacional tan intenso de los hoyos negros puede crear una gran cantidad de partículas y antipartículas sin violar la conservación de la energía. Cuando se crea una partícula y antipartícula, y debido a la carga eléctrica de los hoyos la antipartícula es atraída hacia dentro del horizonte. Esta antipartícula ya no puede volver a salir y por tanto no se podrá aniquilar con su partícula. La que escapa es la que produce justamente la radiación de Hawking. La otra, generalmente la antipartícula interacciona con el hoyo negro formado de materia y empieza a aniquilarse. El hoyo empieza a perder masa. En consecuencia la radiación de Hawking significa que el agujero negro pierde masa y se hace cada vez más pequeño, se evapora y desaparece del universo.

Durante cerca de 40 años se ha debatido sobre la posibilidad real de detectar esta radiación. El problema radica en que su temperatura depende del inverso de la masa, y generalmente los hoyos negros equivalen a varias veces la masa del Sol. Suponiendo que un hoyo negro tuviera la masa del Sol, la temperatura de su radiación Hawking sería de apenas de  $6 \times 10^{-9} \text{ K}$ , mientras que para un hoyo negro con la masa de la luna

de  $4.5 \times 10^{22}$  kg la temperatura sería de 2.7K. Al recordar que la temperatura de la radiación de fondo es de 2.7K, por lo que la radiación sería imperceptible y sería opacada por la radiación de fondo. Y la situación empeora para hoyos negros supermasivos con masas arriba de 30 masas solares.

Ante la imposibilidad de poder observar la radiación de Hawking directamente, Unruh (1981) sugirió probar la existencia de dicha radiación experimentalmente creando el equivalente de un horizonte de eventos, de tal forma que este horizonte estuviera sujeto a las fluctuaciones cuánticas del vacío. Recientemente, Steinhauer (2014, 2016) ha logrado “construir” la versión acústica de tal horizonte de eventos experimentalmente utilizando un gas superfrío de átomos de Rb. La temperatura del gas, apenas arriba del cero absoluta, garantiza que los átomos tengan desplazamientos muy pequeños de tal forma que la velocidad del sonido en este medio está apenas arriba de de 0.5 mm/seg. Debido a esto, “partículas” llamadas fonones (perturbaciones de sonido) son atrapadas en el fluido que se mueve más rápido que el sonido. Imposible de escapar.

Es posible crear los llamados hoyos negros acústicos a través de la condensación de Bose-Einstein, que es un estado físico donde la materia se comporta como un

todo y no como aglomeración de elementos individuales, fenómeno que se da a temperaturas muy cercanas al cero absoluto. La gravitación desde el punto de vista de la Relatividad General y el condensado de Bose-Einstein son dos conceptos completamente diferentes, cuya única coincidencia es la formación de un horizonte de eventos. El horizonte de eventos asociado a los hoyos negros, *predice* la producción de pares de partículas debido a fluctuaciones cuánticas del espacio-tiempo, mientras que el horizonte de eventos del llamado hoyo negro acústico explica la aparición de perturbaciones de sonido, por fluctuaciones cuánticas del vacío, de las cuales, algunas escapan de la frontera que limita la velocidad del sonido, y otras que quedan atrapadas sin poder escapar. Este último experimento da una probabilidad muy grande de la existencia de la radiación de Hawking y de la evaporación de hoyos negros, por ser las fluctuaciones cuánticas del vacío el único requisito para la producción de pares.

En el futuro tendrá que estudiarse si las fluctuaciones cuánticas del vacío están supeditadas a solo la vecindad de hoyos negros, o campos gravitacionales muy intensos, y si ese mecanismo es universal siempre que exista una frontera de donde no podamos extraer información más allá del horizonte de eventos.

## 2.4 LA RELEVANCIA DE LA CONSTANCIA DE LA RAPIDEZ DE LA LUZ Y SUS RETOS

Un problema fundamental de la cosmología física es determinar, de manera precisa,

la distancia a los objetos que observamos a través de telescopios terrestres y espa-

ciales, en diversos tipos de luz. Mucha de nuestra concepción moderna del Universo proviene justamente de estudiar estos objetos y su evolución a través del tiempo, asociado ineludiblemente a la determinación de distancias. Mientras más distantes, más viejos serán los objetos cósmicos bajo observación. Más allá del método del paralaje y el rebote de señales de radio y microondas que son buenos determinadores de distancia a escalas de planetas y estrellas, no contamos con un método infalible, libre de errores, libre de toda suspicacia que nos determine la distancia a las fuentes de luz que emanan fotones. Incluso el método, muy preciso por cierto, de determinar la distancia a un objeto rebotando un láser o una onda de microondas y midiendo el tiempo que tarda en ir y regresar descansa en uno de los postulados más firmes en los que Einstein basa sus teorías de la relatividad especial y general; no hay señal que pueda propagarse más rápido que la velocidad de la luz. Este postulado cuya validez a sido cuestionada largo tiempo ha perdurado durante más de un siglo, aunque actualmente se encuentra bajo un riguroso escrutinio científico. Buena parte de lo que hemos discutido aquí descansa en el hecho de la invariabilidad de la rapidez de la luz en el vacío.

Hoy en día los astrofísicos han entendido las condiciones generales iniciales que forman las estrellas, y que su evolución hasta su muerte, depende de la masa con la cuál se forman. Esto nos ha llevado a clasificar a las estrellas en diversos grupos, por su edad, su composición química, su formación aislada, en brotes lentos o violentos

en cúmulos. A través de la termodinámica y la mecánica cuántica se sabe que una estrella no puede considerarse como tal si no genera energía propia a través de reacciones nucleares que generen energía para transformar Hidrógeno en elementos más pesados. Conocemos los límites inferiores y superiores en la masa que pueden formar estrellas. Estos límites son aproximadamente  $1.4M_{\odot} < M^* < 100M_{\odot}$ , donde  $M_{\odot}$  es la masa de nuestro Sol. Mientras más masiva nazca una estrella es menor su tiempo de vida pues quema rápidamente el H en He para evitar su colapso. Así, hemos aprendido de la existencia de estrellas en equilibrio como el Sol, enanas blancas, gigantes rojas, T-tauri, Haro-Herbing,  $\delta$ -scuti, estrellas de neutrones, blue stragglers, enanas cafés, supernovas y hoyos negros, de regiones y mecanismos para mantener la formación de estrellas constantemente o disparar un brote violento de nuevas estrellas.

Para determinar con exactitud la distancia a los objetos cósmicos, necesitamos conocer fuentes de luz estándar, cuyo brillo solo se vea afectado por la distancia a nosotros. Las supernovas del tipo Ia se caracterizan por ser una fuente luminosa que tiene un brillo intrínseco debido a que ha gastado toda su fuente de energía que es el hidrógeno, necesaria para poder detener el colapso y eventual explosión de la estrella en una nova. Como hemos dicho antes, estas novas forman la base fundamental en la cual inferimos la existencia de energía oscura y la expansión acelerada del espacio-tiempo.

**¿Es la velocidad de la luz constante en**



### tiempo y en espacio?

La historia sobre trabajos experimentales y teóricos tratando de probar o desmentir uno de los postulados de la Teoría Especial y General de la Relatividad, la constancia de la luz en el vacío, tiene una larga y rica historia (e.g. Guo y Guo, 2013; Rouf, 2009). De acuerdo a las ecuaciones de Maxwell que describen todos los efectos electromagnéticos la velocidad de la luz resulta de forma natural de dos constantes fundamentales; la permitividad eléctrica  $\epsilon_0$  y la permeabilidad magnética  $\mu_0$ . Estas son dos "propiedades inherentes" al vacío o al espacio-tiempo donde se propagan. Por supuesto, el valor de la velocidad de la luz puede cambiar al considerar su propagación en medios diferentes como el agua, o de otro tipo que tendrían valores diferentes  $\epsilon$  y  $\mu$ . Esto es un hecho bien entendido. Desde el punto de vista más fundamental de la derivación de la ecuación de onda, se encuentra que la velocidad de propagación de la luz queda determinada por  $c = (\epsilon_0\mu_0)^{-1/2}$ . Si se llegara a determinar que la velocidad de la luz varía, significaría que las "constantes fundamentales"  $\epsilon_0$  y  $\mu_0$  tendrían que cambiar, lo que sugeriría que las propiedades inherentes al espacio-tiempo deberían cambiar con el tiempo.

Hasta hace pocos años, los trabajos teóricos han mostrado lo robusto del postulado de Einstein y no se ha posible determinar la razón fundamental de su validez. Por el contrario, desde hace muchos años diversos estudios observacionales de cuasares, radiogalaxias y otros objetos han mostrado la potencial existencia de fuentes superlumínicas incluso dentro de nuestra galaxia

(Rodríguez y Mirabel, 2004; Gubbay, 1969). Los datos observacionales han sido sometidos a rigurosos análisis estadísticos y se ha determinado su validez en muchos casos. En otros, los puntos más frágiles para llegar a la conclusión de la existencia de fuentes que se mueven más rápido que la velocidad de la luz parece provenir de los límites de detectabilidad de los aparatos usados y la incertidumbre en la dirección de movimiento de las fuentes. En este punto, debemos recordar que el efecto Doppler nos permite hacer mediciones de la velocidad de un objeto solo en la dirección que une al observador con la fuente (velocidad radial). Si el objeto se mueve en otra dirección, solo veremos la componente de su velocidad en la dirección radial. Este es el punto crucial sobre la interpretación de los movimientos superlumínicos. Suponga por un momento que los objetos detectados son superlumínicos, el postulado de Einstein no sería válido y cambiaría mucha de la física con la que se ha llevado a comprender el Universo. Aunque este fuera el caso, las observaciones lo único que nos dirían es que necesitamos nuevas teorías pero ¿no darían explicación al porque la velocidad de la luz debería cambiar y en qué forma? Si por el contrario, las observaciones tienen sesgos estadísticos y de mediciones, la velocidad de la luz seguirá siendo considerada como constante.

Recientemente, Giovannini et al. (2014) han hecho un descubrimiento muy importante en el muestran que la velocidad de la luz, que es de 300 000 km/seg, podría ser un límite superior. Las ondas electromagnéticas están descritas por un campo

eléctrico y un campo magnético oscilatorios que se desplazan siguiendo su llamado vector de onda o de propagación. Estos son los parámetros estructurales de la luz. Lo que han hecho Giovannini et al., es modificar dicha estructura con condiciones que potencialmente podrían encontrarse en diferentes regiones del Universo. Si bien, el experimento se llevó a cabo utilizando pulsos muy pequeños de luz (en duración) da origen a nuevas preguntas sobre la constancia de la velocidad de la luz.

Otros dos trabajos muy importantes, de Urban et al. (2013) y de Sánchez-Soto (2013), muestran también que la velocidad de la luz puede ser variable en el tiempo. Ambos trabajos intentan derivar la velocidad de la luz a partir de las propiedades cuánticas del espacio mismo. Aunque ambos proponen mecanismos diferentes, la idea central es que la velocidad de la luz puede cambiar al cambiar las suposiciones de cómo las partículas elementales interactúan con la radiación. En ambos casos el espacio-tiempo se supone como un espacio lleno de partículas “virtuales”. Recordemos que estas son pares partícula-antipartícula surgidas de fluctuaciones del vacío, cuya vida media es de fracciones de segundo lo suficiente para no violar el teorema de conservación de energía, y que al separarse se vuelven partículas reales, detectables. Si no se separan se aniquilan y no es posible detectarlas directamente. Los fotones libres pueden ser capturados y re-emitidos por las partículas virtuales. Por tanto, las energías de estas partículas, específicamente la cantidad de carga eléctrica que portan, afectan la velocidad de la

luz. Es decir, el fotón es frenado o acelerado en pequeñas cantidades por la interacción con las partículas virtuales. En este proceso, los fotones pueden ser acelerados o desacelerados siendo el resultado neto variaciones de 0.05 femtosegundos (un femto es  $10^{-15}$ ) por metro cuadrado de vacío. Estas variaciones, o incluso mayores solo pueden ser detectadas si se consideran escalas cosmológicas de fuentes muy energéticas, por lo cual se han propuesto los estallidos de rayos gama.

Por otra parte, en el trabajo de Sánchez-Soto y Leuchs (2013) muestra que el número de especies existentes de partículas elementales con carga eléctrica en el Universo es lo que da origen a la velocidad de la luz. De acuerdo al Modelo Estándar de Partículas Elementales deben existir solo 9 especies; electrón, muon, tauon, seis tipos de quarks, fotones y el bosón W. En su teoría, Sánchez-Soto calcula que debe haber del orden de 100 especies diferentes de partículas cargadas eléctricamente. La carga es el elemento primordial dentro de su teoría ya que existe una cantidad llamada impedancia que depende de la suma de todas las cargas. Esta impedancia a su vez depende de la permitividad  $\epsilon_0$  y de la permeabilidad  $\mu_0$  del vacío. Es decir, cambiando estas cantidades cambiará la velocidad de la luz. Aparte de predecir una mayor cantidad de especies de partículas, hecho que ya hemos abordado arriba en el texto, sugieren que una gran cantidad de partículas cargadas, masivas, puede existir. Estos fenómenos solo serían detectables a escalas cosmológicas e involucrando niveles de energía a los que aun no se tiene acceso.

## 2.4 LA COSMOLOGÍA DE PRECISIÓN: DIALOGO ENTRE LA TEORÍA Y LAS OBSERVACIONES

En la historia reciente de la cosmología computacional, o de simulaciones numéricas, se han realizado simulaciones como Bolshoi (Klypin et al. 2011), MultiDark, Millenium, etc., y a finales del 2013 se liberaron los datos de Illustris, la simulación numérica más grande realizada con  $10^{10}$  partículas (Genel et al. 2014). Se realizó en supercomputadoras de Francia, Alemania y Estados Unidos y tomó 19 millones de horas de CPU. Con estos resultados, es posible estudiar la evolución del universo desde que tenía unos 300 mil años de existencia, hasta nuestros días.

Todas las simulaciones reproducen muchas de las características observables del universo, como son su homogeneidad y su isotropía, la formación de filamentos y paredes de galaxias y de burbujas. Su precisión permite hacer predicciones como las que discutimos en seguida. De aquí se acuña el término cosmología de precisión, debido a que los cosmólogos observacionales y los teóricos han empezado a determinar resultados razonablemente concordantes.

Por ejemplo, Illustris sugiere la existencia de una gran cantidad de subestructuras orbitando los pozos de potencial gravitacional producidos por los objetos más masivos. La manera como se ensamblan estos sistemas, y la cantidad de galaxias enanas y sus propiedades es parte de la evolución temporal que se desea entender. Tales agregados de galaxias pueden ser tan pequeños como en nuestro Grupo Local

que contienen decenas de miembros, hasta grandes cúmulos que contienen del orden de diez mil subestructuras mucho más pequeñas. Adicionalmente, se ha medido la distribución de satélites en función de la distancia, a los 10 objetos más masivos de la simulación, y se encuentra que difiere sustancialmente de la distribución sólo de materia oscura. Es decir, muchos satélites sobreviven en la región central ante la presencia de gas y estrellas que las hace más resistentes a ser destruidas por fuerzas de marea. En este punto, Illustris predice que la distribución de satélites no cambia mucho con el tiempo.

Al ser Illustris una simulación de alta resolución numérica, se tiene toda la información evolutiva de las estructuras formadas. Por eso mismo la información se puede sesgar para reproducir 'errores' involuntarios producidos de las observaciones terrestres o espaciales, y a qué tipo de información resulta más difícil acceder. También, se podrá hacer una determinación detallada de los parámetros cosmológicos de nuestro modelo de universo, y se podrá experimentar con dichos 'sesgos controlados' que permitirán establecer qué parámetros son más propensos a errores. Más aún, con la implementación de gas (y por tanto de flujos de material, y turbulencia) en la simulación, la próxima generación de Illustris será hidrodinámica. Podremos ver la evolución del gas a grandes escalas y en un tiempo de Hubble. Se podrá investigar si los espacios entre los voids están real-

mente vacíos, o como se sospecha pueden estar ocupados por una gran cantidad de subestructura de muy bajo brillo superficial. Es decir, podrían estar dominados por galaxias enanas que al parecer son las que

más favorecen la formación de estructura. La última evidencia que se tiene es que están ocupados por objetos enanos que podrían ser galaxias enanas o bien en vías de formación.

### 3. CONCLUSIONES

La cosmología moderna ha hecho sus avances más significativos en los últimos 100 años, que en toda la historia de la humanidad. Vivimos tiempos privilegiados en los cuales somos testigos de detecciones o descubrimientos que nos ayudan a construir nuevas concepciones del Universo. Hoy contamos con la tecnología capaz de permitir realzar los sentidos que tenemos como seres humanos. Muchos científicos creemos que distamos mucho de tener una visión completa del Universo, pero estamos convencidos que en lo general nuestras teorías son correctas. Es imposible no imaginar lo qué será la cosmología dentro de otros 100 años, dado que en la actualidad se planean nuevos experimentos, nuevos colisionadores, nuevos telescopios, etc. El Universo es tan grande y complejo que permite y exige un análisis completo de él ya sea desde el punto de vista científico, humano, filosófico y teológico por parte de los expertos de cada área. Y debe ser responsabilidad nuestra transmitir estas ideas de forma honesta a las nuevas generaciones, o a los que no tienen fácil acceso

a estas discusiones. Es necesario transmitir este conocimiento aceptando las limitaciones que a cada uno de estas áreas nos corresponde en dialogo abierto.

#### Agradecimientos:

Agradezco profundamente al Comité Organizador de este IX Congreso Latinoamericano de Ciencia y Religión (UPAEP, Puebla, 2017), quienes con su invitación a hablar de cosmología me obligan a aprender los conceptos básicos pero fundamentales de la física, a veces muy abstractos, y hacerlos accesibles a un auditorio interdisciplinario. Espero haberlo logrado, sino que el Universo me lo demande y le pediría disculpas por haber dicho tanta insensatez en su nombre. En este encuentro tuve la fortuna de reencontrarme con amigos filósofos muy entrañables. De uno de ellos, Del Pomposo, aprendí que para facilitar el diálogo entre científicos, filósofos y teólogos es necesario cultivarse como un poliglota epistémico. ¡Y a trabajar que los secretos del Universo no se descubren solos!

#### REFERENCIAS:

[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_space\\_telescopes#References](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_space_telescopes#References)

AARDSMAA, G., ALLEN, R.C., ANGLING, J.C., BERCOVITCH, C., CARTER, L.C., CHEN, N., ET AL. (1987)

"A HEAVY WATER DETECTOR TO RESOLVE THE SOLAR NEUTRINO PROBLEMA". PHYSICS LETTERS B, 194, No. 2: 321-325.

ABBOT, B.P., ET AL. (2016). "Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger". Physical Review Letters, 116, 061102.

ADHUKARI, R., AGOSTINI, M., ANH KY, N., ET AL. (2017). "A white paper on KeV sterile neutrino Dark Matter," submitted to Journal of Cosmology and Astroparticle Physics. arXiv:1602.04816v2

ALBRECHT, A. Y STEINHARDT, P.J. (1982). "Cosmology for Grand Unified Theories with Radiatively Induced Symmetry Breaking," Phys. Rev. Lett. 48, 1220.

ATLAS COLLABORATION, "OBSERVATION OF A NEW PARTICLE IN THE SEARCH FOR THE STANDARD MODEL HIGGS BOSON WITH THE ATLAS DETECTOR AT THE LHC". (2012). Phys. Lett. B, 716(1): 1-29.

CMS COLLABORATION, "OBSERVATION OF A NEW BOSON AT A MASS OF 125 GeV WITH THE CMS EXPERIMENT AT THE LHC," (2012). Phys. Lett. B, 716(1): 30-61.

DUNKLEY, J., KOMATSU, E., NOLTA, M. R., SPERGEL, D. N., LARSON, D., HINSHAW, D., PAGE, L., C. BENNETT, C., GOLD, B., Y JAROSIK. N. (2009). "Five-year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe". The Astrophysical Journal Supplement Series, 80, No. 2: 306-329.

GARFINKLE, D. Y SENOVILLA, J. M. M (2015), "The 1965 Penrose singularity theorem", Class. Quant. Grav., 32 (12): 124008.

GENEL S., M. VOGELSBERGER, V. SPRINGEL, D. SIJACKI, D. NELSON ET AL. (2014). "Introducing the Illustris Project: the evolution of galaxy populations across cosmic time". ArXiv: 1405.3749v2[astro-ph.CO]

GIOVANNINI, D., ROMERO, J., POTOCEK, V., FERENCZI, G., SPEIRITS, F., , BARNETT, S.M., FACCIO, D., Y PADGETT, M.J. (2014). "Photons that travel in free space slower than the speed of light". arXiv:1411.3987v1.

GRIBOV, V., Y PONTECORVO, B. (1969). "Neutrino astronomy and lepton charge," Physics Letters B, vol. 28, no. 7:493-496.



- GOTTLÖBER, S., LOKAS, L. E., KLYPIN, A., AND HOFFMAN, Y. (2003). The estructure of Voids. *Monthly Notices of the RoyL Astronomical Society*. 344: 715-724.
- GUBBAY, J.S., LEGG, A.J., ROBERTSON, D.S., MOFFET, A.T., ETERS, R.D. Y SEIDEL, B. (1969). "Variations of Small Quasar Components at 2,300 MHz". *Nature*. 224 (5224): 1094–1095.
- GUTH, A.H. (1981). "The Inflationary Universe: A Possible Solution to the Horizon and Flatness Problems", *Phys. Rev. D* 23, 347.
- GUO, K. Y GUO, C. (2013) "Review of the Constancy of the Velocity of Light from Innate Character of Lorentz "Local time" , *JOIRES* 4(2), pp. 472-475. ISSN: 2141-8225.
- HAWKING, S. W. (1975). "Particle creation by black holes", *Commun. Math. Phys.* 43: 199–220
- HAWKING, S. W. (2003). "Sixty years in a nutshell". *The Future of theoretical Physics and Cosmology: Celebrating Sthepen Hawking's 60th Birthday*. Gibbons, G. W., Shellard, E. P. S. And Rankind, S. J. Editors. Cambridge University Press, 2003. ISBN: 0-521-82081-2.
- HAWKING, S., Y ELLIS, G. F. R. (1973). *The Large Scale Structure of Space-Time*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0-521-09906-4.
- KŃYPIN, A. A., TRUJILLO-GÓMEZ, S., Y PRIMACK, J. (2011). "Dark matter halos in the standard cosmological models: Results of the Bolshoi simulation". *ApJ.*, 740: 102. 17 Pp.
- LINDE, A. (1982). "A New Inflationary Universe Scenario: A Possible Solution Of The Horizon, Flatness, Homogeneity, Isotropy And Primordial Monopole Problems", *Phys. Lett. B* 108, 389.
- NELSON, D., PILLIPICH, A., GENEL, S., VOGELSBERGER, M., SPRINGER, V., TORREY, P., RODRÍGUEZ-GÓMEZ, V., SIJACKI, D., SNYDER, G. F., GRIFFEN, BENDRAN., MARINACCI, F., BLECHA, L., SALES, L., XU, DANDAN AND HERNQUIST, L. (2015). *The Illustris Simulation: Public Data Release*. arXiv: 1504.00362v02 [astro-ph.CO].
- PENROSE, R. (1965), "Gravitational collapse and space-time singularities", *Phys. Rev. Lett.*, 14: 57.
- PENROSE, R. (2003). "The problem of spacetime singularities: implications for quantum gravity?". *The Future of theoretical Physics and Cosmology: Celebrating Sthepen Hawking's 60th Birthday*. Gibbons, G. W., Shellard, E. P. S. And Rankind, S. J. Editors. Cambridge University Press, 2003. ISBN: 0-521-82081-2.
- POTTGEN, R. (2016). "The Standard Model Particle Physics". En *Serch for Drak Matter with*

- ATLAS. Springer International Publishing Switzerland, 2016. Springer Theses. DOI 10.1007/978-3-319-41045-6\_2
- RODRÍGUEZ, L. F. Y MIRABEL, F. (1995). "Movimientos superlumínicos en nuestra galaxia". *Ciencias E-journal*, 40. Pp 20-25.
- ROULF, A. (2009). "On the constancy of the light speed". arXiv0911.2878v1.
- SÁNCHEZ-SOTO, L. L., Y LEUCHS, G. (2013). "A sum rule for charged elementary particles". *Eur. Phys. J. D*. DOI: 10.1140/epjd/e2013-30578-8
- SMOOT, G. F., BENNETT, C. L., KOGUT, A., WRIGHT, L., AYMÓN, J., BOGGESS, N., CHENG, E., DE AMICI, C., GULKIS, S., HAUSER, M., HINSHAW, G., JACKSON, P., JANSSEN, M., KAITA, E., KELSALL, T., KEEGSTRA, P., LINEWEAVER, W., LOEWENSTEIN, K., LUBIN, P., MATHER, J., MEYER, S., MOSELEY, S., MURDOCK, T., ROKKE, L., SILVERBERG, R., TENORIO, L., WEISS, R., Y WILKINSON, D. (1992). "Structure in the COBE differential microwave radiometer first-year maps". *The Astrophysical Journal*, 396, L1-L5.
- SPIRO, M. (1995). "Dark Matter". *Nuclear Physics B- Proceedings Supplement*. 43, Vol. 1-3: 100-107.
- STEINHAEUER, J. (2014). "Observation of self-amplifying Hawking radiation in an analogue black hole laser". *Nature Phys.* 10: 864-869
- STEINHAEUER, J. (2016). "Observation of quantum Hawking radiation and its entanglement in an analogue black hole". *Nature Phys.* (2016).
- THORNE, K. (2003). "Warping spacetime". *The Future of theoretical Physics and Cosmology: Celebrating Stephen Hawking's 60th Birthday*. Gibbons, G. W., Shellard, E. P. S. And Rankin, S. J. Editors. Cambridge University Press, 2003. ISBN: 0-521-82081-2.
- LEDERMAN, L. AND TERESI, D. (1993). *The God particle. If the universe is the question, what is the answer*. New York: Dell Publishing. 434p.
- MCDONALD, A. B., KLEIN, J. R. AND WARK, D.L. (2003). "Solving the neutrino problema". *Scientific American*, April: 22-31.
- TINKER, J. L., Y CONROY, C. (2009). "The void phenomenon explained". *The Astrophysical Journal* 691: 633-639.

URBAN, M., COUCHOT, F., SARAZIN, X., Y DJANNATI-ATAI, A. (2013). "The quantum vacuum as the origin of the speed of light". Eur. Phys. J. D. DOI: 10.1140/epjd/e2013-30578-7

UNRUH, W. G. (1981). "Experimental black hole evaporation?". Phys. Rev. Lett. 46: 1351.



# EL ESTUDIO MULTIDIMENSIONAL DE LA ESPIRITUALIDAD Y RELIGIOSIDAD EN EL LUGAR DE TRABAJO

## UNA CONTRIBUCIÓN A LA TOMA DE DECISIONES ÉTICAS

- *Adriana-Mercedes Cuéllar-Juárez\**
- *José-de-Jesús Cuéllar-Juárez\*\**
- *Joel Molina-Reyes\*\*\**
- *José-Pablo Nuño-de-la-Parra\*\*\*\**
- *Martha-Silva Torres-Hidalgo\*\*\*\*\**

### RESUMEN

La Espiritualidad y la Religiosidad tienen una influencia positiva en la Toma de Decisiones Éticas (TDE). Sin embargo, académicos de estos tres campos de estudio han notado la necesidad del análisis complementario y multidimensional entre los conceptos Espiritualidad y Religiosidad, que no existe hasta el momento en la investigación científica. Para ayudar a acortar esta brecha en la ciencia, desarrollamos un modelo conceptual que incorpora dimensiones y factores que miden el enfoque complementario y multidimensional de la espiritualidad y la religiosidad como una contribución inicial hacia estudios más completos de fe en el campo TDE. Con este modelo analizamos los instrumentos de medición de espiritualidad y religiosidad en el campo de TDE, encontrando la parcialidad de consideración de dimensiones y enfoques en los instrumentos de medición.

Palabras clave: Toma de decisiones éticas, modelo multidimensional de fe, religiosidad, espiritualidad.

### ABSTRACT

Spirituality and Religiosity have a positive influence on Ethical Decision Making (TDE). Howe-

\* Doctora en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, UPAEP, [amcuellarj@gmail.com](mailto:amcuellarj@gmail.com)

\*\* Doctor en Desarrollo Económico y Sectorial Estratégico, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, UPAEP, [cuellarjesus75@gmail.com](mailto:cuellarjesus75@gmail.com)

\*\*\* Profesor Investigador del INAOE, [jmolina@inaoep.mx](mailto:jmolina@inaoep.mx)

\*\*\*\* Profesor Investigador de UPAEP [pablo.nuno@upaep.mx](mailto:pablo.nuno@upaep.mx)

\*\*\*\*\* Profesor BUAP [marthatohi@yahoo.com.mx](mailto:marthatohi@yahoo.com.mx)

ver, academics from these three fields of study have noted the need for complementary and multidimensional analysis between the concepts Spirituality and Religiosity, which does not exist until now in research. To help bridge this gap in science, we develop a conceptual model that incorporates dimensions and factors that measure the complementary and multidimensional approach of spirituality and religiosity as an initial contribution towards more complete Faith studies in the TDE field. With this model we analyzed the instruments of Spirituality and Religiosity measurement used for the TDE field, finding the partiality of consideration of dimensions and approaches within measuring instruments.

Keywords: Ethical decision making, multidimensional faith model, religiosity, spirituality.

## INTRODUCCIÓN

“La fortaleza de las creencias religiosas puede dar lugar a diferencias en los procesos de toma de decisiones cuando se enfrentan decisiones empresariales que involucran cuestiones éticas” (Vitell, 2009: 155). El estudio de la Toma de Decisiones Éticas (TDE) ayuda a comprender y contrarrestar el comportamiento no ético comprendiendo para ello la gestión empresarial, la comunidad corporativa y la sociedad (Schwartz, 2016). Se han desarrollado varias teorías para estudiar la TDE con el fin de contribuir a contrarrestar el impacto no ético. La teoría más aceptada y empleada por los investigadores es la teoría desarrollada por Rest (1986), una teoría racional que muestra la multidimensionalidad del proceso TDE en cuatro etapas llamadas conciencia, juicio, intención y comportamiento).

A través de la literatura, se ha considerado la influencia de diferentes variables o factores organizativas como influyentes de las dimensiones de este modelo estudio (e.g. religiosidad, edad, desarrollo moral cognitivo, juicio ético, educación, género, locus de control, nacionalidad, compromi-

so organizacional, afiliación profesional, orientación al valor, entre otros) (Lehnert, Park y Singh, 2015). Sin embargo, el factor de religiosidad se suele estudiar separado del de espiritualidad. Estos conceptos de espiritualidad y religiosidad muestran positivos impactos diferentes en los estudios de TDE (Vitell et al., 2009; Ford y Richardson, 1994).

Estos autores coinciden con Anderson y Grice (2014) y Miller y Ewest (2013), pues estos últimos especifican que el estudio de la espiritualidad y la religiosidad en un enfoque no integrado puede no considerar temas importantes. Literatura reciente, exhorta al estudio complementario de ambos conceptos, enfoque que es llamado como Fe (Miller y Ewest (2015/2013). Miller y Ewest, (2015/2013), Fernando y Chowdhury (2010). Vitell et al. (2009) sostienen que la Espiritualidad y la Religiosidad deben ser consideradas como conceptos complementarios o el enfoque no integrado puede generar una falta capción de la realidad dentro de su estudio en el lugar de trabajo. Vitell (2015) revisó la literatura científica desde 2005 hasta 2012 e hizo



un llamado para la investigación de ambos conceptos afirmando que es necesario “[...] entender el rol y la importancia de valores religiosos y espirituales particulares en el marco de una mejor decisión ética” (9).

Aunque el campo TDE se considera multidimensional desde hace varias décadas, en los campos de Espiritualidad, Religiosidad y Fe recientemente se ha identificado la necesidad de estudiar su multidimensionalidad (ver Miller y Ewest, 2015/2013, Anderson y Grice, 2014 y Tischler et al., 2010) ya que es un campo relativamente nuevo de estudio (Vitell, 2009; Gotsis y Kortezi, 2008; Tischler, Biberman y Altman, 2007). Sin embargo, aunque ubicada la necesidad, no se encuentra dentro de la literatura científica una teoría o modelo que respalde la multidimensionalidad ni complementariedad, que pueda servir como guía para estudios multidimensionales y con enfoque complementario. El objetivo de este

trabajo es contribuir al estudio más completo de la Fe mediante la ubicación de las sus dimensiones y distinguir teóricamente si es idóneo o no el enfoque complementario de espiritualidad y religiosidad en el marco de la TDE.

Este estudio se compone de cinco etapas. La segunda etapa comprende un análisis literario de la relación de los conceptos de Espiritualidad, Religiosidad, Fe, y TDE. La tercera etapa presenta el análisis literario en la identificación de las dimensiones y factores para medir la Fe, generando un modelo conceptual multidimensional de alcance exploratorio. La cuarta etapa presenta el análisis teórico de los instrumentos utilizados para el análisis de la Espiritualidad, Religiosidad y Fe con respecto a TDE, en base al modelo conceptual desarrollado. Se discuten las implicaciones académicas y gerenciales del modelo propuesto, y conclusiones en una quinta etapa.

### CONCEPTUALIZACIÓN DE ESPIRITUALIDAD, RELIGIOSIDAD, FE Y TDE

La espiritualidad se ha vinculado al conocimiento ético y es un factor importante para determinar cómo un individuo puede percibir la ética dentro de una situación (Fernando y Chowdhury, 2010). Aunque no hay una definición pactada de la Espiritualidad dentro de la literatura en el lugar de trabajo, se encuentran algunas similitudes entre definiciones de diferentes autores. La búsqueda de la trascendencia (Kim, Huh y Chae, 2015; Klerk, 2005; Jurkiewicz y Giacalone, 2003), la sensación de existencia de un poder superior mayor que uno

mismo (Anderson y Grice, 2014; Miller y Ewest, 2013; Klerk, 2005), la percepción del significado de la vida (Kim et al., 2015; Duchon y Plowman, 2005) y los efectos producidos por la espiritualidad, como valores, comportamiento ético y otros efectos en la vida cotidiana (Badrinarayanan y Madhavaram, 2008; Cash y Gray, 2000). La espiritualidad actúa como una guía que permite “tomar decisiones correctas, [...] resultando] empleados éticos que benefician al lugar de trabajo y ciudadanos virtuosos

que benefician a la sociedad” (Cavanagh y Bandsuch, 2002: 110).

Giacalone y Jurkiewicz (2003) encontraron que “[...] un aumento en la Espiritualidad individual conduce a la percepción de prácticas empresariales cuestionables, lo que implica que una Espiritualidad superior conduce a mayores preocupaciones éticas. Por lo tanto, el bienestar espiritual también debe influir en las orientaciones éticas” (Fernando y Chowdhury, 2010: 4). La espiritualidad es la cognición interna de un poder superior a uno mismo, o divinidad que provoca la inquietud por la búsqueda de la trascendencia que motiva a las personas a realizar acciones para llegar a un estado de reposo (paz) o de proximidad a esa divinidad. Como consecuencia de llenar esta necesidad, una persona puede eventualmente experimentar un estado interno de felicidad, plenitud y / o paz, mientras está motivado por un poder mayor, la búsqueda de significado o la búsqueda de un sentido de la vida (Anderson y Grice, 2014).

La espiritualidad o religiosidad suele ser facilitada en las organizaciones a través de los sistemas formales e informales organizativos, resultando en el desarrollo de valores morales (e.g. efectos del espíritu), que eventualmente influyen en el comportamiento ético (e.g. prevención del fraude) (Purnamasari y Amaliahb, 2015) y otros beneficios organizacionales como el estrés reducción y tolerancia de la adversidad. Giacalone y Jurkiewicz (2003) explican el aspecto fundamental del lugar de trabajo La espiritualidad en el lugar de trabajo “[...]

proporciona una sensación de propósito, sentido de conexión y relaciones sociales positivas con sus compañeros de trabajo, la capacidad de vivir una vida integrada en la que el rol del trabajo no entra en conflicto con la naturaleza esencial de la persona como ser humano” (93).

El concepto de Espiritualidad tiene algunas similitudes con el concepto de Religiosidad. En la percepción de Cohen, Holley, Wengel y Katzman (2012), Peterson y Seligman (2004), y Ammerman, McCullough y Larson (2000), la característica preva- leciente del concepto de religiosidad es la búsqueda personal de la trascendencia y la busca una cercanía a un poder superior. La religiosidad se puede entender como “[...] un conjunto de doctrinas [...] e ideales que guían la propia espiritualidad [...], el socio que informa la comprensión intelectual de los ideales que deben alcanzarse” (4), “[...] un conjunto de doctrinas o ideales que uno usa para esforzarse hacia algún estándar” (Anderson y Grice: 2010, 4), inspirado por alguna motivación trascendental.

Badrinarayanan y Madhavaram (2008) entienden que la Espiritualidad no depende de ninguna forma de religión y caracterizan a la Religiosidad como exclusiva. Además, Fry (2003) recomienda no unir estos conceptos, anticipando algunos mal- entendidos en las relaciones de los recur- sos humanos. Este autor sostiene que “La espiritualidad es necesaria para la religión, pero la religión no es necesaria para la espiritualidad” (706).

No obstante, otros autores difieren de es-

tas percepciones. Luquis et al. (2012) encontraron que la práctica religiosa mejora la Espiritualidad. Mazereeuw, Kaptein y Graafland (2014) afirman que “[...] la intensidad del comportamiento religioso refuerza la influencia de la creencia religiosa en el comportamiento comercial [...] y] la oración privada y el estudio religioso también pueden afirmar y reforzar las expectativas con respecto al comportamiento de creyentes” (4). Podemos inferir que la espiritualidad y la religiosidad fomentan el desarrollo mutuo (King y Crowther, 2004) actuando como conceptos interrelacionados (Proeschold-Bell, Yang, Toth, Rivers y Carder, 2014). Dentro de una primera etapa de conocimiento, es posible que la Espiritualidad no considere la Religiosidad tan importante, pero al buscar y realizar algún acercamiento a la conciencia divina, la Religiosidad puede tener un papel importante en el desarrollo de la Espiritualidad. En una etapa inicial de Espiritualidad, este concepto puede no necesitar Religiosidad, pero en su etapa avanzada, una persona puede sentir la necesidad de adherirse a una denominación religiosa para desarrollar su Espiritualidad en algo más que un estado de cognición.

La espiritualidad se distingue por la no afiliación a un sistema de creencias, como la etapa inicial de conciencia de la conciencia divina. De acuerdo con las definiciones incluidas en este estudio, la espiritualidad puede ser desarrollada por la religiosidad, que se distingue por la práctica de costumbres, credos, creencias y dogmas sistematizados, ambos conceptos motivados por el mismo gran poder, divinidad, significado

de la vida o trascendencia. Ammerman concluye en su publicación de 2013 “[...] que debe entenderse que la religión incluye un dominio espiritual” (276). Peterson y Seligman (2004) explican que “la espiritualidad proviene de la convicción de la dimensión trascendente de la vida, proveniente de un poder sobrenatural al que los individuos deben responder [realizando] actos rituales llevados a cabo con respecto a ese poder” (802). Estos actos realizados llevan al individuo a un estado de cercanía a una realidad sagrada (Ammerman et al., 2000). Miller y Ewest (2013) proponen un estudio articulado de Espiritualidad y Religiosidad explicando que esta interrelación contiene las expresiones más “formales y definidas de creencia que se encuentran en el constructo religioso y las expresiones de creencia más informales y menos definidas que se encuentran en la Espiritualidad” (6), que abarca la inclusión de la búsqueda del espíritu (i.e. la espiritualidad), así como el contenido (i.e. la religión) (Miller y Ewest, 2015). La espiritualidad y la religiosidad son conceptos indistinguibles. Debido a su impacto en TDE, es importante desarrollar la Fe en las personas, para contribuir al comportamiento ético en las organizaciones.

### **Espiritualidad y Religiosidad en la TDE**

Los modelos teóricos de TDE descriptivos ayudan a explicar cómo los procesos cognitivos (i.e. la razón o la intuición) o los procesos afectivos (i.e. la emoción) operan dentro del cerebro y conducen al juicio y comportamiento moral de los individuos (Schwartz, 2016). Aunque hay una tendencia en los modelos de TDE a adoptar un

doble proceso en el que la intuición (impulsivo) y la razón (reflexivo) conducen a un juicio moral (Schwartz, 2016), el modelo más empleado para la investigación empírica es el modelo racional TDE multidimensional desarrollado por Rest (1986). Su primera etapa consiste en que la persona tome conciencia de que existe un problema moral o ético o una situación que tiene implicaciones éticas. La segunda etapa estudia el juicio moral, la evaluación y el razonamiento. La tercera etapa comprende el estudio de la intención moral, como una

motivación o determinación de la decisión. Finalmente, la cuarta etapa está relacionada con el acto sobre estas intenciones a través del comportamiento (Schwartz, 2016). El modelo de Rest (1986) ha sido adoptado para hacer la clasificación de las revisiones empíricas de TDE de O'Fallon y Butterfield (2005), Craft (2013) y Vitell et al. (2015) donde Religiosidad y Espiritualidad son factores influyentes en TDE. La religiosidad y la espiritualidad se han encontrado como factores influyentes positivos de la TDE.

### MODELO CONCEPTUAL: PROCESO DE DESARROLLO DE FE

#### Dimensiones de Fe

Heaton et al. (2004) explican que la mayoría de los procesos psicológicos ocurren en etapas "que representan una jerarquía de niveles de funcionamiento cada vez más abstractos y, por lo tanto, más inclusivos" (64). El modelo de etapas desarrollado por Alexander et al. muestran estados de conciencia más elevados y progresivos que despliegan capacidades distintivas y formas interactivas de la persona con el mundo (Heaton et al., 2004). Miller y Ewest (2013) sugieren tres categorías para clasificar los instrumentos de medición de fe en lo que podría considerarse tres fases: manifestación, desarrollo y escalas de adherencia. También, Mazereeuw et al. (2014) consideran la religiosidad como un fenómeno complejo que consiste en los componentes cognitivos, afectivos y de comportamiento, para medir su relación con la responsabilidad social corporativa y que tienen similitud con las categorías propuestas por

Miller y Ewest (2013). Heaton et al. (2004) exploran métodos, construcciones y medidas para la investigación sistemática en Espiritualidad, definiendo tres constructos principales como etapas del desarrollo espiritual (i.e. Espiritualidad pura, Espiritualidad aplicada y desarrollo Espiritual), analizados a nivel individuo, organización y sociedad. Por su parte, Tischler et al. (2007) proponen un modelo para exhortar a una investigación creciente en el campo de lo trascendente, el cual está compuesto tres componentes que son niveles de estudio (i.e. sociedad, organización completa, unidad de trabajo, individuo), medidas (emoción, procesos, cognición) y validez (i.e. interior y exterior), componiendo 32 cajas o posibilidades para clasificar estudios futuros. Los estudios de estos autores exponen una medición multidimensional de los conceptos de Espiritualidad o Religiosidad, generalmente identificando tres etapas. Sin embargo, estas etapas o dimen-

siones aparecen en diferentes situaciones y alcances, existiendo la ausencia de un modelo estándar justificado para medir multidimensionalmente la Fe, lo que eventualmente puede llevar a mediciones parciales. En base a esto, el modelo conceptual del Proceso de Desarrollo de Fe (PDF), mostrado en la Figura 1, representa las etapas lógicas para estudiar la Fe de acuerdo a los aportes de Miller y Ewest (2013), Tischler et al. (2007), y Heaton et al. (2004), nom-

brando estas dimensiones como cognitiva, conciencia y conducta. Aunado a esto, el modelo es fortificado con la consideración de una primera fase de filtro de enfoque conceptual, factores de mediación, fase de aprendizaje y formas de medición. La fase de filtro comprende la selección del enfoque a adoptar para el estudio de los conceptos, lo que es igual a estudiar la pura Espiritualidad, la pura Religiosidad o el enfoque de Fe.

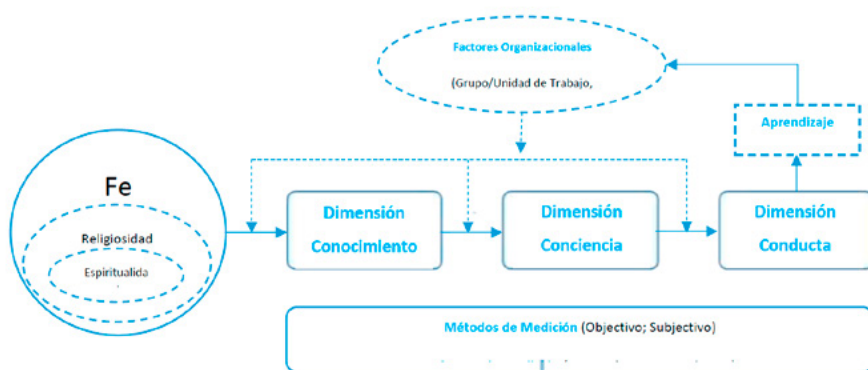


FIG. 1 MODELO CONCEPTUAL: PROCESO DE DESARROLLO DE LA FE.

Anderson y Grice (2014) proponen un modelo sobre la relación entre espiritualidad y religión, afirmando que la espiritualidad no puede exceder la religiosidad. Estos autores muestran la relación entre conceptos al explicar que el crecimiento espiritual se produce cuando “el conocimiento y las creencias del estándar al que uno se adhiere hace que uno tome conciencia de, o se conecte con, la realidad intangible de una manera que proporciona significado de vida y ayuda a la persona a tener sentido del mundo” (3). Esta primera fase del modelo, en base a esta relación, permite hacer la selección del enfoque a estudiar (i.e. Espiritualidad, Religiosidad, o Fe).

**Dimensión Cognitiva.** La dimensión cognitiva se enfoca en el conocimiento inicial de alguna divinidad, la inquietud por la búsqueda de un estado trascendente, y / o la búsqueda del significado de la vida. Maharishi define la primera etapa de un proceso lógico de Espiritualidad como la conciencia pura, la esencia espiritual de la vida, “[...] vigilia pura, vigilancia absoluta, pura subjetividad, Espiritualidad pura” (Heaton et al. 2004: 64). Anderson y Grice (2014) definen la primera etapa cognitiva como el “conocimiento experiencial más allá de lo que pueden discernir únicamente nuestros sentidos físicos (e.g. tocar, saborear, oler, oír, ver)” (4). Heaton et al. (2004)



llaman a la primera de las tres etapas “Espiritualidad pura” porque es “[...] la vigilia como su naturaleza esencial, sin mezclar imágenes, pensamientos, sentimientos u otros objetos de percepción” (64). Algunas tradiciones orientales” (e.g. las tradiciones védica, budista y taoísta) han descrito técnicas de meditación para experimentar directamente este campo subjetivo interior” (Heaton et al., 2004: 64).

Por el lado de religiosidad, esta primera etapa se refiere al grado de conocimiento sobre un estándar religioso seleccionado (o denominación religiosa) (e.g. dogmas, tradiciones, credo). Una persona que conoce las recomendaciones o promesas de su denominación religiosa intenta hacer su mejor esfuerzo para obtener esas promesas (e.g. la vida eterna) (Mazereeuw et al., 2014).

**Dimensión de conciencia.** Dentro de esta dimensión, se considera el momento de sentimiento y de emoción hacia la Fe. Un estado de conciencia o sentimiento de verdad (i.e. experiencia afectiva) hacia la dimensión cognitiva (e.g. existencia de algo más grande que uno mismo, realidad divina, dogmas, credo) es asimilado por las personas, motivando a realizar acciones en busca de una cercanía a la realidad divina percibida. Esta conciencia permite un estado de inquietud de búsqueda de trascendencia, lo que se convierte en una necesidad (Sheldrake, 2007). Según Weaver y Agle (2002) “cuando las personas están intrínsecamente orientadas hacia su religiosidad, [...] su religiosidad es un marco de dotación de sentido [...] en el que se entien-

de toda su vida” (4). Encontramos esta segunda etapa, también, dentro de la rúbrica proporcionada por Miller y Ewest (2013) como ‘etapa de adherencia’, destacando una adherencia auténtica a las creencias religiosas, espirituales o tradicionales [... prácticas integradoras] de tradiciones religiosas o espirituales específicas sin tener en cuenta madurez.” (39). Además, esta etapa se encuentra en Tischler et al. (2007) dentro de su modelo de 32 cajas, con el nombre de “medición emocional”, midiendo sentimientos y experiencias.

La dimensión de conciencia considera el grado de compromiso personal para las creencias espirituales y religiosas, y se considera la etapa donde el desarrollo espiritual está teniendo lugar (Miller y Ewest, 2013; Heaton et al., 2004). Para Ajzen (1991) la teoría del comportamiento planificado asume que la religión es uno de los factores de fondo que pueden influir en la actitud de los ejecutivos. Este autor define la actitud como “el grado en que una persona tiene una evaluación favorable o desfavorable de la conducta en cuestión” (Mazereeuw et al., 2014: 4).

**Dimensión de conducta.** Esta dimensión generalmente se mide en términos de efectos espirituales o valores espirituales (e.g. justicia, prudencia, temperancia, cuidado de la naturaleza, perdón, relación con Dios, y de prácticas religiosas (Afsar, Badir y Kiani, 2016; Glicksman, 2009; Glicksman, 2009). Heaton et al. (2004) denominaron Espiritualidad aplicada a la etapa donde “[...] los pensamientos, sentimientos y acciones del individuo se transforman espon-

táneamente para expresar valores crecientes de 'Espiritualidad pura' [...] la infusión de conciencia pura - Espiritualidad pura: se eleva a cambios positivos y mensurables en la personalidad, el funcionamiento mental, el comportamiento y la salud, indicando un desarrollo espiritual" (64). Cavanagh y Bandsuch (2002) afirman que la Espiritualidad ya sea que "[...] tenga profundidad y sea disciplinada, afectará las acciones y el comportamiento [pero que] la espiritualidad que es casual, ocasional y cambiante no afectará sustancialmente el comportamiento, y no provocará buenos hábitos morales" (113). Benefiel (2005) expone un camino de cinco etapas para explicar el crecimiento de la Espiritualidad, nombrando la conciencia como la base de una realidad espiritual hasta el punto más elevado que es la alineación con el poder trascendente, un sentido de conexión con el universo y las prácticas espirituales.

Sobre el componente religioso, Cornwall et al. definen el componente conductual de la religiosidad a través de actividades como la asistencia a la iglesia, la oración en privado y la participación en actividades de la comunidad religiosa (Mazereeuw et al., 2014). La dimensión conductual de la fe depende en gran parte de la práctica consciente de la religiosidad. Vitell y col. (2009) mencionan la necesidad de la conciencia dentro del proceso para un mejor comportamiento ético, mencionando que "[l]os meros conocimientos de religión, o de historia religiosa, por sí mismos, son mucho menos probable que afecten las actitudes éticas que la práctica de la propia religión" (158) y que incluso "[...] solo asistir a los

servicios de la iglesia, es más crítico para la TDE que simplemente estudiar sobre religión" (158). Según Moberg, la facilitación espiritual dentro del lugar de trabajo puede desarrollar buenos hábitos y virtudes morales incrementando la integridad, motivación, creatividad, cooperación, productividad y satisfacción en el trabajo porque la mayoría de las virtudes están enfocadas (Cavanagh y Bandsuch, 2002). Estos autores explican que "[...] una persona virtuosa, porque ha desarrollado buenos hábitos morales, actuará éticamente, es decir, hará lo correcto en el trabajo y en cualquier otro lugar" (112).

Jamali y Sdiani (2013) califican la práctica religiosa externa como "[...] utilitaria, basada en la gratificación personal, el entorno social y las percepciones de los demás [que llevan a] una ganancia social" (312). En el presente trabajo, la fe no se toma ese sentido, sino con una visión constructiva del comportamiento religioso. Mazereeuw et al. (2014) afirman que "[l]a intensidad de la conducta religiosa refuerza la influencia de la creencia religiosa en el comportamiento empresarial. Mazereeuw et al. (2014) afirman que " actividades religiosas, como la oración privada y el estudio religioso, también pueden afirmar y reforzar las expectativas con respecto al comportamiento de los creyentes" (4). McCullough y Larson, argumentan que "[...] de la misma manera que el ejercicio físico puede reducir el estrés, la práctica espiritual regular de oración, canto, meditación o cualquier práctica que respalde el significado de la vida puede reducir el estrés" (Dombo y Gray, 2013: 96). Además, el comportamiento religioso

puede extenderse a la salud de los empleados, aumentando los niveles de serotonina y estimulando, con prácticas espirituales, como las prácticas de adoración, el aumento de norepinefrina y la dopamina, que aumentan la energía.

### Factores mediadores del modelo

Mediador se define como una “[...] consideración de cómo una tercera variable afecta la relación entre otras dos variables” (MacKinnon, Fairchild y Fritz, 2007: 3), y se entiende como parte de una secuencia causal entre dos variables (e.g. X influye en A, y A influye en Y). Esto es diferente de una relación de moderador que no es parte de una secuencia causal entre dos variables (Kurpis et al., 2008; MacKinnon et al., 2007).

**Factor organizacional.** El factor de organización puede influir en el desarrollo de Fe en la medida en que esta organización promueva, facilite o respete el bienestar de las personas. La facilitación espiritual es una forma en que la organización proporciona sistemas formales e informales buscando el desarrollo de la Fe del individuo. La implementación formal de la facilitación de Fe en las organizaciones contempla su inmersión en los sistemas de apoyo de misión, visión, valores, retroalimentación (Sherafati, Mohammadi e Ismail, 2015) (Benefiel, 2005) y liderazgo espiritual (Fry, Matherly y Ouimet, 2010). La espiritualidad informal se proporciona a las organizaciones al permitir frases espirituales, decoración de arte (Hodge, 2013) y normas (Soltani, 2012). Treviño (1990) expone la conceptualización de la ética organizacio-

nal como multidimensional consistiendo en varios sistemas de control del comportamiento. Según este autor, “los sistemas [...] formales comprenden factores como liderazgo, políticas de autoridad, estructuras y sistemas de recompensa, mientras que los sistemas informales están compuestos de normas, rituales, mitos y lenguaje en la medida en que estos sistemas fomentan la conducta ética, es probable que los individuos se comporten éticamente” (O’Fallon y Butterfield, 2005: 400). No obstante, esta facilitación de la fe no es tan común dentro de las organizaciones ni en la literatura científica.

El nivel de sociedad, del modelo de Tischler et al. (2007), dentro de este trabajo se encuentra inmerso en el contexto de las partes interesadas organizacionales, donde todas esas entidades afectadas están interesadas en las decisiones de la empresa. Esta subcategoría del factor organizativo se puede identificar en instrumentos de medición con preguntas como: «Tengo el compromiso de promover el bienestar de mi comunidad [... m] ¿El empleador brinda y patrocina servicios sociales benéficos a la comunidad local?» (Khasawneh, 2011: 692), «Demostrar el amor de Dios a los clientes [... Nosotros] inspiramos la Fe de los clientes a través de las acciones del personal» (Ebaugh, Chafetz y Pipes, 2006: 2264).

Un nivel de estudio grupal puede ser considerado también inmerso en el factor organizativo, centrándose en los efectos de Fe que una persona percibe con respecto a su relación grupal, dentro de la empre-

sa, y los efectos que causa esta interacción en el lugar de trabajo. Este nivel de medición responde a preguntas tales como «[m]i grupo de trabajo tiene una visión que saca lo mejor de mí» (Fry et al., 2010: 310), «[la comunicación dentro de mi grupo de trabajo es excelente y mantengo mi relación es agradable con mis colegas» (Fry et al., 2010: 311), o «[m]i grupo de trabajo es muy productivo» (Fry et al., 2010: 312). Las actividades organizacionales influyen en la experiencia individual mejorando o disminuyendo a algún nivel dimensiones de Fe (Tischler et al., 2007)

**Factor Individual.** El factor individual dentro del modelo incorpora todos los sentimientos personales, experiencias y educación que dan forma al carácter personal, sin considerar específicamente el efecto de los parámetros organizacionales. Debido a que la investigación en espiritualidad y religiosidad se estudian desde hace poco, la mayoría de estos estudios se suelen medir desde el nivel individual, contrastando instrumentos de estos conceptos con otros temas organizacionales como el fraude (Purnamasari y Amaliahb, 2015), reducción del ausentismo (King y Crowther, 2004; Fry, 2003), satisfacción laboral (Fachrunnisa, Adhiatma y Mutaminah, 2014; Giacalone y Jurkiewicz, 2003), mayor alegría (Fachrunnisa et al. 2014, Giacalone y Jurkiewicz, 2003), desempeño organizacional (Fachrunnisa et al., 2014), compromiso organizacional (Rego y Pina-e-Cunha, 2008) y otros temas.

### Fase de aprendizaje.

Según Reynolds, una etapa de aprendizaje

es la comprensión e internalización de los impactos de las propias decisiones, que influyen en las decisiones futuras (Schwartz, 2016). Para Hunt y Vitell (1986), la etapa retrospectiva de aprendizaje se refiere a las consecuencias reales, siendo la principal construcción de aprendizaje que retroalimenta las experiencias personales. Ferrell y Gresham se refieren a este concepto como evaluación del comportamiento individual (Schwartz, 2016). Dentro del modelo conceptual PDF, el ciclo de aprendizaje fluye desde la última dimensión (comportamiento) a los factores personales y organizacionales del modelo, representando la influencia de las implicaciones del comportamiento personal y organizacional, y la evaluación de la proximidad alcanzada al estado deseado (cercanía a divinidad) que deriva en actuar en consecuencia. Según Fazio, “[...] la actitud puede derivarse de reacciones emocionales a un objeto, puede basarse en los comportamientos pasados y las experiencias con el objeto, o puede basarse en alguna combinación de estas fuentes potenciales de información evaluativa” (Mazereeuw et al., 2014: 4).

### Enfoques de medición

Este enfoque es el equivalente a la categoría de validez de Tischler et al. (2007), o “focus” de Heaton et al. (2004). Este componente comprende el enfoque de adentro hacia afuera y el enfoque de afuera hacia adentro (inside-out, outside-in). Los enfoques de medición definen el enfoque del estudio en relación con el punto de partida focal del estudio. Pawar (2009) explica que los enfoques de medición se pueden identificar en la literatura como el “punto focal

o punto de origen de donde la transformación espiritual tiene lugar en el lugar de trabajo” (377).

**Enfoque de medición de fuera hacia adentro (*outside-in*).** Este enfoque considera la percepción acerca de la facilitación de Fe en la organización (e.g. efectividad de los sistemas), y podría incluir contrastes con temas como el cambio de la motivación luego de una facilitación espiritual, manejo del estrés personal, prevención del fraude (Purnamasari y Amaliahb, 2015) y resistencia a la adversidad. Este enfoque se aplica con frecuencia a organizaciones que ya tienen un tipo de facilitación espiritual o de Fe.

**Enfoque de medición de adentro hacia afuera (*inside-out*).** Este enfoque evalúa el impacto de la fe individual hacia el entorno organizacional o hacia los indicadores de la organización. Este enfoque responde preguntas como: “Mi fe me ayuda a lidiar con relaciones de trabajo difíciles [...] veo mi trabajo como parte del plan de Dios para atender las necesidades de las personas [...]” (Lynn, Naughton y VanderVeen, 2009: 236) Los estudios de Espiritualidad o Religiosidad en organizaciones que aún no facilitan la Espiritualidad generalmente se miden con un enfoque de adentro hacia afuera contrastando el impacto, la influencia o la correlación de la Fe personal con otros asuntos de la organización, como el rendimiento, el compromiso, el nivel de estrés laboral, entre otros.

### Métodos de medición

**Método objetivo.** El método objetivo se

refiere a la investigación cuantitativa de Fe que incluye porcentajes o números sobre la frecuencia, el incremento o la disminución de los comportamientos, además del uso de instrumentos calibrados. Algunos ejemplos de reactivos de métodos objetivos aplicados al enfoque de adentro hacia afuera son “Ventas de productos nuevos vs. Plan [...]% de desperdicio [...]% de absentismo [...]” (Fry et al., 2010: 303). Además, en los estudios de literatura se pueden utilizar instrumentos calibrados para medir los efectos específicos de la espiritualidad o la religiosidad de un individuo como los utilizados en Nelson y Sutton para la evaluación del estrés psicológico dentro de las personas en un esquema organizativo de facilitación espiritual (i.e. presión arterial, frecuencia respiratoria, ritmo cardíaco) (Heaton et al., 2004). Schwartz (2016) recomienda también utilizar “[...] nuevos métodos científicos y estudios de actividad cerebral” (22).

**Método subjetivo.** El método subjetivo usualmente emplea cuestionarios o entrevistas en profundidad para estudiar la espiritualidad y / o la religiosidad (Heaton et al., 2004). Algunos ejemplos sobre las escalas que se pueden clasificar en esta subcategoría son el inventario de salud mental MHI-5th, la lista de comprobación de síntomas y la escala de estrés percibida que se mencionan en Heaton et al. (2004) Además, algunos ejemplos de ítems dentro de esta subcategoría son: “% de acuerdo con la satisfacción de vida [...] % de acuerdo con la esperanza/fe” (Fry et al., 2010: 303).



## ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Para evidenciar la brecha en la ciencia con respecto a los enfoques conceptuales y las dimensiones de Fe utilizadas a través de la literatura, analizamos algunos instrumentos de medición de TDE, ocho de ellos provenientes de los estudios considerados en las revisiones más representativas sobre el campo TDE (i.e. Ford y Richardson, 1994; Loe et al., 2000; O'Fallon y Butterfield, 2005; Craft, 2013; Vitell et al., 2015), y tres

instrumentos de medición en la literatura TDE disponible recientemente (i.e. Kashif et al., 2017; Tang, 2016; Singhapakdi et al., 2013), categorizándolos de acuerdo a los enfoques conceptuales, las dimensiones, enfoques de medición, métodos y enfoques del modelo conceptual en la Tabla 1,

**Tabla 1: Instrumentos de medición para espiritualidad y religiosidad en la TDE**

Autor del Instrumento	Enfoque conceptual	Dimensiones	Factor	Enfoques de medición	Métodos	Contrastado en ese estudio con:
Kashif et al., 2017	Religiosidad	Conocimiento Conciencia Conducta	Individual	Dentro-fuera	Subjetivo	Comparado con las normas morales, control conductual percibido, comportamiento pasado, e intención, desarrollado por Kashif et al.
Tang, 2016	Religiosidad	Conocimiento Conciencia Conducta	Individual	Dentro-fuera	Subjetivo	Comparado con la Escala de Inteligencia Monetaria, desarrollada por Tang y Sutarso.
Singhapakdi et al., 2013	Religiosidad	Conocimiento Conciencia Conducta	Individual	Dentro-fuera	Subjetivo	Comparado con la escala de juicio ético, y el escenario de la intención ética por Singhapakdi et al., 2013
Beekun y Westerman, 2012	Espiritualidad	Conciencia Conducta	Individual	Dentro-fuera	Subjetivo	Multi escenario.
Fernando y Chowdhury, 2010	Espiritualidad	Conciencia Conducta	0. Sociedad	Dentro-fuera	Subjetivo	Comparado con el Cuestionario de posición ética desarrollado por Forsyth.
Ho, 2010	Religiosidad	Conocimiento Conciencia Conducta	Individual	Dentro-fuera	Subjetivo	Comparado con Locus of Control desarrollado por MacDonald y Tseng's; la escala de orientación de relaciones por Ang; y la Escala de orientación monetaria de Tang y Gilbert.
Vitell et al., 2009	Religiosidad	Conocimiento Conciencia Conducta	Individual	Dentro-fuera	Subjetivo	Comparado con la identidad moral de Aquino y Reed.
Kurpis et al., 2008	Religiosidad	Conciencia Conducta	Individual	Dentro-fuera	Subjetivo	Comparado con el Compromiso con la auto-mejora moral desarrollado por Kurpis et al.; e Importancia Percibida de la Ética desarrollada por Singhapakdi et al.
Oumili y Baloun, 2009	Religiosidad	Conciencia Conducta	Individual	Dentro-fuera	Subjetivo	Comparado con la escala de valores éticos corporativos de Hunt et al.
Giacalone y Jurkiewicz, 2003	Espiritualidad	Conciencia Conducta	Individual	Dentro-fuera	Subjetivo	Comparado con el cuestionario ético desarrollado por Daniel et al.
Singhapakdi, Marta, Rallapalli, y Rao, 2000	Religiosidad	Conciencia Conducta	Individual	Dentro-fuera	Subjetivo	Comparado con el Cuestionario de posición ética desarrollado por Forsyth.

Fuente: Desarrollado por los autores en base a la literatura científica.

## DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra el esquema presente en cada instrumento de medición, entendiéndose esto como la combinación específica de enfoques conceptuales, dimensiones, factores, métodos y enfoques de medición dentro de los instrumentos analizados. Se encontró que ninguno de los instrumentos de medición analizados presenta el enfoque integrado de Espiritualidad y Religiosidad. También se puede apreciar que la mayoría de los instrumentos de medición no son multidimensionales, con excepción de recientes (i.e. Kashif et al., 2017; Tang, 2016; Singhapakdi et al., 2013). Esto es evidencia de que no hay estudios que midan la parte trascendental del ser humano, considerando la parte espiritual y la religiosa, si no están separados, aunque es necesario su estudio conjunto. También, se puede apreciar que todos los enfoques de medición estudiados por los instrumentos de medición analizados son enfoques dentro-fuera. Los métodos de medición empleados en esta muestra de instrumentos de medición son, en su totalidad, cuestionarios especializados y entrevistas adecuados para la investigación de TDE, lo que es considerado como método subjetivo por Heaton et al. (2004).

Este análisis permite apreciar la falta de estudios multidimensionales sobre la percepción de la fe en la TDE. Esta discusión no pretende ser exhaustiva, sino útil para evidenciar vacíos dentro de la investigación y para contribuir al mejor estudio de la parte trascendental del ser humano, y su aporte como factor influyente en la TDE.

**Investigación e Implicaciones Gerenciales**

Con base a este trabajo, sugerimos la investigación empírica que explore empíricamente el efecto mediador de los factores del modelo conceptual aquí propuesto. Además, es recomendable investigar acerca de la etapa de aprendizaje del modelo, que es nueva en el tema de la fe pero ya empleada en estudios de TDE. Además, el enfoque de medición externa es un enfoque poco estudiado en el campo. También recomendamos el estudio de la fe en las organizaciones con métodos de medición objetiva, que también son poco estudiados y que pueden desarrollar ampliamente este campo, sobre todo empleando herramientas de medición especializadas.

No obstante, es aconsejable desarrollar instrumentos de medición específicos para medir situaciones específicas (Miller y Ewest, 2013). El modelo conceptual presentado puede guiar el diseño integral de instrumentos de medición futuros que eventualmente contribuyan mejor al estudio más completo de fe en los negocios que pueda contribuir de mejor forma a la TDE.

Investigación futura puede mejorar el modelo con la evaluación (e.g. teórica y estadística) y la inclusión de las variables, factores o procesos faltantes.

El presente estudio menciona los canales formales e informales utilizados en una facilitación de fe en las organizaciones, además la mención de algunos instrumentos de medición de fe en la TDE que podrían

ser útiles y relevantes para su medición en las organizaciones, en el conocimiento de los gerentes. El modelo conceptual del PDF puede ser una guía para medir los esfuerzos organizacionales de facilitación de fe en cuanto a su estructura y evaluación.

Sugerimos el cuidado de TDE a través de sistemas formales, como las prácticas de contratación en la gestión de recursos humanos. Este estudio también expone los beneficios de la facilitación espiritual y religiosa en las organizaciones, lo que sugiere la adopción de prácticas espirituales

y religiosas como una forma de reforzar la organización buscando del sentido trascendental de los individuos.

### Limitaciones

Este modelo conceptual está diseñado para aplicarse principalmente en el contexto de negocios. Es posible que este modelo no considere otros factores clave, variables o procesos relevantes. Además, la relación entre las etapas del modelo conceptual del PDF requiere una exploración más detallada que podrán revelar investigaciones futuras.

## CONCLUSIONES

Este estudio ha encontrado que existe la necesidad de medir de forma complementaria la espiritualidad y la religiosidad en TDE, y que existe parcialidad en la consideración de las dimensiones de fe en los instrumentos de medición utilizados para

la TDE. El objetivo de este estudio fue acortar esta brecha al proponer el modelo conceptual de PDF. Exhortamos a considerar este esfuerzo para desarrollar y adoptar instrumentos de medición más exhaustivos para estudiar Fe y TDE.

## REFERENCIAS

- AFSAR, B., BADIR, Y., Y KIANI, U. (2016). "Linking spiritual leadership and employee pro-environmental behavior: The influence of workplace Spirituality, intrinsic motivation, and environmental passion". *Journal of Environmental Psychology*, 45, 79-88.
- AJZEN, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- AMMERMAN, N.T. (2013). "Spiritual but not religious? Beyond binary choices in the study of religion". *Journal for the Scientific Study of Religion*, 52(2) 258-278.
- ANDERSON, J.A., Y GRICE, J.W. (2014). "Toward an integrated model of Spirituality". *Journal of Psychology and Christianity*, 33(1), 3.

- BADRINARAYANAN, V., Y MADHAVARAM, S. (2008). "Workplace Spirituality and the selling organization: A conceptual framework and research propositions". *Journal of Personal Selling and Sales Management*, 28(4), 421-434.
- BEEKUN, R. I., Y WESTERMAN, J. W. (2012). "Spirituality and national culture as antecedents to ethical decisionmaking: A comparison between the United States and Norway". *Journal of Business Ethics*, 110(1), 33-44.
- BENEFIEL, M. (2005). "The second half of the journey: Spiritual leadership for organizational transformation". *Journal of the Leadership Quarterly*, 16(5), 723-747.
- CASH, K. Y GRAY, G. (2000). "A framework for accommodating religion and Spirituality in the workplace". *Academy of Management Review*, 14(3), 124-133.
- CAVANAGH, G.E. Y BANDSUCH, M.R. (2002). "Virtue as a Benchmark for Spirituality in Business". *Journal of Business Ethics*, 38(1/2), 109-117.
- COHEN, M.Z., HOLLEY, L.M., WENGEL, S. P., Y KATZMAN, R. M. (2012). "A platform for nursing research on Spirituality and Religiosity: Definitions and measures". *Western Journal of Nursing Research*, 34(6), 795-817.
- CRAFT, J.L. (2013). "A review of the empirical ethical decision-making literature: 2004-2011". *Journal of Business Ethics*, 117(2), 221-259.
- DOMBO, E.A., Y GRAY, C. (2013). "Engaging Spirituality in addressing vicarious trauma in clinical social workers: A self-care model". *Social Work and Christianity*, 40(1), 89-104.
- DUCHON, D., Y PLOWMAN, D.A. (2005). "Nurturing the spirit at work: Impact on work unit performance". *The Leadership Quarterly*, 16(5), 807-833.
- EBAUGH, H.R., CHAFETZ, J.S., Y PIPES, P.F. (2006). "Where's the Faith in Faith-based organizations? Measures and correlates of Religiosity in Faith-based social service coalitions". *Social Forces*, 84(4), 2259-2272.
- FACHRUNNISA, O., ADHIATMA, A., Y MUTAMINAH. (2014). "The role of work place Spirituality and employee engagement to enhance job satisfaction and performance". *International Journal of Organizational Innovation*, 7(1), 15.
- FERNANDO, M., Y R. M. M.I. CHOWDHURY. (2010). "The relationship between spiritual well-being



- and ethical orientations in decision making: An empirical study with business executives in Australia". *Journal of Business Ethics*, 95(2), 211-225. doi:10.1007/s10551-009-0355-y
- FORD, R.C., Y RICHARDSON, W.D. (1994). "Ethical Decision Making: A review of the empirical literature". *Journal of Business Ethics*, 13(3), 205-221. doi:10.1007/BF02074820
- FRY, L.W. (2003). "Toward a theory of spiritual leadership". *Leadership Quarterly*, 14(6), 693-727.
- FRY, L.W., MATHERLY, L.L., Y OUMET, J. (2010). "The spiritual leadership balanced scorecard business model: The case of the cordon bleu-tomasso corporation". *Journal of Management, Spirituality and Religion*, 7(4), 283-314.
- GIACALONE, R.A., Y JURKIEWICZ, C.L. (2003). "Right from wrong: The influence of Spirituality on perceptions of unethical business activities". *Journal of Business Ethics*, 46(1), 85-97.
- GLICKSMAN, A. (2009). "The contemporary study of religion and Spirituality among the elderly: A critique". *Journal of Religion, Spirituality and Aging*, 21, 244-258.
- GOTSIS, G., KORTEZI, Z. (2008). "Philosophical foundations of workplace Spirituality: A critical approach". *Journal of Business Ethics*, 78, 575-600.
- HEATON, D.P., SCHMIDT-WILK, J., AND TRAVIS, F. (2004). "Constructs, methods, and measures for researching Spirituality in organizations". *Journal of Organizational Change Management*, 17(1), 62-82.
- HODGE, D.R. (2013). "Implicit spiritual assessment: An alternative approach for assessing client Spirituality". *Social Work*, 58(3), 223-230.
- JAMALI, D., Y SDIANI, Y. (2013). "Does Religiosity determine affinities to CSR?" *Journal of Management, Spirituality and Religion*, 10(4), 309-323.
- JURKIEWICZ, C. L., AND GIACALONE, R. A. (2004). "A values framework for measuring the impact of workplace Spirituality on organizational performance". *Journal of Business Ethics*, 49(2), 129-142.
- KASHIF, M., ZARKADA, A., Y THURASAMY, R. (2017). "The moderating effect of Religiosity on ethical behavioural intentions an application of the extended theory of planned behaviour to pakistani bank employees". *Personnel Review*, 46(2), 429-448. doi:10.1108/PR-10-2015-0256

- KHASAWNEH, S. (2011). "Cutting-edge panacea of the twenty-first century". *International Journal of Educational Management*, 25(7), 687-700.
- KIM, N., HUH, H., Y CHAE, J. (2015). "Effects of Religiosity and Spirituality on the treatment response in patients with depressive disorders". *Comprehensive Psychiatry*, 60, 26-34.
- KING, J.E., Y CROWTHER, M.R. (2004). "The measurement of Religiosity and Spirituality: Examples and issues from psychology". *Journal of Organizational Change Management*, 17(1), 83-101.
- KLERK, J.J. (2005). "Spirituality, meaning in life, and work wellness: a research agenda". *The International Journal of Organizational Analysis*, 13(1), 64-88.
- KOENIG, H.G., McCULLOUGH, M. Y LARSON, D.B. (2000). *Handbook of Religion and Health*, Oxford University Press, New York, NY.
- KURPIS, L.V., BEQIRI, M.S., Y HELGESON, J.G. (2008). "The effects of commitment to moral self-improvement and Religiosity on ethics of business students". *Journal of Business Ethics*, 80(3), 447-463. doi:10.1007/s10551-007-9430-4
- LEHNERT, K., PARK, Y., Y SINGH, N. (2015). "Research note and review of the empirical ethical decision-making literature: Boundary conditions and extensions". *Journal of Business Ethics*, 129(1) 195-219. doi:10.1007/s10551-014-2147-2
- LOE, T. W., FERRELL, L., Y MANSFIELD: (2000). "A review of empirical studies assessing Ethical Decision Making in business". *Journal of Business Ethics*, 25(3), 185-204. doi:10.1023/A:1006083612239
- LUQUIS, R.R., BRELSFORD, G.M., Y ROJAS-GUYLER, L. (2012). "Religiosity, Spirituality, sexual attitudes, and sexual behaviors among college students". *Journal of Religion and Health*, 51(3), 601-614.
- LYNN, M. L., NAUGHTON, M. J., Y VANDERVEEN, S. (2009). "Faith at work scale: Justification, development, and validation of a measure of judaeo-christian religion in the workplace". *Journal of Business Ethics*, 85(2), 227-243. doi:10.1007/s10551-008-9767-3
- MACKINNON, D. P., A. J. FAIRCHDD Y FRITZ, M. S. (2007). "Mediation Analysis". *Annual Review of Psychology*, 58(17), 1-22.
- MAZEREEUW, C., KAPTEIN, M., Y GRAAFLAND, J. J. (2014). "Religiosity, CSR attitudes, and CSR

- behavior: An empirical study of executives' Religiosity and CSR". *Journal of Business Ethics*, 123(3), 437-459.
- MILLER, D.W., Y EWEST, T. (2013). "The present state of workplace Spirituality: A literature review considering context, theory, and Measurement/Assessment". *Journal of Religious and Theological Information*, 12(1-2), 29-54.
- MOSHADI, S.A., Y AMJAD, S. (2016). "Ethical Decision Making in businesses: Linking rational and non-rational theories". *International Journal of Information, Business and Management*, 8(3), 56.
- O'FALLON, M.J., Y BUTTERFIELD, K.D. (2005). "A review of the empirical ethical decision-making literature: 1996-2003". *Journal of Business Ethics*, 59(4), 375-413.
- OUMLIL, A.B., Y BALLOUN, J.L. (2009). "Ethical decision-making differences between American and Moroccan managers". *Journal of Business Ethics*, 84(4), 457-478. doi:10.1007/s10551-008-9719-y
- PAWAR, B.S. (2009). "Workplace Spirituality facilitation: A comprehensive model". *Journal of Business Ethics*, 90(3), 375-386.
- PETERSON, C., Y SELIGMAN, M. E.: (2004). *Character strengths and virtues: A handbook and classification*. Oxford University Press. New York, NY.
- PROESCHOLD-BELL, R., YANG, C., TOTH, M., RIVERS, M., Y CARDER, K. (2014). "Closeness to god among those doing god's work: A spiritual well-being measure for clergy". *Journal of Religion and Health*, 53(3), 878-894.
- PURNAMASARI, P., Y AMALIAHB, I. (2015). "Fraud prevention: relevance to Religiosity and Spirituality in the workplace". *Social and Behavioral Sciences*, 211, 827-835.
- REGO, A., Y PINA-E-CUNHA, M. (2008). "Workplace Spirituality and organizational commitment: An empirical study". *Journal of Organizational Change Management*, 21(1), 53-75.
- REST, J.R. (1986). *Moral development: Advances in research and theory*. New York, Praeger.
- SCHWARTZ, M.S. (2016). "Ethical decision-making theory: An integrated approach". *Journal of Business Ethics*, 139(4), 755-776. doi:10.1007/s10551-015-2886-8
- SHELDRAKE: (2007). *A brief history of Spirituality*. Wiley-Blackwell.

- SHERAFATI, M., MOHAMMADI, R., E ISMAIL, M. N. (2015). "The study of the effect of organizational culture on organizational Spirituality". *European Online Journal of Natural and SS*, 4(1), 165.
- SINGHAPAKDI, A., VITELL, S.J., LEE, D., NISIUS, A.M., Y YU, G.B. (2013). "The influence of love of money and Religiosity on Ethical Decision-Making in marketing". *Journal of Business Ethics*, 114(1), 183-191. doi:10.1007/s10551-012-1334-2
- SOLTANI, M. (2012). "Situation Analysis and optimal design of corporate culture of organizations, armed forces based on religious principles and values of the Islamic Revolution". *The Journal Research in Islamic Management*, 20(1), 99-122.
- TANG, T.L. (2016). "Theory of monetary intelligence: Money Attitudes—Religious values, making money, making ethical decisions, and making the grade". *Journal of Business Ethics*, 133(3), 583-603. doi:10.1007/s10551-014-2411-5
- TISCHLER, L., BIBERMAN, J., Y ALTMAN, Y. (2007). "A model for researching about Spirituality in organizations". *Business Renaissance Quarterly*, 2(2) 23.
- VITELL, S.J., BING, M.N., DAVISON, H.K., AMMETER, A. P., GARNER, B. L., Y NOVICEVIC, M. M. (2009). "Religiosity and moral identity: The mediating role of self-control". *Journal of Business Ethics*, 88(4), 601-613.
- WEAVER, G. R., Y AGLE, B. R. (2002). "Religiosity and ethical behavior in organizations: A symbolic interactionist perspective". *Academy of Management Review*, 27(1), 77-97.



# LA UTILIZACIÓN DE LA LÓGICA MODAL COMO ESTRATEGIA PRAGMÁTICA EN LA PRESENTACIÓN DE LA DIGNIDAD HUMANA COMO PRINCIPIO FILOSÓFICO DE LA BIOÉTICA

— José Enrique Gómez Álvarez\*

## RESUMEN

En la enseñanza de la Bioética he hecho énfasis en los aspectos argumentativos de la misma. Dentro de lo anterior, en cuanto a los principios de la misma, que pudieran parecer claros a algunas personas y evidentes, y sobre todo, fáciles de distinguir de principios de corte teológico de cualquier denominación se encuentra el de Dignidad de la persona humana. Sin embargo, en la práctica no sucede eso. El principio de la dignidad humana (PDH en adelante) entendido éste como “respeto absoluto a cada ser humano”, suele generar en los alumnos una lectura religiosa de la Bioética. Es cierto que el principio de la dignidad humana deriva probablemente de la noción de ser creatura de Dios. Esto lleva a los alumnos a rechazar el principio como un elemento teológico basado en una fe religiosa, la que sea, superado en la Modernidad, lo que los lleva a una visión subjetivista de la Bioética.

¿Podría el PDH expresarse de otro modo para mostrar una justificación racional no religiosa? La ponencia propone explorar una versión modal de la misma (D4) en donde se muestre que si consideramos el PDH como categorías de las modalidades de posibilidad y necesidad creo que puede ayudar a mostrar un sentido fuerte y débil del PDH de modo que se presenten argumentaciones racionales aceptables, sin apelar al sentido religioso original del PDH. Esta propuesta se fundamenta en principios que pueden ser aceptados tanto en pensadores religiosos como no religiosos en base a ciertos principios de las sociedades liberales.

Palabras clave: Lógica doxástica, principios, dignidad humana, sociedad liberal

## ABSTRACT

When teaching bioethics, it is quite common to emphasize on logical and argumentative issues. From that perspective, I've insisted to my students about the importance of principles, especially those which must be distinguished from theological principles. Nevertheless, when it comes to

\* Doctor en Filosofía por la Universidad de Navarra. Maestro en Gerontología Social por la UNINI. Profesor investigador del CISAV en el área de Bioética.



practice, it often doesn't occur. The Human Dignity Principle (HDP), understood as the absolute respect for every single human being, appears to most people as a religious principle. That is the reason for considering Bioethics a religious theme. Of course, it is true that HDP appears like a "natural" consequence of being a creature of God. So if this is true, Modernity ought to reject the HDP, as an aftereffect of religious faith, thus disagreeing with secularized principles. Due to the mentioned statement, we have a relativistic view of Bioethics.

Could it be DHDP principle nowadays exists as a rational and a non-religious principle? This paper aims to explore a modal version of the principle (In D4) in which we may show, thanks to the possibility and necessity modal categories, a strong and a weak sense of HDP in such a way that the rational discussion over that principle, appears admissible to people that do not accept the religious sense of the principle.

Keywords: doxastic logic, principles, human dignity, liberalism.

## I. INTRODUCCIÓN: LA DIGNIDAD, ¿UN PROBLEMA?

Es común, trillado, afirmar que la dignidad de la persona humana es el fundamento de los Derechos Humanos. Por ejemplo Saldaña refiere a esto cuando señala:

El recorrido llevado a efecto hasta aquí nos posibilita a señalar que la dignidad humana se constituye, sin duda, en una cualidad de todo ser humano, de todo aquel ser que pertenece a la especie *homo sapiens*- Es, sin duda una cualidad universalmente compartida por todos los seres humanos. Sin embargo, esta afirmación está muy lejos de descansar sobre bases pacíficas, máxime si como afirmamos más arriba, dicha dignidad es un dato ontológico que sólo puede ser comprendida desde una filosofía del Absoluto<sup>1</sup>.

Y el fundamento del principio: pues Dios.

Si somos proyecto de Dios parece ser que nuestra vida, no importando las circunstancias está "dirigida" a algo a algún fin, aunque no lo conozcamos. Esta idea de imagen entendida como proyecto sería el fundamento "metafísico" del principio.

En una sociedad secular, esta noción difícilmente puede ser invocada. No vale argumentar que "puede" probarse la existencia de Dios. Ya que incluso las pruebas teístas están lejos de demostrar un Dios de esa naturaleza. Es decir, el Dios de la revelación probablemente no puede adjudicarse por esta vía.

No deja de ser interesante que Saldaña deja la cuestión resuelta: sólo puede ser comprendidas por quien... ¿Es *ad hominem* la afirmación? Significa que el que no acepta ese supuesto dato "evidente" en realidad está fuera de la jugada. El mismo autor

<sup>1</sup> Saldaña, J. (2006): "La dignidad de la persona. Fundamento del derecho a no ser discriminado injustamente", *Derecho a la no discriminación*, Torre Martínez, C. (editor). UNAM, 69.

cuando cita a Tomassini Bassols<sup>2</sup> afirma que él critica una versión “tan tosca” del derecho natural<sup>3</sup>.

También he subrayado lo de cualidad y universalmente aceptada. ¿Realmente es así, ¿es una “cualidad” o es un modo de vernos a nosotros mismos y a los otros?

Es cierto, como se dijo arriba que en las Declaraciones de los Derechos Humanos recientes (del siglo XX en adelante) se ha apelado a ese concepto, pero la justificación de la misma ha sido de lo más variada. Sospecho que además probablemente incompatible en muchos sentidos:

De la Peña resalta el hecho de que no había unanimidad en las concepciones cuando reseña los resultados de la Declaración Universal de los Derechos Humanos:

Es de señalar el jusnaturalismo al que, por lógica jurídica, se vieron llevadas las propuestas de algunos de los partícipes en la deliberación, que, sobre el papel, profesaban empero, oficialmente, alguna versión del positivismo jurídico. En la coincidente perspectiva de varias de las influencias que se manifestaron en la comisión —concretamente el confucianismo del Dr. Chang, el tomismo de Charles Malik y Jacques Ma-

ritain y el solidarismo de Cassin—, deberes y derechos son recíprocos, basándose la titularidad de unos derechos esenciales del individuo humano en la común pertenencia a la familia humana, en el deber de fraternidad recíproca dimanante de esa pertenencia, y no en la mera clasificabilidad del individuo bajo un determinado concepto específico, o en su separada posesión de la abstracta forma sustancial homo. De donde se sigue que no habría derechos humanos si no hubiera humanidad. (Un individuo humano que fuera el único miembro de la especie en un universo sin ningún semejante ¿sería titular de derechos humanos?) Ni siquiera se funda dicha titularidad en los rasgos enaltecidos típicamente poseídos por los animales de tal especie, que la Declaración va a recoger en su artículo 1, a saber la razón y la conciencia.<sup>4</sup>

Es decir, hay que resaltar que nunca ha habido esa unanimidad y en ese sentido es correcta la observación de Tomassini en cuanto al ajuste *ad hoc* que aparecen a menudo cuando se habla de derechos humanos.<sup>5</sup>

He subrayado también la idea de fraternidad recíproca y no la mera pertenencia la

2 Bassols Tomassini, Alejandro. (2009): *Pena capital y otros ensayos*, Ícarus ediciones, México.

3 Saldaña, Javier, 2006, La dignidad de la persona humana. Fundamento a no ser discriminado injustamente, 71.

4 Peña y Gonzalo, Lorenzo. (2015): “Una fundamentación jusnaturalista de los derechos humanos”, 281-282.

5 Bassols, Tomassini, 2009, *Pena capital y otros ensayos*, 77.

especie, ya que de hecho no todos están de acuerdo con ese criterio a la hora de definir y defender la dignidad humana. Este concepto que puede ser comprendido también como “solidaridad” y agregaría “humildad” ante los otros son virtudes de una sociedad liberal, no importando en su sentido si son o no producto de la evolución biológica para efectos prácticos del argumento. Así estos conceptos, junto con otros más que se verán la sección II y III sirven de la teoría meta lógica que apoya la propuesta.

Así que la conclusión de Saldaña respecto a la Declaración, que en un momento citaré, requeriría ciertos matices, en cuanto a la contundencia con que presenta su análisis. Así, él mismo afirma:

... la Declaración Universal propone, desde mi punto de vista, cuatro conclusiones importantes a propósito de la dignidad de la persona. 1) La dignidad es la base o fundamento de los derechos humanos, de la justicia y de la paz social; 2) existe un reconocimiento universal de la existencia de esa dignidad, y hay también una convicción generalizada de que la misma es algo valioso, valioso de suyo, con un valor inmanente al propio hombre quien es su titular o la posee; 3) de la dignidad participan hombres y mujeres por igual; y 4) la idea de dignidad de la persona se en-

cuentra en estrecha vinculación con la libertad humana.<sup>6</sup>

De lo anterior me parece que pueden combinarse o mejor retomarse las ideas de los dos autores: por un lado no suponer que ese reconocimiento es obvio ni nada por el estilo, pero sí admitir que aún en la Declaración cuando se discutieron los fundamentos de los Derechos Humanos se descubrieron algunos temas de consenso que quizás ayuden a proponer una versión (por muy débil que sea) de dignidad humana que sea aceptable para la discusión y análisis, para no apelar, cómo ya hemos apuntado a una preconcepción religiosa. De estos elementos podemos rescatar: la libertad y la conciencia que comparten y compartieron muchos de los que participaron en la discusión de la Declaración.

Cómo notamos antes la idea de la mera pertenencia la especie no parece criterios suficiente o al menos no aceptado por todos.<sup>7</sup>

La misma idea de Derecho Natural implica que es algo promulgado y eso supondría algo así como un legislador universal. Idea por cierto que manifiesta Tomás de Aquino y los estoicos. Sin embargo, esa idea de ningún modo es evidente, como a mi parecer Hume demostró las dificultades al aplicar ese concepto a la vida diaria en cuanto al hecho de oponerse o no a la voluntad di-

6 Saldaña, Javier, 2006, La dignidad de la persona humana. Fundamento a no ser discriminado injustamente, 62.

7 Recordar sencillamente a Peter Singer como un autor que rechaza esa idea.

vina (en el supuesto mismo de que se diera algo así).

En consecuencia surge la pregunta ¿entonces por qué aceptar ese principio?

He subrayado ya elementos del lenguaje que resultan difíciles de traducir o darle un sentido exacto: “solidaridad”, sería un

caso de ello. Esto nos lleva a la cuestión que abordaremos en la sección III ¿cómo traducir los operadores modales aléticos a deónticos que pudiese reflejar mejor un sentido fuerte y débil del deber de respeto de la dignidad humana? Pero ahora pasemos a un ejemplo de este tipo de problemas filosóficos que pueden abordarse con lógica modal.

## II. UN EJEMPLO DE DIFICULTAD EN LA INTERPRETACIÓN DE LOS OPERADORES MODALES: RICHARD SWINBURNE

La lógica modal (o de la necesidad y la posibilidad) ya ha sido utilizada ampliamente con la finalidad de representar mejor argumentos que no pueden ser simbolizados en la lógica clásica proposicional o cuantificacional. Así la ética del deber, la lógica jurídica y uno de los campos más socorridos: la teodicea hace uso de estas estrategias.

Respecto a los temas de la antropología Richard Swinburne ha utilizado la lógica modal para defender su dualismo antropológico. *De facto*, la actitud de Swinburne que es apologética, trata de mostrar que sus presupuestos no dependen de premisas teológicas. Así él señala: “Afirmando que una persona puede continuar si el cuerpo es destruido solamente quiero decir que es lógicamente posible, que no hay contradic-

ción en suponer que el alma continua existiendo sin un cuerpo”.<sup>8</sup>

El mismo Swinburne explica que tiene dos partes su argumento. El primero consiste en demostrar que hablar de la personas no es analizable en términos de hablar acerca de sus cuerpos y su conexión con la vida mental.<sup>9</sup>

La parte, modal del argumento es que, partiendo del hecho anterior, el mismo autor sugiere: “... es lógicamente posible continuar existiendo solas cuando sus cuerpos son destruidos”.<sup>10</sup>

No deja de ser curioso que la propia afirmara ya parece una petición de principio suponer que el dualismo es posible porque el propio lenguaje apunta con “sus cuer-

8 “--- by saying that the person ‘can’ continue if the body is destroyed I mean only that it is logically possible, that there is no contradiction in supposing the soul to continue to exist without a body”. (Swinburne, Richard. (1997): *The Evolution of the soul*, Oxford, New York, 146-147).

9 Swinburne, Richard, 1997, *The Evolution of the soul*, 147.

10 Idem,

pos” ya supone lo mismo: es decir, el hablar de sus cuerpos parece sugerir que hay un poseedor de. Pero de momento eso no nos interesa en este contexto.

¿Cómo se argumenta lo anterior? Swinburne señala que el criterio es que hay una *continuum* de materia cambiante, pero se mantiene la misma persona a través de los cambios. (la idea de substancia). Así señala el hecho de que cuando sobrevivimos a una operación: se nos remueven partes del cuerpo o son suplantados por otras, por ejemplo: en el trasplante, y seguimos siendo los mismos.

Por supuesto, aparece la cuestión de si nuestro cerebro sería nuestra identidad<sup>11</sup>. Así, una persona que se le deteriora el cerebro, ¿sigue siendo la misma ontológicamente? Si no recuerdo quien soy “yo”, ¿“soy yo”? O en el ejemplo de Swinburne: Si supiéramos que podemos trasplantar parte del cerebro a otro cuerpo y resulta que las dos personas tuviesen recuerdos similares, es claro, que no son la misma persona ya que “... claramente... ellos tendrían vidas mentales distintas”<sup>12</sup>. Nótese que el argumento solo habla de la posibilidad lógica del mismo, es decir, Swinburne quiere mostrar que no tendríamos certeza de que pasó con la persona, aunque sí con

sus partes biológicas. Lo anterior podemos relacionarlo de modo analógico con la dignidad humana: tendrían cada uno su dignidad.

Podría surgir una objeción. El trato digno y su fundamento, el cuerpo, quedaría aislado (al menos de modo lógicamente posible), por lo que ciertas acciones a mi cuerpo no atentan contra mi dignidad, siempre y cuando “yo” quede intacto. Así, una cachetada inesperada en el transporte público no afectaría a mi persona, “solo” altero mi posición en el espacio. El ejemplo nos muestra que en el “mejor” de los estoicos estados posibles es contra intuitivo.

Por ahora regresemos a lo planteado acerca del alma por Swinburne, El reconoce que la objeción de que los objetos no-vivos no aparece ningún problema en reconocer que las cosas pueden “sobrevivir” en partes, las computadoras son un excelente ejemplo: mi mouse y hardware sobreviven en otra máquina.<sup>13</sup> Sin embargo, el insiste en que a diferencia de los objetos inanimados: “Las personas tienen esperanzas, temores y recuerdos que disfruta darle sentido a la vida de una supervivencia parcial... es difícil en darle algún sentido a la noción de ser”.<sup>14</sup>

Swinburne insiste que aunque fuese posi-

11 Cf. Idem, 148.

12 Idem.

13 Claro que esto nos llevara a algunas dificultades interesantes, Si aceptamos el dualismo, como lo propone Swinburne, se pone en entredicho, al menor “prima facie”, de si la dignidad es “afectada” por intervenir en el cuerpo.

14 “People has hopes, fears, and memories which make it very difficult to give sense of the idea of their partial survival” (Idem, 149).



ble ese trasplante, no garantizaría que se sea “yo”, ya que incluso es factible suponer una mente implantada o sugerida de recuerdos. En pocas palabras, que la “identidad personal” no deriva de una continuidad corporal. Pero aclara que “no deja fuera la posibilidad que algo de la materia corporal necesite continuar también, si la identidad personal continuara”.<sup>15</sup>

Pero considerar que el mero “experimento mental” de la vida después de la muerte elimina la posibilidad indicada ya que podemos superar lógicamente que un hombre tenga las mismas propiedades mentales aunque su cuerpo fuese aniquilado.

La segunda parte del argumento señala que el “alma” es una substancia en un sentido cuasi aristotélico:

Una sustancia S2 en el tiempo t2 es la misma sustancia previa s1 en t1 si y solo si s2 está hecha del mismo material (stuff) como s1 (o material

obtenido del mismo por substitución gradual).

De ahí deriva, según Swinburne que al ser un hecho la identidad personal sin cuerpo, entonces no es posible que consista solo en materia y mi “yo” debería continuar existiendo.<sup>16</sup> Nagasaka sostiene que estos argumentos mentales le sirven o intentar servir de soporte a su argumento modal, pero que en el fondo son peticiones de principio.<sup>17</sup>

Su resumen modal se presenta a continuación. En notas agregó los comentarios de Rostalka y Urbaniak<sup>18</sup> sobre la interpretación del sentido de las mismas y que resultan muy clarificadores respecto al sentido del argumento:

P= yo soy una persona consciente y existo en 1984.

Q= mi cuerpo es destruido el último instante de 1984.

<sup>15</sup> Idem 151.

<sup>16</sup> Cf. Idem 322.

<sup>17</sup> (a) The disembodiment experiment where it is imagined that a person becomes disembodied and continues to exist, and (b) transfer experiment where a person gradually “moves” his ability to control the body from his own body to another body, thus switching bodies. Then he argues that Swinburne cannot use (a) because it already assumes the existence of the soul and that (b) does not support the claim that soul exists, because it hasn’t been proven that the existence of the soul is the only possible explanation of the personal identity in the transfer case. First of all, Swinburne might respond, (a) does not, strictly speaking, assume the existence of the soul. It only postulates the possibility that it exists. Secondly, (b) was not a thought experiment put forward to support (2). Rather, it was a part of quite a different argument (for the view that physical continuity is not a necessary condition for personal identity). The gist of Nagasawa’s criticism seems to be that he disagrees with the so-called quasi-Aristotelian premise which says that there is no identity through time between two objects if they have no part in common. In this sense, Nagasawa’s criticism is the criticism of (3): he points out that maybe one can survive the destruction of their body even if one does not have a body, or at least, that Swinburne hasn’t excluded such a possibility. Agnieszka Rostalska Rafal Urbaniak (2009). “Swinburnes Modal argument for the existence of Soul”, 4. En: [http://www.academia.edu/190607/Swinburnes\\_modal\\_argument\\_for\\_the\\_existence\\_of\\_the\\_soul](http://www.academia.edu/190607/Swinburnes_modal_argument_for_the_existence_of_the_soul)

<sup>18</sup> Con algunas modificaciones presentan la prueba demostrada en Método de deducción natural en Idem, 7-8-

R= tengo un alma en 1984.

S= yo existo en 1985.

X= abarca todas las proposiciones compatibles con  $(p \wedge q)$  y describen el estado de hechos de 1984.

P	Premisa 1
$(x) \diamond(P \wedge Q \wedge X \wedge S)$	Premisa 2 <sup>19</sup>
$\neg \diamond(P \wedge Q \wedge \neg R \wedge S)$	Premisa 3 <sup>20</sup>
$\square(P \rightarrow R)$	Conclusión <sup>21</sup>

Como bien señala Swinburne las objeciones más fuertes son en torno a la premisa 3, por ejemplo señalando que al desconocerse la naturaleza de la substancia humana, que es un tema de naturaleza empírica y por tanto no refutable por experimentos mentales como el suyo Naturaleza empírica y por tanto, no inferible por experimentos mentales. Dicho de otro modo necesitamos estudiar la naturaleza del cerebro, las consecuencias, etc. Para descartar si en realidad podemos tener una identidad personal sin cerebro. Claro está que muchos neurólogos negarían en consecuencia el

argumento modal para un dualismo de la substancia”.

Ya se comentó que un problema con el dualismo (aceptado por hipótesis que fuese verdadero) es que parece llevar a negar la dignidad si la acción u omisión que se haga a una persona es “solo” en su cuerpo. Es verdad que puede insistirse que no, pero se planteó entonces el hecho que la dignidad se entregue con el cuerpo entero. Si esto es así, ¿Por qué? Lo debemos considerar como un valor absoluto, o ¿algo que en sí mismo es contingente? Aparece la dificultad de que parece arbitrario, o de plano, que suponemos que hay que apelar a un Dios teísta para justificarlo. Ahora bien, no pienso que puede analizarse la cuestión por otra vía. El propio Swinburne cuando analiza la “evidencia de la identidad personal”<sup>22</sup>, señala que los criterios principales son la creatividad del cerebro y la memoria personal aparente. Apunta asimismo que por memoria aparente es: “la memoria de la expresión y actos... la memoria aparente personal es cualquier

19 Premise (2) says that any sentence compatible with  $C \wedge D$  and describing 1984 states of affairs is compatible with  $C \wedge D \wedge E$  but premise (3) says that  $\neg S$  is not compatible with  $C \wedge D \wedge E$ . Therefore,  $\neg S$  is not a sentence that is compatible with  $C \wedge D$  and describes 1984 states of affairs. Or, in other words, premises (2) and (3) together entail that  $\neg S$  is not within the range of  $p$ . But if  $\neg S$  is not compatible with  $C \wedge D$ ,  $C \wedge D$  entails  $S$ , because if  $\neg S, C, D$  can't be simultaneously true,  $\neg S$  cannot be true if  $C$  and  $D$  are true, and hence, if  $C$  and  $D$  are true,  $S$  has to be true. But  $D$  doesn't have any impact on the truth of  $S$ . Therefore,  $C$  itself entails  $S$ .

20 Premise (2) says that any sentence compatible with  $C \wedge D$  and describing 1984 states of affairs is compatible with  $C \wedge D \wedge E$  but premise (3) says that  $\neg S$  is not compatible with  $C \wedge D \wedge E$ . Therefore,  $\neg S$  is not a sentence that is compatible with  $C \wedge D$  and describes 1984 states of affairs. Or, in other words, premises (2) and (3) together entail that  $\neg S$  is not within the range of  $p$ . But if  $\neg S$  is not compatible with  $C \wedge D$ ,  $C \wedge D$  entails  $S$ , because if  $\neg S, C, D$  can't be simultaneously true,  $\neg S$  cannot be true if  $C$  and  $D$  are true, and hence, if  $C$  and  $D$  are true,  $S$  has to be true. But  $D$  doesn't have any impact on the truth of  $S$ . Therefore,  $C$  itself entails  $S$ . (Idem, 2).

21 Swinburne no pone especificamente la conclusion así, sino que se deduce del texto cuando él dice: “So I conclude that  $p$  by itself entails  $r$ ” (Idem, 323).

22 Swinburne, Richard, 1997, *The Evolution of the soul*, 161-173.

cosa que parezca al sujeto ser una memoria personal”.<sup>23</sup>

La conclusión señalada de otra pista de definición de la dignidad: no tenemos que apelar a la memoria “exacta”, sino al hecho de que una persona debe ser considerada como la misma, como la que se recuerda que ha sido”.<sup>24</sup>

Dicho de otro modo ¿Qué sucede cuando una persona pierde la memoria “real” de

hechos y circunstancias? Nada, la persona, en su memoria aparente “se sabe a sí mismo” y esto nos obliga reconocerlo como tal. Así entendido, no “¿hay perdida de dignidad?”. Esto plantea el problema de si utilizar su memoria aparente, pidiese algo como: “la suspensión de un tratamiento efectivo contra su enfermedad” que no corresponde a lo que otro observador considera su “auténtica” persona, ¿deberíamos obedecerlo por respeto a su autonomía?

### III. UNA INTERPRETACIÓN DEÓNTICA OPERATIVA PARA LA DIGNIDAD HUMANA

Pues bien la lógica modal al ser interpretada en lógica deóntica los operadores clásicos pueden entenderse como “Es obligatorio” (O), y “es permisible” (P), a partir de los operadores aléticos “es necesario” ( $\square$ ) “es posible” ( $\diamond$ ).

La parte interesante es ¿cómo interpretarlos para así mostrar otro modo de entender el principio y su fuerza coactiva? ¿Qué sucede con las interpretaciones? ¿Podemos establecer una traducción de los operadores modales que no nos lleven a sus extrañas paradojas cómo vimos se suelen producir?

Dicho en otros términos aparece el problema de “qué tanta garantía tenemos que

dada la evaluación de validez en un argumento lógico nos dará una afirmación precisa de la validez de argumentos en lenguaje natural”.<sup>25</sup> En otros términos: al realizar la traducción del lenguaje natural al artificial no se logra el cometido de representar adecuadamente el mismo lenguaje llevando así a paradojas.<sup>26</sup>

En el caso de la lógica deóntica standard, la proposición:

$(Pp \rightarrow P(p \vee q))$ , puede probarse válido en D4 Tor medio de un árbol:<sup>27</sup>

- |  |              |     |
|--|--------------|-----|
| (1) $\neg(Pp \rightarrow P(p \vee q))$ , | ( $\omega$ ) | NTF |
| (2) Pp                                   | ( $\omega$ ) | 1   |

23 Idem, 161-162.

24 Cf. idem 173

25 Girle, Rod, 2000. *Modal Logics and Philosophy*, 179.

26 Redmond realiza un resumen, que complementa muy bien, el esquema de Girle en *Lógica simbólica para todos*, Universidad Veracruzana, 1999.

27 Girle, Rod, 2000. *Modal Logics and Philosophy*, 174.

(3) $\neg P(pvq)$	( $\omega$ )	1
$\neg Pp$	( $\omega$ )	3
X		

Sin embargo lleva a cuestiones extrañas cuando aplicamos el lenguaje natural:

(1') Si me es permisible presentar el examen final, entonces Me es permisible copiar las respuestas.

Esto parece ir en contra de normas claras respecto a lo que se debe hacer o no en el aula. Sin embargo, de nuevo, dependiendo como interpretemos es cómo podemos, al menos en ocasiones, con estas paradojas. En este caso puede entenderse sencillamente como el estado de cocas que se siguen al permitir algo y en ese sentido la proposición es perfectamente consistente (no sólo lógicamente) con el estado de hechos. Si se me es permitido hacer el examen, implica que todo lo que haga al hacerlo está implicado en la autorización en el sentido de todas las consecuencias del mismo. Así podría obtenerse también la proposición:

(1'') Si me es permisible presentar el examen final entonces me es permisible re-probar el examen.

O

(1''') Si me es permisible presentar el examen final entonces me es permisible romper el examen. Y así ...

Claro está, que surge la pregunta de qué

traducción de "permisible" u "obligatorio" disminuiría o representaría mejor la obligatoriedad de la dignidad humana, su justificación como principio para aceptarlo en las discusiones, como el ejemplo aludido de los derechos humanos. Una objeción qué se podría hacerse a lo que acabo de comentar es, recordando las palabras de Aristóteles:

Se llama principio... el punto desde donde una cosa empieza a ser cognoscible... por ejemplo de las demostraciones, las premisas... Pues todas las causas son principios. Así, pues, a todos los principios es común ser lo primero desde lo cual algo es o se hace o se conoce.<sup>28</sup>

Po lo que afirmar que como presentamos la justificación de la dignidad nos llevaría a desconocer su naturaleza de principio. , es decir, que soy un necio al querer demostrar un principio, en cuanto que los principios, como tales no se demuestran: se aceptan o no. Pero de nuevo regresamos a lo dicho en la sección I de este trabajo: es claro que no todos aceptan la dignidad humana como el fundamento de los Derechos Humanos, es decir, no se acepta como principio de demostración y aún en el caso de que así fuese, no se entiende lo mismo, cómo se indicó oportunamente. Así que me sigue pareciendo pertinente tratar de mostrar, nótese mostrar, al rodear, al clarificar lo que podría significar operativamente PDH y expresarlo en una forma deóntica.

Se puede ensayar una versión qué es acor-

28 Metafísica, V, 1012b 34- 1013ª 20.

de con ciertas posiciones tradicionales, pero sin conceder por evidente el PDH. Asimismo me parece que puede presentarse sin hacer alusión a un Absoluto ontológico para darle justificación. Esto es podemos proponer una interpretación de  $\square$  que ilustre la conveniencia objetiva de asumir (de estar obligados...) el PDH porque concuerda mejor con otras actitudes ante la realidad que pueden ser más admisibles en otros interlocutores.

Dicho de otro modo, retomando una idea de Robert Spaemann acerca de la persona humana y que incluye y supone la dignidad de los seres humanos: el proponer que suponemos el trato personal para vernos como humanos en todos los estadios de nuestra vida. Él pone de ejemplo el em-

barazo. En general, nadie afirma espero a alguien que será persona, sino espero a mi hijo. Es decir ya suponemos y tratamos a los seres humanos con ese estatuto, porque es el camino de lograr su plena humanización. Ahora bien, es claro que esto no es una prueba, sino se caería en lo que señalamos acerca de los principios más arriba. Sin embargo, sirve de elemento común a considerar en la argumentación. .

Retomando la idea de Redmond<sup>29</sup> de que algunos han sugerido, que pueden interpretarse los operadores modales deónticos como "obligación moral virtuosa", o dicho de otro modo, estamos obligados a ser virtuosos para lograr nuestros fines humanos, los operadores modales quedarían así:

Operador alético	Operador deóntico
$\square p$ Es necesario que p	Op es mandado por la virtud p
$\diamond p$ Es posible que p	Pp es permisible por la virtud p

Asimismo el mismo Tomás de Aquino cuando defiende el papel de la ley claramente señala:

La ley, según ya expusimos (q.90 a.1.2), es instituida como regla y medida de los actos humanos. Mas la medida debe ser homogénea con lo medido por ella, como se señala en X Metaphys., pues diversas cosas tienen diversa medida. Por lo tanto, las leyes deben imponerse a los hombres en consonancia con sus condiciones,

ya que, en expresión de San Isidoro, la ley ha de ser posible según la naturaleza y según las costumbres del país. (...) De aquí que también deban permitirse a los hombres imperfectos en la virtud muchas cosas que no se podrían tolerar en los hombres virtuosos (...)2. La ley humana trata de conducir a los hombres a la virtud, pero no de golpe, sino gradualmente. Por eso no impone de pronto a la masa de imperfectos aquellas cosas que son propias de los ya virtuosos,

29 Redmond, Walter, 1999, *Lógica simbólica para todos*, 333.



obligándoles a abstenerse de todo lo malo. Pues de otro modo los imperfectos, al no poder soportar estas imposiciones, caerían en males mayores.<sup>30</sup>

Esto nos permite proponer unos operadores modales “apegados” a nuestro mundo, con limitación de acceso a otros mundos (a diferencia de D531), en donde las personas realmente deben cumplir algunas de ellas para subsista la mejor sociedad posible<sup>32</sup>, pero también en donde se conceda a la realidad. Los elementos esenciales entonces

serían representados modalmente como “concomitantes a la virtud” (es decir a los bienes propiamente humanos). Los segundos, los que no todos pueden cumplir y solo unos cuantos los llamaríamos “tolerables (aceptables) con la virtud”. Así entendido por tolerables como deseables, pero su incumplimiento no elimina los necesarios. Ya con esto podemos reformular los operadores modales y realizando las interdefiniciones<sup>33</sup> de los mismos con este criterio señalado nos quedarían así en lenguaje natural nos quedan, prima facie, proposiciones que no parecen contra intuitivas:

$\Diamond p \equiv \Box \neg p$	$A p \equiv \neg C \neg p$	Es aceptable en el conjunto de bienes humanos p es equivalente a no es concomitante con los bienes humanos no p.
$\neg \Diamond p \equiv \Box \neg p$	$\neg A p \equiv C \neg p$	No es aceptable en el conjunto de bienes humanos es equivalente a es concomitante con los bienes humanos no p.
$\Diamond \neg p \equiv \neg \Box p$	$A \neg p \equiv \neg C p$	Aceptable en el conjunto de bienes humanos no p es equivalente a No es concomitante p
$\neg \Diamond \neg p \equiv \Box p$	$\neg A \neg p \equiv C p$	No es aceptable en el conjunto de bienes humanos no p es equivalente a concomitante a los bienes humanos.

“Aceptable en el conjunto de bienes humanos” es una traducción operativa de “dignidad humana” y significa incluso actos que aunque no son directamente beneficios son tolerables para efecto de permitir otros bienes jerarquizados. Aun cuando no sean deseados en sí mismos. “Aceptable” sugie-

re que aunque sean actos frecuentemente malos, tienen excepciones. Así es mejor permitir beber alcohol que prohibirlo y generar consecuencias mayores en otros bienes. Claro que mi posición presupone que no hay actos intrínsecamente malos, o si los hay, son mínimos.

30 *Suma de Teología*. I-II, q. 96, art. 2. Argentina, 2002. En: <http://hcg.com.ar/sumat/b/c96.html#a2> [7 de enero de 2017]

31 Véase Redmond Walter, *Lógica simbólica para todos*, 316 y ss.

32 Redmond señala que algunas implicaciones de la lógica doxástica son necesarias conceptualmente: “Si el presidente debe terminar la guerra, entonces puede terminar la guerra; el deber presupone el poder, cualquier proposición de la forma Op entraña  $\Diamond p$  necesariamente:  $Op \supset \Diamond p$  ... Si Séneca es moralmente responsable, entonces es libre; tomando “libre” en un sentido en que es incompatible con el determinismo”. (Redmond Walter, *Lógica simbólica para todos*, 254. Estas necesidades conceptuales me parecen compatibles con lo expuesto en la ponencia. (Redmond Walter, *Lógica simbólica para todos*, 254.

33 Cf. Girle, Rod, *Modal Logics and Philosophy*, 3.

Y probablemente teoremas como  $Pp P(pvq)$  interpretándose como  $Ap A(pvq)$  podría ser menos problemático o paradójico. Esto rebasa los propósitos de esta ponencia. Pero es un tema que vale la pena desarrollar posteriormente, es decir, el examinar y discutir los teoremas derivados del sistema DT con la interpretación propuesta.

Considerando (comentarios entre corchetes) que:

Hay varias versiones de lógica deóntica, las cuales dependerán de las condiciones formales [léase paradojas lógicas, accesibilidad de mundos posibles] y del sentido que damos a los operadores [en nuestro caso quiero mostrar una obligación débil de conveniencia y congruencia]. A veces el motivo de elegir un sistema en particular es el deseo de evitar dificultades que surgen de ciertas paradojas. [El usar DT implica la concepción de limitar transitividad de los mundos posibles entre sí] y reducir así lecturas extrañas o posibles paradojas.<sup>34</sup>

Me parece que la interpretación propuesta de los operadores modales respeta mejor o se acerca más a la dificultad ya expuesta en la sección I35: se reconoce que hay derechos humanos (y con su correspondiente implicación en la Bioética), pero se busca exponer un espacio común en cuanto la aceptación del principio que la justifica,

que en este caso es el PDH. El PDH se desontologiza

(al menos patentemente) pero se le trata de dar un contenido aceptable a otras versiones rivales de su fundamentación. Considero que aunque no es parte de un supuesto duro de la dignidad como el de "imagen del Absoluto", sin embargo, nos vemos obligados a reconocer que en nuestro proceso de humanización biológico (que es un hecho) al irnos tratando más con ese modelo de dignidad personal, es lo que nos ha llevado a tener mejores sociedades con mejores y más accesibles bienes que fomentan y crean los bienes exclusivos de los humanos: la cultura.

Es decir retomando la defensa que realiza Robert Spaemann podemos no dar por obvia y evidente la cuestión, sino el ensayar la reducción al absurdo modal deóntica: Si consideramos esto así nos daremos cuenta que es incompatible con otros determinados tratos, lo que muestra que probablemente el mejor camino es tal o cuál.

La interpretación deóntica propuesta no está exenta de supuestos. Aquí se propone como principio tácito la existencia y la posibilidad de identificar bienes humanos, es decir, acciones y omisiones que permitan mostrar o no nuestras capacidades humanas en cuanto humanas es otro principio. Es un supuesto de naturaleza práctica: nos damos cuenta de que hay acciones que nos abren puertas de manifestar mejor nuestra

<sup>34</sup> Idem, 213.

humanidad: la educación y otras que la cierran: obligar a estar en la ignorancia, por poner su contraparte. Nos son asequibles. Si en serio se piensa o cree que no es posible tener acceso a eso, ya no hay ningún modo de defender esa obligatoriedad del PDH en Bioética u otros campos. En ese aspecto comparte la idea de Ana Marta González:

en cuanto acto humano, el conocimiento no sólo ha de perseguir su objeto propio –conocer ciertas verdades- sino que ha de ponerse al servicio del bien íntegro del hombre. Dicho de otro modo: si no sirve para afirmar la dignidad humana pierde su sentido más profundo. A otro nivel, ocurre lo mismo con cualquier otra tendencia: el hambre –su satisfacción- está igualmente al servicio del hombre. No obstante, si se tras-

pasan ciertos límites –si se come más o menos de lo debido, o si se come algo venenoso- la acción justificable en principio por el mismo dinamismo de la tendencia, puede resultar pernicioso. Es la moderación de la tendencia, y la vigilancia para que no se procure satisfacer con un objeto inadecuado, lo que preserva su sentido humano.<sup>36</sup>

Sin embargo no se concluye en automático los alcances de estos bienes. Así por ejemplo, el consumo del alcohol que hace daño siempre y en efecto altera los sentidos no lo convierte en *ipso facto* prohibido. Es decir, podemos estar de acuerdo en la existencia de esos bienes humanos aunque quizás no en su alcance, aunque se acepten incluso ciertos presupuestos comunes como podrían ser los aristotélicos.<sup>37</sup>

#### IV. A MANERA DE CONCLUSIÓN

La lógica en el sentido tradicional de arte busca dirigirnos a la verdad. Las herramientas modales son un excelente medio para tratar de resolver o discutir nuevas temáticas en todos los campos filosóficos. En este trabajo he tratado de mostrar y creo que ha sido así, que podemos interpretar el PDH de tal modo que se pueda argu-

mentar el mismo con otros interlocutores que no compartan un fundamento teísta del mismo. He de notar, no obstante, que esto no resuelve, como tal el problema de la fundamentación. Sin embargo, sí abre la puerta para buscar un diálogo riguroso, no de la mera opinión, pero abierto a que los puntos de partida de la argumentación de-

36 González, Ana Marta. (2004): "La dignidad de la persona, presupuesto de la investigación científica. Concepciones de la dignidad". Pamplona, Universidad de Navarra, 2. En: <http://dadun.unav.edu/bitstream/10171/17054/1/Dignidad.concepciones.pdf> [consultado el 21 de enero de 2017].

37 Un ejemplo claro de esto es Anthony Kenny. Buen conocedor de Aristóteles y Santo Tomás sin por ello concluir lo mismo, aunque este rechace y refute el dualismo cartesiano que invade esa concepción que Ana Marta critica. Véase: Kenny Anthony (2006) *What I believe*. Continuum New York.75-90.

ben tener elementos comunes. Lo anterior por supuesto cuadra con la tradición clásica de argumentar con el que piensa diferente,

con los elementos comunes que disponemos, sobre todo, en el campo de la religión (y la ciencia).



# UNA SÍNTESIS DE LA FILOSOFÍA DE LA FÍSICA DE MARIANO ARTIGAS

— Por Gabriel J. Zanotti

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es muy humilde: por un lado, exponer las principales tesis de filosofía de la Física de Mariano Artigas, y, por el otro, mostrar a los que se dedican a las ciencias naturales que el diálogo entre Santo Tomás, Física actual y Fe es perfectamente posible de la mano del presente autor.<sup>38</sup>

El lector habrá observado que estoy hablando de filosofía de la Física y no de filosofía de la naturaleza o filosofía de las ciencias. Lo hago así porque el autor, desde su filosofía de la naturaleza de origen tomista, ha enriquecido a los presupuestos

filosóficos de la misma Física actual, sin limitarse al solo comentario del comentario de Santo Tomás de la Física de Aristóteles. A su vez, el autor ha desarrollado su filosofía de la ciencias, una filosofía inductivista y realista moderada en diálogo con Karl Popper<sup>39</sup>, pero no es ello en este momento lo que queremos desarrollar. Más bien nos interesan las bases ontológicas que Mariano Artigas desarrolla para el mundo físico. Hemos comentado la filosofía de la ciencia de Mariano Artigas en otras oportunidades.<sup>40</sup>

---

38 Para una exposición completa de la filosofía de la ciencia y de la naturaleza de Mariano Artigas, ver Miroslaw, K.: *Orden natural y persona humana*, Eunsa, Pamplona, 2000.

39 Artigas, M.: *Lógica y ética en Karl Popper*, Eunsa, Pamplona, 1998.

40 Zanotti, G.: "Karl Popper: antes y después de Kyoto", en *Arbor* CLXII, 642 (Junio 1999), 229-243 pp, y "El problema de la 'Theory Ladenness' de los juicios singulares en la epistemología contemporánea" [1996], en *Acta Philosophica*, Revista Internazionale Di Filosofia, Pontificio Ateneo Della Santa Croce; fascicolo II, volume 5.

## 2. LA NOCIÓN DE ORDEN Y LA FORMA SUSTANCIAL

Comencemos con lo fundamental: la noción de orden.

En su *Filosofía de la naturaleza*, orden dice relación de elementos o partes respecto a un fin, como un cuasi-trascendental de todo lo físico<sup>41</sup>. Esa noción es tan amplia que Artigas necesita desplegarla en tres elementos<sup>42</sup>:

- a. Estructuración. Todo orden, si es relación en torno a un fin, implica una estructura fundante de los elementos en torno a un fin, fin que (por ahora) puede ser causa final o causa formal. Como si dijéramos: la estructura de los lados en torno a cuatro puntos es lo que define que algo sea un cuadrado o un cuadrilátero (el ejemplo es mío). Volveremos más adelante a la noción de *estructura*.
- b. Pautas, esto es, estructuras repetidas. Una regularidad, como la que encontramos en las plantas y animales, donde hay elementos que siempre se disponen de la misma manera. Por supuesto todo ello es dentro de los límites de un conocimiento limitado de una posible parte limitada del universo, pero es un punto de partida.

- c. Organización. Igual que en Aristóteles, los seres vivos constituyen paradigmas de orden. Porque ellos tienen un supraorden, un orden del orden que Artigas llama organización: las células son ya un orden, pero ellas se organizan en tejidos, en aparatos, sistemas y finalmente en un organismo viviente. Artigas sostiene que esta distinción entre orden y organización es clave para concebir al universo como organizado, pues puede contener diversos tipos de órdenes subordinados a la organización principal.

En su *La inteligibilidad de la naturaleza*, Artigas no olvida la tendencia a la entropía<sup>43</sup>, esto es, filosóficamente definida como una tendencia al des-orden (por la pérdida de energía) en cualquier sistema físico cerrado, compensada precisamente por la organización del universo. Por ende la pregunta clave sería: ¿por qué el orden y no el des-orden? Pregunta que Artigas responderá luego con su tesis de la auto-organización de la materia.

En *La mente del universo*<sup>44</sup>, Artigas, citando a Kuntz, afirma nuevamente que sin algún tipo de orden, lo físico sería igual a un caos absoluto, y este último sería igual a la nada. Por eso, la sola noción de ente, en

41 Artgas, M.: *La inteligibilidad de la naturaleza*, Eunsa, Pamplona, 1992, Cap. IV, *Filosofía de la naturaleza*, Eunsa, Pamplona, 1998, cap. IV; *La mente del universo*, Eunsa, Pamplona, 1999, parte II, cap. I.

42 Artgas, M.: *La inteligibilidad de la naturaleza*, op.cit.

43 Op. Cit. Cap. II, 2, 2.2.a.

44 Op.cit., segunda parte, , cap. 3, 1, 2.



Física, implica un orden, un cuasi-trascendental, porque lo contrario sería la entropía absoluta y con ella el colapso del universo en nada. La noción de orden es en Artigas coherente con el realismo con el que presupone que nuestra inteligencia capta algo<sup>45</sup> de la naturaleza de las cosas.

Por supuesto, esto obliga a Artigas a sumergirse de lleno en un punto clave de su filosofía de la Física, donde la filosofía de la naturaleza de Santo Tomás convive con la Física actual.

El atomismo, como el gran programa de investigación de Leucipo, Demócrito y Aristarco<sup>46</sup>, había quedado descartado por Aristóteles y su noción de forma sustancial. Como como gran ejemplo de programa de investigación regresivo en un momento y progresivo después, el atomismo surge nuevamente con el neoplatonismo y neopitagorismo cristianos de los. s. XV y XVI<sup>47</sup>, finalizando “hasta ahora” en la famosa tabla periódica y en las delicadas teorías actuales de las micro-partículas.

El problema entre los atomistas de entonces y Aristóteles sigue presente en la actualidad. Aristóteles no ve compatible la

noción de orden accidental de los atomistas con el orden que hay en una unidad sustancial. Santo Tomás sigue con ese tema de dos modos: uno más ontológico, cuando distingue entre las sustancias primeras y los entes de orden, y otro más físico, con la teoría de los cuerpos mixtos<sup>48</sup>.

Según lo primero, un ente de orden está formado por unidades sustanciales relacionadas accidentalmente por la categoría de relación. Ello sirve para explicar el orden de los artefactos, que son desarmables en unidades sustanciales, pero también para filosofía social, porque la sociedad humana es efectivamente un ente de orden donde las personas (unidades sustanciales) están unidas en relación a un fin, por lo cual la sociedad no es ni un individuo ni una suma de individuos<sup>49</sup>.

Pero volviendo a su filosofía de la naturaleza, que no fue más que su lectura de la Física de Aristóteles, Santo Tomás responde al tema del orden con su ya citada tesis sobre el estado de potencia próxima al acto de los elementos en los cuerpos mixtos. Sin poder dejar de advertir que los elementos, como “mínimo natural” son “algo”, pero sin querer caer, por ello, en la pluralidad de

45 Cuando decimos “algo” nos referimos a una captación incompleta de la esencia, pero captación al fin, por parte de la inteligencia humana. La expresión es mía: ver Zanotti, G., *Hacia una hermenéutica realista*, Austral, Buenos Aires, 2005, caps. 1 y 2.

46 Ver al respecto los comentarios de Koestler en *Los sonámbulos*, Eudeba, Buenos Aires, 1959. Este libro, en relación al caso Galileo, fue comentado por Mariano Artigas y William Shea en *Galileo Observed*, Science History Publications, 2006.

47 Ver al respecto Koyré, A.: *Estudios de historia del pensamiento científico*; Siglo XXI Editores, 1988; y *Estudios galileanos*; Siglo XXI, 1980.

48 Ver Artigas, M., y Samguineti, J.J.: *Filosofía de la naturaleza*, Eunsa, Navarra, 1984, primera parte, cap. IV, punto 2.

49 Santo Tomás de Aquino, Opúsculo *Contra impugnantes Dei Cultum et Religionem*, Cap. 3, en *Opuscula Omnia*, P. Lethieulleux editoris, Paris, 1927.

las formas sustanciales, Santo Tomás afirma que un elemento presente en una unidad sustancial (como por ejemplo un animal) es ese elemento de manera “virtual”: ni en potencia de ser ese elemento, pero tampoco en acto de modo que constituya una sustancia sólo unida por la relación. “En estado de potencia próxima al acto” es la noción acuñada por Santo Tomás, con una intuición muy fructífera para la Física actual que, como programa de investigación, ya no admitiría división estricta entre Física y Química, luego de que la teoría atómica abarcara desde la molécula más simple hasta el organismo más complejo.

Artigas, con una noción finalista de la naturaleza que emergía de su noción de orden, explica la pluralidad de átomos y moléculas en la forma sustancial con su noción de dinamismo y estructuración. “Estructura” coincide globalmente con ese “orden de órdenes” del cual hablábamos antes:

“... El término *estructura* es más amplio que el de *pauta*. Existen estructuras de muy diversos tipos. En realidad, cualquier disposición espacial y temporal de las entidades naturales tiene una estructura, ya que es imposible que no exista ninguna relación entre las diferentes entidades. Esta situación es semejante a la que sucede con

el concepto de *orden*, estrechamente relacionado con el de estructura. En efecto, también el concepto de orden tiene una gran generalidad. El orden siempre es relativo a alguna referencia, y pueden distinguirse muchos tipos de orden en función de las referencias adoptadas<sup>50</sup>.”

Más adelante, Artigas extiende esta noción a todo el universo físico: “La estructuración se encuentra en todos los niveles conocidos, desde el biológico hasta el físico-químico y el microfísico<sup>51</sup>”.

Ordenando la relación entre dinamismo y estructuración, explica:

*El dinamismo del mundo físico se encuentra inmerso en estructuras de tipo espacio-temporal*<sup>52</sup>. “El dinamismo físico es el despliegue de una espontaneidad que se relaciona con condiciones espacio-temporales”<sup>53</sup>. O sea, el dinamismo coincide con la causa final entendida como el despliegue de las potencialidades propias de todo ente físico de acuerdo a determinada situación, lo cual es análogo (como veremos luego) a lo que Popper llamó propensiones objetivas.

Y sigue: “El dinamismo produce estructuración<sup>54</sup>”. Esto es, ese despliegue es ordena-

50 La *inteligibilidad de la naturaleza*, op.cit., p. 44

51 Op. cit., p. 47.

52 Op. .cit., p. 49

53 Idem.

54 Idem

do, configura estructuras que van subsumiendo órdenes.

Y concluye: “Los nuevos niveles de estructuración poseen un dinamismo y una estructuración propios que no destruyen los que se dan en los niveles inferiores, sino que los integran<sup>55</sup>”.

La noción de estructura permite pasar a Artigas a la noción de *sistema central*. Citando a Hartmann, sostiene que son compatibles con la noción de forma sustancial en Aristóteles y afirma que “...En la actualidad, estamos en condiciones de afirmar que en los diferentes niveles de la naturaleza existen sistemas que no se reducen a una mera juxta-posición de componentes, ya que poseen, ya que poseen propiedades que no se encuentran en los componentes, y poseen además un dinamismo y una estructuración que son propias del sistema como tal<sup>56</sup>”.

Este párrafo es fundamental, pues los “componentes” son los elementos existentes virtualmente en el compuesto, y el “sistema en cuanto tal” es la sustancia primera, con su forma sustancial: su estructura.

La noción de sistema central le da a Artigas una forma evolutiva-creciente de considerar el orden de la naturaleza, como un *unum* creciente: “...En definitiva, la noción de *sistema central* puede aplicarse sin dificultad a las entidades microfísicas

tales como los átomos, las moléculas y las macromoléculas; también a las sustancias químicas formadas por átomos que constituyen una unidad estructural y dinámica unitaria; y a los vivientes. A medida que se asciende en los niveles de organización, los sistemas se encuentran integrados en sistemas mayores que poseen una complejidad creciente y características peculiares; por ejemplo, en los vivientes más complejos existen muchos sub-sistemas que poseen una individualidad propia pero se encuentran, no obstante, integrados en una unidad estructural y dinámica superior. La noción de *sistema central* es genérica, y se realiza de acuerdo a modalidades muy diversas en los diferentes niveles de organización. Además, tal como ya hemos señalado, existen *sistemas unitarios* que, si bien no poseen la unidad plena de los sistemas centrales, pueden considerarse como intermedios entre los sistemas centrales y las simples agregaciones; este es el caso, por ejemplo, del Sol y de las demás estrellas, y, de algún modo, también de La Tierra<sup>57</sup>”.

---

55 Idem, p. 57.

56 Op. cit., p. 171.

57 Idem, p. 176.

### 3. LA AUTO-ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

Pero si el orden es tan importante en la filosofía de la Física de Mariano Artigas, ¿cómo explicar su origen, frente a la entropía? Con uno de sus conceptos más importantes: la auto-organización de la materia.

Esta auto-organización es emergente conceptual del dinamismo que veíamos en el punto anterior. Los sistemas centrales han capturado en una unidad elementos que de otro modo se encontrarían “suelos”. Los átomos componen moléculas, las moléculas, sistemas inorgánicos, estos últimos componen la base química de las moléculas orgánicas; estas últimas van creciendo en niveles de complejidad, hasta constituir células que luego constituyen tejidos, órganos y organismos que son un sistema central.

“..En la cosmovisión actual desempeña un lugar central la idea de auto-organización. La auto-organización corresponde a la formación de estructuras como resultado del despliegue de dinamismos naturales. Por tanto, se encuentra estrechamente relacionada con la caracterización de lo natural en función del dinamismo y la estructuración. La novedad actual radica en que se conocen ya muchos fenómenos de cooperatividad en los niveles de la física y la química, y en que se conocen cada vez mejor las bases físico-químicas de los fenómenos biológicos. En sistemas que mantienen intercam-

bios energéticos con el exterior, pueden aparecer nuevas formas de organización; se trata de sistemas fuera del equilibrio, en los cuales aparecen comportamientos colectivos de sus componentes, de tal modo que, en determinadas condiciones, prevalece una nueva forma de organización. Los fenómenos de auto-organización ponen de manifiesto la existencia de cooperatividad, tendencias y direccionalidad en la naturaleza...<sup>58</sup>”.

En el 92, cuando escribe su primera gran síntesis, había sido aún más específico: “...La auto-organización corresponde a la aparición de una estructura que no es copia de una estructura exterior<sup>59</sup>”. Esto es clave: “que no es copia”. Da ejemplos de la ciencia actual: “...El ámbito de los fenómenos de auto-organización es muy amplio: transiciones de fase de sistemas físicos en equilibrio térmico (transiciones líquido-gas, ferromagnetismo, superconductividad), formación de pautas dinámicas en fluidos (inestabilidad de Bénard), el láser, la formación de pautas en reacciones químicas (reacción de Belousov-Zhabotinsky), fenómenos en la física del estado sólido (crecimiento de cristales), morfogénesis biológica<sup>60</sup>”.

Y aclara entonces que esto es lo contrario de la entropía: “...Según la termodinámica, en un sistema cerrado (sin contacto con

58 *Filosofía de la naturaleza*, 1998, op. Cit., p. 120.

59 *La inteligibilidad de la naturaleza*, op.cit, p. 261

60 Idem.

el exterior) la entropía (desorden) aumenta. Sin embargo, cuando hay intercambios energéticos con el exterior, pueden aparecer nuevas formas de organización<sup>61</sup>.

En su última gran síntesis, Artigas pone en paralelo la teoría de la evolución con la auto-organización. O sea que el universo no sería sino el despliegue de un orden, desde el inicio del Big-Bang, en búsqueda de pautas, modelos, estructuras, hasta los organismos biológicos superiores donde se da en su plenitud el concepto de sistema central. Artigas destaca en ese caso la "información" en el universo: en la reproducción de los seres vivos, en el ADN, parece como si los sistemas centrales pudieran "leer", "decodificar" pautas de acción y de organización específicas<sup>62</sup>. O sea que las actuales teorías de la evolución del universo y de la evolución de los seres vivos no serían más que la indicación de una sola tendencia: la auto-organización como contrapeso de la entropía. Pero no del caos, sino de un principio fundante, al modo en el que una potencia en acto 1ro es la causa ontológica del despliegue de esa potencia, en acto 2do: "...Las teorías acerca de la auto-organización se interpretan a veces como una prueba de que el orden puede surgir a partir del desorden. *Pero el desorden total, en forma de caos absoluto, no existe.* Ni siquiera podemos hacernos una idea de lo que significa. La ciencia estudia las transiciones de unas formas de orden a otras.... Cuando se habla del nacimiento de orden a

partir del des-orden, ha de entenderse que propiamente se da una transición entre estados físicos que poseen diferentes tipos de orden y organización<sup>63</sup>". Como vemos, con esto Artigas está superando el nivel de conjeturas físicas para ir al nivel de tesis filosóficas como presupuestos ontológicos de la Física. Lo que está afirmando es que la evolución, como una tendencia a la mayor complejidad de organización, surge de una causa primera, de una especie de potencia en acto primero, en la cual está contenida su despliegue. A nivel físico, ello implica que, aunque no tengamos aún la conjetura por la cual se pasó de las condiciones iniciales del universo a sus primeras etapas de orden, en esas condiciones iniciales estaban contenidas las causas del despliegue posterior. Otra cuestión filosófica es si esas condiciones iniciales tenían que ser necesariamente esas y no otras, punto al cual no hemos llegado aún.

Dicho todo esto, el tema que sigue es: la auto-organización, ¿implica una noción determinista del universo? ¿Tiene esa auto-organización niveles de contingencia?

---

61 Idem.

62 Op.cit., p. 123

63 Op.cit., p. 262.

## 4. AUTO-ORGANIZACIÓN E INDETERMINISMO

Frente al determinismo físico, Artigas responde: no. La razón reside en el reconocimiento que cierta aleatoriedad tiene en el orden del universo.

*"... Existen factores aleatorios en los procesos naturales. La complejidad de los factores que intervienen en la mayoría de los procesos basta para advertirlo. Las coincidencias de los dinamismos particulares no son una consecuencia para ninguno de ellos. En este sentido, la existencia y la relevancia de factores aleatorios es indudable: en la naturaleza existe azar, entendido como coincidencia de causas independientes<sup>64</sup>".*

Pero esto no quiere decir que el azar sea la causa última de los procesos de auto-organización. La causa reside, como ya hemos visto, en potencias en acto 1ro que luego al desplegarse pueden encontrarse con factores aleatorios. Si una determinada radiación hace mutar el ADN de una bacteria y de esto se sigue un determinado proceso evolutivo, quiere decir que en esa bacteria ya se encontraban las potencialidades objetivas que conducirán al resultado final<sup>65</sup>. La relación entre la radiación y el ADN sí puede ser aleatoria, porque se trata de "... coincidencias de los dinamismos particulares no son una consecuencia para ninguno

de ellos". Esto ya estaba dicho por Santo Tomás, aunque no haya conocido la hipótesis evolutiva, en el cap. 74 de la *Contra Gentiles*, citado por Mariano Artigas<sup>66</sup>. La cita de Santo Tomás en particular tiene una peculiar riqueza ontológica, pues es como una demostración a priori del azar en la naturaleza. Ninguna causa eficiente abarca totalmente todos los efectos. Por ende queda un margen al cual no llega, y esto, multiplicado por cada una, produce un necesario campo de aleatoriedad: "Corresponde a la ordenación de la divina providencia que haya orden y grados en las causas. Y cuanto más elevada es una causa, tanto mayor es su virtualidad y más abarca su causalidad. Mas la intención de una causa creada no puede rebasar los límites de su propia potencia, pues sería en vano. Luego es preciso que la intención de una causa particular no se extienda a todo cuanto pueda acontecer. Ahora bien: lo casual y lo fortuito se da precisamente porque acontece al margen de la intención de los agentes. Por lo tanto, el orden de la divina providencia requiere que haya casualidad en las cosas<sup>67</sup>".

Por lo tanto, vemos que antes de pasar al tema del indeterminismo por razones estrictamente físicas, Mariano Artigas tiene una filosofía de la Física que sí luego será

---

64 *Filosofía de la naturaleza*, 1998, p. 121.

65 *La inteligibilidad de la naturaleza*, op.cit., pp. 361-374

66 Op cit, punto 2.2. del cap. VI.

67 *Contra Gentiles*, libro III, 74.



de gran ayuda para dar fundamento ontológico a las conjeturas actuales sobre el evolucionismo, como ya vimos, y sobre el

indeterminismo cuántico, como veremos a continuación.

### 5. AUTO-ORGANIZACIÓN, INDETERMINISMO, PROPENSIONES OBJETIVAS Y TEORÍA CUÁNTICA

Como sabemos, la Física Cuántica tiene dos interpretaciones rivales: la de Copenhague, indeterminista e idealista, y la de Einstein, realista y determinista. Por supuesto, ya sabemos que esta última está en retirada ante el Teorema de Bell, pero no es eso lo que nos interesa en este momento. Nuestra pregunta es: ¿es posible una interpretación realista e indeterminista de la Física Cuántica?

Artigas parece acercarse a esta posición. En su *Filosofía de la naturaleza* con Sanguineti, al tratar la dualidad onda-partícula, no ve que ello fuera opuesto a la idea de sustancia real que ellos están defendiendo: "...Por lo que a nuestra cuestión se refiere, es claro que las teorías de que tratamos no eliminan el problema filosófico de la sustancia. La íntima unión entre las descripciones corpuscular y ondulatoria de la materia microfísica, así como las dificultades para compaginar ambas descripciones, manifiestan una vez más que no es posible "imaginar" el mundo microfísico mediante modelos tomados de la experiencia ordinaria. Esos "modelos imaginativos" encuentran necesariamente limitaciones de diversos tipos. Desde luego, no hay dificultad alguna en admitir que, en la constitución

física de la materia se encuentran siempre presentes diversos procesos energéticos: lo más lógico es que así suceda. Tampoco hay dificultad en pensar que lo que llamamos "partículas elementales" resultara de interacciones energéticas: esto sólo sería inadmisibile para los partidarios de un "atomismo mecanicista", según el cual deben existir unas partículas últimas de la materia, que serían inmutables, a modo de "corpúsculos" absolutamente rígidos e impenetrables"<sup>68</sup>. Pero más adelante, en *La mente del universo*, hace una afirmación sorprendente, en cuando a la relación a la auto-organización de la materia y la "acción" de las partículas elementales de acuerdo a su *circunstancia*: "...Las entidades naturales poseen un dinamismo que es muy sofisticado. Me atrevería a decir que todas las partículas subatómicas conocen toda la física y la química mucho mejor que nosotros. La razón es muy sencilla: un electrón individual puede encontrarse con una gran variedad de circunstancias, y en cada una de ellas actuará de acuerdo con su naturaleza de genuino electrón. Los electrones son una parte importante de cada átomo y de cada molécula que existen en el mundo, de modo que se comportan de

68 *Filosofía de la naturaleza*, 1984, p. 85

modos diferentes prácticamente en una innumerable variedad de circunstancias<sup>69</sup>.

Esta tesis tiene una notable similitud con la interpretación de la Física Cuántica de Karl Popper<sup>70</sup>. No de casualidad Mariano Artigas fue director de tesis de Josep Corcó Juviniá, quien trabajó sobre el emergentismo en Karl Popper<sup>71</sup>.

Popper, como se sabe, estaba de acuerdo con el realismo de Einstein, aunque no con su determinismo. Y no lo estaba porque lo que en Artigas es “acción” y “circunstancia” para Popper es “propensión” y “situación”. Popper desarrolla hacia el final de su vida una teoría de las propensiones objetivas, citando la noción de potencia de Aristóteles, sin llegar a la noción de sustancia<sup>72</sup>. Las nociones de dinamismo y estructuración de Artigas bien pueden ser los fundamentos ontológicos de lo barruntado por Popper en la noción de potencia de Aristóteles. Esa potencia, para Popper, se da en una disposición, en un estado, del cual sale una propensión objetiva, objetiva porque no depende de un observador –como pien-

sa la Escuela de Copenhague-. O sea que toda partícula tiene posición y momento, objetivamente, aunque ello no sea observable para el ser humano, y esa disposición y momento depende de una situación o estado específico en el cual se encuentre la partícula<sup>73</sup>. Ese estado es el afectado por un indeterminismo ontológico. La partícula no es onda al mismo tiempo, sino que se tiene “campos de propensiones” (que explica de manera realista el experimento de la doble rendija)<sup>74</sup>.

Por supuesto muchos estarán en contra de Popper, pero lo que queremos destacar es que si alguien quisiera dar a la teoría popperiana un fundamento metafísico último, tiene que recurrir a Artigas quien, como vimos, cita el *per accidens* de Santo Tomás, que como vimos no depende de un ser humano observador sino de la estructura misma del orden de la naturaleza. Esta conexión entre Santo Tomás, Artigas y Popper, a nivel ontológico, apenas ha sido esbozada y sería digna de un programa de investigación más extenso<sup>75</sup>.

69 Op.cit., p. 175

70 Ver Popper, K.: *Teoría cuántica y el cisma en Física*; Tecnos, Madrid, 1985.

71 Corcó Juviniá, J.: *Novedades en el universo*, Eunsa, Pamplona, 1995. Esta tesis de doctorado fue dirigida por Mariano Artigas.

72 Popper, op.cit., p. 178.

73 Corcó Juviniá, op.cit., cap. IV.

74 Popper, op.cit., p. 102.

75 Por supuesto, alguien puede decir que, en todo caso, tanto Popper como “por ende” Artigas han sido refutados por el teorema de Bell pero yo no creo que sea así. Lo que el teorema de Bell plantea, a nivel ontológico, es la existencia de una acción a distancia que no puede explicarse con las “variables ocultas” que suponía Einstein. Pero esa fue la situación de la Física de Newton hasta el surgimiento de la relatividad y la Física Cuántica, pues Newton no “explicaba” la gravedad, que era una acción a distancia, (excepto por la voluntad de Dios) sino que solamente establecía su constante. Una ocasión más para mostrar que, aunque la mecánica cuántica pueda ser “completa” a nivel matemático –como lo era la mecánica newtoniana- nunca puede ser una “teoría comple-

## 6. AUTO-ORGANIZACIÓN Y EXISTENCIA DE DIOS

Ahora bien, muchos creen que si el universo se auto-organiza, “entonces se prueba” que no hay un Dios creador. Otros, en cambio, piensan que la tesis del big bang “prueba” la existencia de un Dios, o un Dios creador<sup>76</sup>.

Todas esas posibilidades son extrapolaciones epistemológicamente incorrectas de la Física a la Metafísica. La “vía” de la existencia de Dios en Santo Tomás es que lo “finito” (él decía “participado”) requiere una causa no-finita. La demostración de Santo Tomás no es física, sino meta-física: la distinción real entre esencia y *esse* implica que el *esse* tiene que haber sido “dado” por una causa no-finita, esto es, *sin* distinción entre esencia y *esse*, “y a eso” llamamos Dios<sup>77</sup>. Lo “finito” no tiene que ver entonces con que el universo sea finito o in-finito en el tiempo. La creación no tiene que ver con el tiempo, sino con la conservación<sup>78</sup> en el ser de aquello que tiene distinción real entre esencia y *esse*, que desde el punto de vista del tiempo podría ser finito o infinito.

Las teorías de Howkin sobre *el big-bang* precedido por *un big-crunch*, y así suce-

sivamente, de modo infinito en el tiempo, no son argumento para negar que sea necesaria una causa no-finita, que llamamos Dios. Artigas lo dice así<sup>79</sup>: “Por lo que se refiere al tiempo, los modelos del universo que han recibido cada vez más aceptación entre los científicos a partir del s. XX, contemplan al universo como poseyendo una edad limitada, que se suele cifraren torno a unos quince mil millones de años. El universo parece tener una historia y una evolución a partir de un origen en el tiempo. Sin embargo, con ello no se resuelve completamente el problema, puesto que queda por explicar cuál fue el origen de la gran explosión inicial: siempre será posible pensar que pudo provenir de un estado anterior, diferente, de la materia y energía del universo. La ciencia por sí sola no se encuentra en condiciones de negar esa posibilidad. También en el caso del tiempo se ha formulado una propuesta semejante a la de la teoría de la relatividad en relación al espacio. En concreto, Stephen Hawking ha sugerido que, de acuerdo con las hipotéticas teorías de la gravedad cuántica, podría suceder que el universo fuera limitado en el tiempo, y que, a la vez, no se pudiera señalar un momento concreto para su ori-

---

ta” como “final del camino” como Popper explicó. La Física Cuántica es una conjetura, y una conjetura será también lo que logre unificarla con la relatividad, porque lo conjetural es una característica propia del método hipotético-deductivo de la ciencia, y la indeterminación una característica propia de la auto-organización de la materia a nivel ontológico.

76 Ver Sanguineti, J.J.: *El origen del universo*, Educa, Buenos Aires, 1994.

77 Ver Santo Tomás, *De Ente et essentia*, cap. V; *Suma Teológica*, Q. II, art. 3.

78 *Suma Teológica*, I, q. 104, y qq. 44-45-46.

79 *Filosofía de la ciencia*, 1998, pp. 116-117.

gen, porque al aproximarse más y más a ese momento el concepto mismo de tiempo vendría alterado. Desde el punto de vista filosófico el universo es finito porque es un conjunto de creaturas limitadas. En sentido estricto, sólo Dios puede ser infinito. La eternidad de Dios no es una duración ilimitada: Dios se encuentra fuera del tiempo y el tiempo no existe independientemente

del universo. A estos efectos, poco importa la magnitud espacial y temporal del universo, cuyo ser necesariamente depende de Dios. Por otra parte, cuando los cristianos admiten que el tiempo se ha originado con el universo, y que este no tiene una duración ilimitada, lo hacen apoyándose en la revelación, no en demostraciones científicas o filosóficas”.

### 7. AUTO-ORGANIZACIÓN Y PROVIDENCIA DIVINA.

El punto anterior explica que Artigas haya superado tan fácilmente la dialéctica entre “diseño inteligente” por un lado y “evolucionismo”, por el otro. Artigas, sin convertir al evolucionismo en una verdad necesaria, la explica como una hipótesis en nada contradictoria con la Creación, incluyendo el azar, de modo que el famoso libro de Monod, *Azar y necesidad*<sup>80</sup>, ya no es un argumento “en contra” de un Dios Creador. O sea: *de Dios creador NO se desprende que el evolucionismo sea necesariamente verdadero, pero de la hipótesis evolucionista, en tanto tal, NO se desprende la negación de un Dios Creador*. Todo esto lo explica Artigas en el punto III del cap. 4 de *La mente de universo*<sup>81</sup> y en el punto 2 del cap. VI de *La inteligibilidad de la naturaleza*<sup>82</sup>.

Por lo tanto, para afirmar un Dios creador compatible con el evolucionismo, Artigas no tiene necesidad de negar la contingen-

cia, como Einstein lo hizo al decir (cuando debatía con la interpretación no-realista de la Física Cuántica) que “Dios no juega a los dados con el universo”. Sí, puede haber azar, pero ese *per accidens* compatible con la auto-organización, como ya vimos, y compatible con la interpretación realista-indeterminista popperiana de la Física Cuántica. Los encuentros no-necesarios en sí mismos entre las causas segundas, necesarios, paradójicamente, para una mutación en el ADN, son en sí mismos casuales pero compatibles al mismo tiempo con una Providencia que, según ya vimos, admite lo fortuito (además de lo contingente y el mal físico) dentro de sí misma, como lo había explicado Santo Tomás. Por ello Artigas saca a relucir un famoso párrafo del Aquinate donde éste parece haber barruntado la idea de una auto-organización evolutiva: “...La naturaleza no es otra cosa sino el plan de un cierto arte, concretamente un arte divino, inscripto en las cosas, por

80 Ed. Tusquets Editores, 1981.

81 Op.cit.

82 Op.cit.

el cual esas cosas se mueven hacia un fin determinado: como si quien construye un barco pudiese dar a las piezas de madera el

que se moviesen por sí mismos para formar la estructura de la nave<sup>83</sup>”.

## 8. CONCLUSIÓN

Mariano Artigas constituye una de las filosofías de la física mejor estructuradas e inter-disciplinarias de mundo actual. Me pregunto si no son fuertes prejuicios anti-religiosos los que hacen que sea menos conocida de lo que debería ser por su valor intrínseco. Su trabajo, como hemos visto, es un hito importante para la superación de las siguientes antinomias:

- a. Evolucionismo y creacionismo.
- b. Física moderna y finalismo.

c. Atomismo y forma sustancial.

d. Azar y existencia de Dios.

e. Mundo físico infinito en el tiempo y existencia de Dios.

La obra de Artigas, como todos los clásicos, no es para repetir: es un método, un espíritu, una serie de tesis centrales abiertas a su propio progreso. Esa es la tarea que sus discípulos tenemos la enorme responsabilidad de asumir.



<sup>83</sup> Santo Tomás de Aquino, *In octo libros Physicorum Aristotelis Expositio*, libro 2, cap. 8, lección 14, n. 268, citado por Mariano Artigas en *La mente del Universo*, p. 219. Esta cita no es un caso aislado en la obra de Artigas, constituye un eje central de su filosofía de la física y había ocupado ya un lugar central en su libro *La inteligibilidad de la naturaleza* del año 92.

## TEILHARD DE CHARDIN: LA RECHERCHE COMME QUÊTE MYSTIQUE\*

— François Euvé

### ABSTRACT: TEILHARD DE CHARDIN: RESEARCH AS A MYSTICAL QUEST

To associate scientific research with mysticism seems to be a contradiction. The first entails activity, commitment, transformation of the world, objective knowledge. The second is usually associated with passivity, contemplation, withdrawal for the world. But for Teilhard there is a deep resonance between both concepts. To understand this, it is necessary to begin with the fact that Teilhard is a researcher, a person who realized that the truth needs to be searched. We can never say that we hold it. Truth is not an object to be grasped. It stands before us. The quest of the truth never ends. For him the research (“the sacred fire of Research”) is the highest human activity because it reveals the deepest fuel that inflames all human commitments. In an evolutionary world life is a never-ending process. Nature is equivalent of becoming. Nothing is yet achieved, be it physical, biological or human. Humanity bears the responsibility to pursue the movement of evolution. Moreover, in the research process we become aware that the goal is not made of individual truths put one beside the other. The goal is global, not the result of an analysis but of a synthesis. The intuition precedes the vision and guides it. Every element of the world is a microcosm, because it is associated with the other in the great web of the world. Teilhard is critical of a scientific research practices by specialists and conceived only in terms of an analysis that risks breaking the unity of reality. In conclusion, even if science is not as such a mystical quest, the person who practices it can become aware that he or she is guided by a mystical intuition that helps him or her to go further in the endless pursuit of the truth.

Il peut sembler surprenant d’associer dans une même expression la science et la mystique, la connaissance objective de la matière que donne la première et l’élévation au-dessus du monde qu’aide à trouver la seconde. La science serait du côté de la matière concrète, de la « dureté » des cho-

ses, tandis que la mystique relèverait de la spiritualité, c’est-à-dire de l’esprit, de l’impondérable, de l’impalpable, de ce qui, par nature, échappe à toute connaissance possible. Plus précisément, la science nous permet de « saisir » le monde, de le maîtriser et de le transformer par la techni-

\* Réédition, avec l’autorisation de l’éditeur et de l’auteur, de l’article initialement publié dans: Plašienková, Zlatica (ed): Evolution-Science- Religion: Teilhard de Chardin’s inspirations in contemporary world. Bratislava: Comenius University Press, 2017, pp. 250-265. (ISBN 978-80-223-4424-1), 143-152.



que. Au contraire, la mystique représente l'attitude inverse : le mystique est celui qui « est saisi » par une autre réalité, un mystère qui échappe à son emprise, qu'il ne peut s'approprier. La science serait du côté de l'activité et la mystique du côté de la passivité.

L'homme moderne valorise indéniablement le premier versant. Son « héros » est le conquérant, celui qui explore des territoires toujours nouveaux, qui « va de l'avant ». Son action est efficace. Sous son regard, les situations s'éclaircissent, le monde devient transparent. Par contraste, la spiritualité apparaîtra plus obscure. L'homme « religieux » se retire du monde, renonce à le conquérir, se réfugie dans la « clôture » d'un monastère. Il refuse de participer à l'aventure commune de l'humanité.

Pourtant, le tableau se complexifie si l'on prend conscience qu'avant d'être une connaissance assurée du monde, celle que l'on trouve enseignée dans les écoles ou exposées dans les manuels, la science est une recherche, c'est-à-dire une quête. Il faut distinguer en effet deux aspects de la démarche scientifique, qui correspondent d'une part à la « science qui se fait », la recherche proprement dite, et d'autre part à la « science qui s'enseigne ». Ceux qui ne connaissent de la science que ce qu'ils ont appris à l'école ou même à l'université risquent de ne pas percevoir le premier aspect qui est celui qui anime en profondeur ceux qui pratiquent la recherche scientifique. La science est d'abord une quête.

Cet aspect est toujours en danger d'oubli, car l'esprit humain est tenté de se reposer sur ce qu'il sait déjà. L'efficacité de certaines représentations du monde peut donner le sentiment qu'elles sont « vraies » purement et simplement, alors qu'elles ne sont que (provisoirement ?) opératoires. Puisque la science moderne a fait progresser les techniques, il y aura tendance à l'idolâtrer sous la forme d'une « religion de la science » (Ernest Renan) qui ne fait que sacraliser indûment les résultats temporaires d'une démarche qui, par essence, ne connaît aucun terme à vues humaines. Rapprocher la religion de la science ne peut pas consister à ce que la seconde absorbe la première.

Ce premier tour d'horizon nous aide à préciser quelques problématiques. La réflexion de Pierre Teilhard de Chardin nous fera aller plus loin, car il a le génie de *faire tenir ensemble* ce que nos esprits trop abstraits veulent toujours opposer. Finalement, il en est de « mystique » et de « recherche » comme de « science » et de « foi » (ou de « religion »). Rappelons simplement cette déclaration de 1918 : « Science (c'est-à-dire toutes formes d'activité humaine) et Religion n'ont jamais fait, à mes yeux qu'une même chose, l'une et l'autre étant pour moi, la poursuite d'un même Objet » (Teilhard de Chardin, 1976d, p. 297).

Teilhard est profondément un chercheur. « Aller aux extrêmes », « être en avant », voilà des expressions typiques de cette quête qui l'anima toujours. Une expression naît dans le creuset de la guerre, où, confronté aux situations les plus extrêmes,

là où l'être humain se révèle, pour le bien ou pour le mal, il réfléchit sur la condition humaine. Il écrit : « Le "moi" de l'aventure et de la recherche, celui qui veut toujours aller aux extrêmes limites du monde, pour avoir des visions neuves et rares, et pour dire qu'il est "en avant" » (Teilhard de Chardin, 1976c, p. 231). Sa démarche intellectuelle est une quête permanente qui ne marque une pause que pour aller plus loin. En outre, il se trouve être un homme chez qui la recherche scientifique et la quête mystique sont profondément associées. On peut voir cela comme deux faces de sa personnalité : d'une part, un goût profond pour les sciences naturelles, qui lui vient en partie de son père, et, d'autre part, une foi profonde héritée de sa mère. Ses textes reflètent ces deux aspects : à côté d'articles scientifiques spécialisés, plutôt arides, on rencontre des méditations animées par un profond souffle mystique. Les secondes sont d'ailleurs davantage connues, car plus larges d'accès. Même des textes plus philosophiques sont traversés par un souffle lyrique qui les rend plus proches de la poésie que de la science. Mais il ne faudrait pas négliger ses productions spécialisées, par nature moins diffusées, plus difficiles d'accès, mais tout aussi caractéristiques de ses productions. Teilhard a très tôt l'intuition que ces deux aspects ne peuvent pas être séparés. D'un côté, la recherche scientifique, telle qu'il l'expérimente, est portée par une intuition spirituelle. De l'autre, la démarche du croyant ne peut se passer de la connaissance du monde que lui fournit la science.

Ce qui fait le pont entre les deux est la perception d'un *monde en évolution*. Le monde tel que nous pouvons le connaître ne représente pas l'achèvement des choses. Il est en développement permanent. La création se continue dans un univers en perpétuelle genèse. La connaissance ne peut que progresser car le monde est ouvert sur un futur par essence inconnu. Dans l'un de ses premiers textes, alors qu'il n'a pas encore éprouvé tout ce que représente le travail scientifique, Teilhard écrit : « Pour assumer avec foi et passion, l'œuvre de conquête scientifique du Monde, il faut que j'aie la garantie qu'aucune sphère de rayon prévu, ne circonscrit les résultats attendus [de] mon effort. Car, si cette limite existe, je me figure déjà l'avoir atteinte, et mon enthousiasme pour la tâche sacrée de la Recherche est tari dans sa source » (Teilhard de Chardin, 1976a, p. 93).

On sait que le jeune Teilhard recherche la « consistance » des choses, autrement dit, le « fond de l'être », l'essence même du monde, dans la dureté du métal ou de la pierre.<sup>84</sup> Un renversement s'opère lorsqu'il perçoit que le vivant est plus « consistant » parce que, bien que plus fragile, transitoire et précaire, il est porteur d'une promesse. Le vivant est ce qui se peut se développer car il est animé par une visée. Il n'est pas seulement ce qui se satisfait d'exister ; il est pris dans une dynamique de vie. Affirmer ce dernier point, c'est aller sans doute au-delà de la simple idée d'évolution, telle que les biologistes la conçoivent habituellement, qui indique un mouvement sans

84 Voir son autobiographie « Le cœur de la matière » (Teilhard de Chardin, 1976f).

prendre position sur un but éventuel. Pour Teilhard – c'est une hypothèse forte ! – l'évolution du vivant manifeste une visée qu'il s'efforce d'atteindre. Si le vivant se développe, ce n'est pas un phénomène mécanique, guidé par un mélange de hasard et de nécessité. C'est qu'il est animé par une quête intérieure.

Le christianisme n'est pas l'adversaire de la vision évolutive du monde. Au contraire ! Assimiler cette religion à la conservation d'un monde immuable serait un contresens. La Bible nous montre un monde en genèse. L'avènement du règne de Dieu représente une « grande métamorphose spirituelle » (Teilhard de Chardin, 1962b, p. 221). Un univers de structure évolutive peut être le milieu le plus favorable pour accueillir un Dieu qui ne cesse de s'y incarner pour le transformer de l'intérieur.

L'humanité s'inscrit dans ce mouvement. Elle en exprime même une sorte d'accomplissement. Il semble que Teilhard projette sur le fonctionnement des organismes vivants ce qui relève de l'expérience humaine. Nos actions visent un but, une finalité, dans laquelle notre liberté est impliquée. L'action humaine est « consciente », c'est-à-dire qu'elle n'est pas déterminée de l'extérieur par une sorte de « mécanique cosmique ». Elle obéit aux requêtes de la liberté.

Ce phénomène de la conscience n'est pas réservé à l'humain. Il se rencontre aux différentes échelles de l'être, en étant corrélé au degré de complexité de l'être en question. L'organisme le plus élémentaire

est le moins conscient et donc le moins libre. Mais il manifeste déjà une certaine spontanéité qui représente au moins un embryon ou une virtualité de liberté. L'humain ne fait qu'exprimer le summum de la conscience et de la liberté dans le monde tel que nous le connaissons.

C'est la raison pour laquelle, aux yeux de Teilhard, la recherche scientifique n'est pas seulement une activité parmi d'autres que sa difficulté réserverait à une catégorie particulière de la population. La recherche apparaît comme l'expression même de la condition humaine, « la plus haute des fonctions humaines » (Teilhard de Chardin, 1962a, p. 48). Il en reconnaît l'importance dans la civilisation des temps modernes. Elle est désormais « sortie des amusements de l'enfance » (les « cabinets de curiosité » du 18<sup>e</sup> siècle) pour devenir « l'occupation grave, centrale, vitale de l'homme devenu adulte » (Teilhard de Chardin, 1962b, p. 203). Cette importance n'est pas seulement « de fait ». Elle est « de droit ». Ce n'est pas que les chercheurs, pris individuellement, soient les êtres humains les plus accomplis. Parmi eux, on trouve tous les types d'hommes. Mais une société humaine qui ne cultiverait pas la recherche, qui ne l'encouragerait pas, qui n'en ferait pas une activité essentielle, ne serait pas une société humaine authentique. Il lui manquerait une dimension fondamentale. Elle ne serait qu'un groupe enfermé sur les acquis de son passé, répétant sans cesse les mêmes schémas, sans ouverture vers l'avenir. Or l'histoire de l'humanité manifeste un développement qui, à partir des ébauches de l'Antiquité, donne une im-

portance croissante à la recherche scientifique. Ce n'est plus affaire de curiosité ou de contemplation d'un ordre immuable, mais « fidélité à un développement universel qui prenait conscience de lui-même dans l'esprit humain ». La science reçoit la fonction de « prolonger et d'achever en l'homme un monde encore incomplètement formé » Teilhard de Chardin, 1962b, p. 212).

Le rapprochement avec la démarche religieuse vient assez naturellement. Il est explicite dans le texte déjà cité « La mystique de la science », écrit en 1939. Le moteur de la quête scientifique est : « Savoir plus, pour pouvoir plus, pour être plus ». S'y engager suppose d'abandonner ses certitudes, de renoncer à un certain acquis pour aller au-delà, « avancer encore plus loin ». Ce mouvement est guidé par une espérance qui porte sur un « futur sans bornes ». C'est là que Teilhard voit les « caractères essentiels d'une religion » (Teilhard de Chardin, 1962b, pp. 204-205), car il n'est pas interdit de voir à l'œuvre un « espoir mystique » (Teilhard de Chardin, 1965b, p. 50). Si la science est une démarche qui s'efforce de rationaliser ses procédures, c'est-à-dire de les maîtriser par l'intelligence, elle est supportée par une « foi » qui ne peut se fonder sur aucune argumentation rationnelle, la confiance que cette quête a un sens. Comment ne pas y voir une dimension mystique?

Cela explique que, parmi les différents groupes humains, les religieux devraient être au premier rang des chercheurs. Dans une intervention devant ses confrères jé-

suites, il souligne que « notre place est bien là, à nous prêtres, au point d'émergence de toute vérité et de toute puissance nouvelle : pour que le Christ informe tout accroissement, à travers l'Homme, de l'Univers en mouvement » (Teilhard de Chardin, 1965c, 260). Contrairement à une image encore trop répandue, selon laquelle les hommes d'Église conservent les traditions du passé et assurent la permanence d'une religion immuable, pour Teilhard, ils devraient être les veilleurs d'un monde nouveau. Le monde est en voie d'accomplissement, tendu vers l'avenir, la « parousie », la fin des temps. Les chrétiens, particulièrement les religieux, doivent entretenir cette attente en se mettant à la recherche des signes déjà donnés de l'accomplissement de la création. Ce n'est pas en levant les yeux vers un « ciel » imaginaire (et encore moins en entretenant la nostalgie d'un passé mythique) que l'on pourra accueillir le retour du Christ, mais en les tournant vers la terre où il nous attend déjà.

Il faut souligner pour terminer la dimension collective de la démarche. C'est un aspect, semble-t-il, moins explicitement présent dans la réflexion de Teilhard. Mais, pour lui, l'achèvement de la genèse du monde sera la communion universelle, « Dieu tout en tous » selon l'expression de saint Paul (1 Co 15,28) qu'il aime à méditer. La recherche a une dimension individuelle puisqu'elle exprime la liberté du chercheur. Elle ne peut aboutir si elle ne fait que suivre une planification générale. Mais quel en est le but ultime, au-delà du plaisir de la découverte, de l'enrichissement des connaissances, d'une meilleure maîtrise des

choses ? N'est-ce pas de l'ordre d'une communion ? Tous ces chemins, parfois arides et solitaires, ne sont-ils pas amenés à converger ? Même si les scientifiques répugneront sans doute à parler de « communion », quelque chose de cela peut se percevoir dans ce que l'on appelle la « communauté des chercheurs ». Même si les chercheurs constituent un groupe social quelque peu isolé du reste de la société, du fait de la spécialisation de leurs travaux, il n'en reste pas moins qu'ils vivent quelque chose de l'ordre d'une communauté. La vérité procède d'un partage, d'une mise en commun. Il ne s'agit pas seulement d'additionner des forces pour une meilleure efficacité. Dans le débat où circule la parole, quelque chose est expérimenté où s'anticipe le terme visé.

Cela rejoint le rôle de la synthèse. La démarche scientifique est spontanément analytique (Teilhard de Chardin, 1965b, pp. 45 – 62). Elle décompose le phénomène pour mieux en comprendre le fonctionnement. Mais « expliquer » ne conduit pas encore à « comprendre ». Pour cela, il faut prendre une perspective plus large, prolonger le mouvement de l'analyse par un mouvement de synthèse qui est sensible, plus qu'aux éléments, à leurs interrelations. La seule consistance des êtres leur est donnée par leur élément synthétique. « Chaque élément, étant strictement coextensif à tous les autres, au tout, est réellement un microcosme » (Teilhard de Chardin, 1965a, p. 37). L'attention des hommes est habituellement attirée par les formes individuelles, mais l'esprit cosmique voit le « fond commun ». Teilhard appelle cela acquérir une « conscience cosmique »,

« une sorte de sentiment de la présence de tous les êtres à la fois, ces êtres n'étant pas perçus comme multiples et séparés, mais comme faisant partie d'une même unité, au moins à venir... » Teilhard de Chardin, 1969, p. 75).

Cela correspond à la dimension ecclésiale de la foi chrétienne. L'Église n'est pas une simple agrégation d'individus. On pourrait comprendre la voie mystique comme une entreprise essentiellement individuelle, selon la figure du moine (*monos* = seul), fuyant au désert la société humaine. Mais la nécessaire solitude, comme l'est celle du chercheur scientifique, n'a de sens qu'à être une étape sur le chemin d'une communion authentique. « A travers le Temps, une Œuvre plus vaste que les existences privées est en voie de se réaliser. Un intérêt très supérieur aux réussites individuelles est en jeu » (Teilhard de Chardin, 1976b, p. 180). Une dialectique de solitude et de communion est à l'œuvre.

Comme telle, la recherche scientifique ne peut pas être confondue avec la quête mystique. L'analogie entre les deux, suggérée par le « comme » du titre, maintient une distinction que l'on peut comprendre de manière dialectique. Dans *Le Milieu divin*, Teilhard met en tension les « activités » et les « passivités » de l'existence humaine. Les premières sont une étape qui n'en constitue pas l'accomplissement. Contre la tentation du laisser-aller paresseux, il revient à l'homme d'être actif, de mobiliser ses forces, ses ressources, son intelligence, de garder le goût ardent de la recherche contre la paresse et la noncha-



lance des tenants du « sens commun ». La recherche scientifique s'inscrit spontanément dans cette perspective. C'est aussi le cas de la vocation du chrétien : « Celui qui veut continuer à voir doit lutter à chaque instant pour la lumière. [...] C'est pourquoi une Église qui, par impossible, ne chercherait pas à chaque instant son Dieu *comme si elle pouvait le perdre* (j'allais dire comme si elle ne le tenait pas encore) serait une Église morte, aussitôt dissoute au milieu de la Pensée humaine » (Teilhard de Chardin, 1976d, p. 409).

Mais la vie humaine est faite aussi de renoncements, d'abandons, de lâcher-prise où quelque chose d'essentiel se révèle. Ces deux aspects de l'existence se nourrissent mutuellement sans que l'on puisse dire que l'un soit plus nécessaire que l'autre. Ils peuvent s'incarner dans des tempéraments différents ou des périodes différentes d'une même existence. L'important est que tout cela contribue à la poursuite d'une vérité que nous n'aurons jamais fini de découvrir.

### BIBLIOGRAPHIE

- TEILHARD DE CHARDIN, P. (1962a) *L'esprit de la Terre* (1931). In: TEILHARD DE CHARDIN, P. *L'Énergie humaine*. Oe. T. VI. Éditions du Seuil, pp.23 – 57.
- TEILHARD DE CHARDIN, P. (1962b). *La mystique de la science* (1939). In: TEILHARD DE CHARDIN, P. *L'Énergie humaine*. Oe. T. VI. Paris: Éditions du Seuil, pp. 221 – 223.
- TEILHARD DE CHARDIN, P. (1965a). *En quoi consiste le corps humain?* (1919). In: TEILHARD DE CHARDIN, P. *Science et Christ*. Oe. T. IX. Paris: Éditions du Seuil, pp. 31 – 35.
- TEILHARD DE CHARDIN, P. (1965b). *Science et Christ ou Analyse et synthèse* (1921). In: TEILHARD DE CHARDIN, P. *Science et Christ*. Oe. T. IX. Paris: Éditions du Seuil, pp. 45 – 62.
- TEILHARD DE CHARDIN, P. (1965c). *Sur la valeur religieuse de la recherche* (1947). In: TEILHARD DE CHARDIN, P. *Science et Christ*. Oe. IX. Paris: Éditions du Seuil, pp. 255 – 263.
- TEILHARD DE CHARDIN, P. (1969). *Panthéisme et christianisme* (1923). In: TEILHARD DE CHARDIN, P. *Comment je crois*. Oe. T. X. Paris: Éditions du Seuil, pp. 71 – 92.
- TEILHARD DE CHARDIN, P. (1976a). *La Maîtrise du Monde et le Règne de Dieu* (1916). In: TEILHARD DE CHARDIN, P. *Écrits du temps de la guerre* (1916-1919). Oe. T. XII. Paris: Éditions du Seuil, pp. 83 – 105.



TEILHARD DE CHARDIN, P. (1976b). Le Milieu mystique (1917). In: TEILHARD DE CHARDIN, P. Écrits du temps de la guerre (1916-1919). Oe. T. XII. Paris: Éditions du Seuil, pp.153 – 192.

TEILHARD DE CHARDIN, P. (1976c). La nostalgie du front (1917). In: TEILHARD DE CHARDIN, P. Écrits du temps de la guerre (1916-1919). Oe. T. XII. Paris: Éditions du Seuil, pp. 225 – 241.

TEILHARD DE CHARDIN, P. (1976d). Mon univers (1918). In: TEILHARD DE CHARDIN, P. Écrits du temps de la guerre (1916-1919). Oe. T. XII. Paris: Éditions du Seuil, pp. 293 – 307.

TEILHARD DE CHARDIN, P. (1976e). Note pour servir à l'évangélisation des temps nouveaux (1919). In: TEILHARD DE CHARDIN, P. Écrits du temps de la guerre (1916-1919). Oe. T. XII. Paris: Éditions du Seuil, pp. 395 – 414.

TEILHARD DE CHARDIN, P. (1976f). Le cœur de la matière (1950). In: TEILHARD DE CHARDIN, P. Le cœur de la matière. Oe. XIII. Paris: Éditions du Seuil, pp. 19 – 91.



# LA NATURALEZA AMENAZADA Y LA NECESIDAD DE UN PENSAMIENTO FUERTE. EL DESAFÍO PARA LAS CIENCIAS, LAS HUMANIDADES Y LA NARRACIÓN BÍBLICA\*

— Lucio Florio\*\*

## ABSTRACT

The threatened Nature and the necessity of a strong thought. The challenge for the sciences, humanities and the biblical narrative

The current situation in the field of knowledge is ambiguous legitimacy is granted to the natural sciences, but also -from Popper and Kuhn its truth value is questioned. The human sciences and philosophies are also questioned in its solidity. There seems to be room for “strong thoughts”. However, the growing ecological problem requires empirical certainties and serious ethical thoughts. The environmental crisis requires a reformulation of epistemology. Moreover, the religious thought survives and is also confronted with the crisis of the biosphere. In particular, the biblical view of nature is being updated by a thought that attempts to address environmental phenomenon from its field of meaning. This article tries to note that such thinking is articulated in the context of contemporary ambivalence about knowledge and the serious environmental problem.

Key Words: Strong and weak thought - Science - Ecological Crisis - Epistemology - Biblical Narrative

## RESUMEN

La situación actual en el ámbito de los conocimientos es ambigua: se concede legitimidad a las ciencias naturales, pero también -a partir de Popper y Kuhn- se cuestiona su valor de verdad. Las ciencias humanas y las filosofías también son cuestionadas en su solidez. No parece haber espacio para “pensamientos fuertes”. Sin embargo, el creciente problema ecológico requiere certezas empíricas y pensamientos éticos serios. La crisis ambiental exige una reformulación de la epistemología. Por otra parte, el pensamiento religioso pervive y también es confrontado con la crisis de la biosfera. En particular, la visión bíblica de la naturaleza está siendo actualizada por un pensa-

\* Publicado originalmente en: Plašienková, Zlatica (ed): Evolution-Science- Religion: Teilhard de Chardin's inspirations in contemporary world. Bratislava: Comenius University Press, 2017, pp. 250-265. (ISBN 978-80-223-4424-1).

\*\* Facultades de Filosofía y Letras, y de Teología, Pontificia Universidad Católica Argentina.

miento que intenta enfrentar el fenómeno ambiental desde su ámbito de sentido. Interesa destacar en este artículo que tal pensamiento se articula en el contexto de la ambivalencia contemporánea respecto de los saberes y del grave problema ambiental.

Palabras clave: Pensamiento fuerte y débil – Ciencias – Crisis ecológica - Epistemología – Narración bíblica

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las ciencias continúan detentando la explicación privilegiada sobre la naturaleza. En efecto, hablar sobre el universo significa hoy dar la palabra, en primer lugar, a los científicos (físicos, biólogos, astrónomos, etc.). Ellos actúan como primeros delimitadores del campo explicativo del cosmos. Posteriores explicaciones acerca del mundo -estéticas, filosóficas o religiosas- permanecen como sospechosas de una cierta irracionalidad y arbitrariedad. La rigurosidad metodológica y el control de los resultados científicos, unidos a su implementación tecnológica, han consolidado el prestigio de las ciencias naturales. Además, su indudable eficacia en la comprensión de diversas dimensiones del planeta y del universo, que han configurado una imagen notablemente distinta de la realidad respecto de la que se disponía siglos atrás. La visión de la historia del universo y del planeta, así como la composición de estos, la pluralidad de formas de vida y su funcionamiento, entre otras cuestiones, han sido ampliados en forma cualitativa y cuantitativa.

Las ciencias, en su versión más general, tienden a configurar una *narrativa del cosmos*. Es decir, proponen una cierta versión de cómo se ha desarrollado el uni-

verso en el tiempo, una cierta historia del cosmos. Esta narración sustituye, en gran medida, a otras con las que el ser humano explicó su lugar en el cosmos durante milenios: mitos, religiones, filosofías. Ahora bien, esta *narrativa* científica en nuestro tiempo es fundamentalmente de carácter científico-experimental. Las explicaciones ofrecidas por las ciencias humanas adquieren un valor secundario respecto de aquellas.

El saber científico, especialmente el más matematizado, ha consolidado una cierta visión del mundo global, amenazando seriamente a las disciplinas humanísticas y a las visiones de las religiones. Por ese motivo, la perspectiva religiosa sobre la naturaleza ha quedado en las orillas de lo irracional y de lo no experimentable. Sin embargo, tanto el pensamiento humanístico -de corte fundamentalmente hermenéutico y comprensivo- como el religioso y también el estético, parecen resistir al eficaz, aunque limitado método científico.

## 1. PENSAMIENTO SIMULTÁNEAMENTE FUERTE Y DÉBIL: MODERNIDAD POSTMODERNA<sup>85</sup>

### 1.1. Ciencias

De todos modos, las ciencias naturales, aun con su prestigio y su éxito a través de su integración con la tecnología, manifiestan una debilidad interna: no son absolutas, están amenazadas por la falsación, configurando un pensamiento que es fuerte y débil a la vez. En efecto, los *límites internos* de las afirmaciones científicas son hoy admitidos hoy por los epistemólogos y, aunque en menor medida, por la comunidad científica. Desde que Karl Popper cuestionó el optimismo radical de los positivistas e introdujo el criterio de falsación como un elemento esencial al método científico, éste quedó amenazado en su núcleo de certezas<sup>86</sup>. Thomas Kuhn agregó, con fundamentación histórica, que las ciencias están gravitadas por los paradigmas; estos son elementos históricamente variables: un paradigma vive hasta que es suplantado por otro<sup>87</sup>. Otras corrientes epistemológicas contemporáneas han señalado los límites del método científico, así como los distintos niveles de confiabilidad que se puede atribuir a las ciencias. Tales afirmaciones acerca de las limitaciones internas a

las mismas disciplinas científicas no han implicado la conformación de un escepticismo global respecto de sus logros, sino la delimitación de su alcance: las ciencias tienen fronteras precisas en sus propias metodologías. Más allá de ellas, aparecen nuevamente los espacios de problematización y de respuestas que tradicionalmente han abordado la filosofía, la religión y el arte.

Asimismo, el saber científico ha cedido su lugar al saber tecnológico. En efecto, la instrumentalidad del conocimiento tenta un lugar más preeminente que el del mero conocer. El problema presente es no ya el tipo de investigaciones que conducirán a un conocimiento mayor de un cierto fenómeno, sino el método que funcionará mejor. La razón instrumental sustituye a la razón teórica<sup>88</sup>. Pero, a su vez, aquella es reemplazada por la razón económica.

Pero, por su parte, al menos en Occidente, la filosofía y las ciencias humanas parecen estar sumergidas en un período de extrema labilidad. Ideas tales como “pensamiento líquido”<sup>89</sup>, “pensamiento débil”<sup>90</sup>,

85 La expresión “modernidad posmoderna”: WELSCH, WOLFANG, *Unsere postmoderne Moderne*. Acta humaniora. Schriften zur Kunstwissenschaft und Philosophie, Weinheim, VCH, Acta Humaniora, 1987.

86 *The Logic of Scientific Discovery*, London, Routledge, 2005

87 *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Chicago, 1970 (2nd edition, with postscript).

88 “Par ‘raison instrumentale’ j’entends cette rationalité que nous utilisons lorsque nous évaluons les moyens. L’efficacité maximale, la plus grande productivité mesurent sa réussite. L’effondrement des ordres anciens élargit l’empire de la raison instrumentale” (TAYLOR, CHARLES, *La malaise de la modernité*, Editions du Cerf, Paris 2002, 13.

89 Cfr. BAUMAN, ZYGMUNT, *Modernidad líquida*, Fondo de cultura económica, Buenos Aires 2013.

90 Por “pensamiento débil” o post-metafísico, se entiende un tipo de pensamiento que rechaza las categorías fuertes y las

“lógica del supermercado”<sup>91</sup>, etc., expresan una situación de dificultad para hallar horizontes de sentido que tengan una cierta solidez. Esta situación es expresada también mediante la declaración de la “decaencia de los relatos”<sup>92</sup>, puesto que hay una escisión narrativa en el interior humano. Los proyectos de mayor consistencia suelen provenir de las filosofías analíticas o de aquellos sistemas atraídos por la rigurosidad de las ciencias empíricas o matemáticas. Éste es el caso, por ejemplo, de la psicología, conducida desde un terreno prioritariamente hermenéutico como el de la psicología profunda al campo empírico de las neurociencias. Sin embargo, esta corriente de pensamiento de corte analítico o altamente matematizado termina con pronunciamientos acotados sobre la realidad, puesto que concluyen arribando a los límites epistemológicos previamente mencionados y, de este modo, quedan situadas nuevamente en el campo de la fragilidad de afirmaciones. Son seguras, ciertas, hasta que llegan a un lugar en el que son ellas mismas puestas en juicio desde sus propios fundamentos y metodologías.

Ahora bien, como han hecho notar algunos pensadores, “el saber científico no puede saber y hacer saber lo que es el verdadero saber sin recurrir al otro saber, el relato,

que para él es el no-saber, a falta del cual está obligado a presuponer por sí mismo y cae así en lo que condena”<sup>93</sup>. En otras palabras: la ciencia necesita de los relatos meta-científicos (filosóficos o religiosos), aunque descrea de ellos. El saber científico mismo cuestiona la fortaleza de los relatos que deben conferir credibilidad a la ciencia.

## 1.2. La crisis ambiental como generadora de pensamientos fuertes

Pero, por otra parte, hay también pensamientos fuertes originados en un problema global: la *crisis ecológica*. La amenaza de una situación de irreversibilidad de los procesos climáticos y biológicos ha despertado sistemas de pensamiento con altos niveles de implicación sobre la objetividad. Fenómenos tales como la modificación del clima o la contaminación de aguas no permiten salidas conceptuales ambiguas, de poco nivel de certeza. Las ciencias naturales y también las humanas se ven implicadas en una problemática que les demanda el máximo de exactitud empírica pero también de rigurosidad de análisis sobre la conducta humana y de reflexión ética y epistemológica.

Desde un ángulo diverso, la literatura ha tomado en cuenta la situación y lo está expresando mediante relatos cargados de

legitimaciones omnicomprensivas, o sea un tipo de razón que ha renunciado a una “fundación única, última, normativa” (cfr. VATTIMO, GIANNI e ROVATTI, PIER ALDO, *Il pensiero debole*, Feltrinelli, Milano, 1983).

91 HOUELLEBECQ, MICHEL, *El mundo como supermercado*, Anagrama, Barcelona, 1998, 40: “La lógica del supermercado induce forzosamente a la dispersión de los sentidos”. Cfr: CASTRO, MARÍA MERCEDES, “Michell Houellebecq y la escritura del vacío. Hibridez discursiva y angustia existencial en *Ampliación del campo de batalla* (1999)”, tesis de licenciatura en Letras en la Facultad de Filosofía y Letras de la Pontificia Universidad Católica Argentina, 2016, inédita.

92 LYOTARD, JEAN-FRANCOIS, *La condición posmoderna*. Informe sobre el saber, Cátedra, Madrid 1987, 34.

93 *Op. cit.*, 28.

una consistencia existencial como no se percibía desde la literatura de postguerras. De este modo, hace notar que el problema demanda la convergencia de múltiples ciencias, atravesadas por una lectura filosófica y ética de la novedad fenoménica producida por la mutación ecológica. Uno de los testimonios más elocuentes describe lo sucedido en Chernóbil, cuando el reactor bielorruso explotó en 1985, dejando consecuencias por varios milenios. La escritora Svetlana Alexiévich describió la situación inédita producida en aquel acontecimiento nuclear en una obra llamada: “Después de Chernóbil. Crónica del futuro”. Uno de sus capítulos lleva un título inquietante: “Entrevista de la autora consigo misma. Sobre la historia omitida y sobre por qué Chernóbil pone en tela de juicio nuestra visión del mundo”. Allí señala:

“El hombre se vio sorprendido y no estaba preparado para esto. No estaba preparado como especie biológica, pues no funcionaba todo su instrumental natural, los sensores diseñados para ver, oír, palpar... los senti-

dos ya no servían para nada; los ojos, los oídos y los dedos ya no servían, no podían servir, por cuanto que la radiación no se ve y no tiene olor ni sonido. Es incorpórea. (...) El mundo que nos rodeaba, antes amoldable y amistoso, ahora infundía pavor. La gente mayor, cuando se marchaba evacuada y aun sin saber que era para siempre, miraba al cielo y se decía: ‘Brilla el sol. No se ve ni humo, ni gases. No se oyen disparos. ¿Qué tiene eso de guerra? En cambio, nos vemos obligados a convertirnos en refugiados.’ Un mundo conocido..., convertido en desconocido”<sup>94</sup>.

Las situaciones de mutación ecológicas (por accidentes nucleares, como en este caso, o por el cambio climático o por la destrucción de bosques, o por otras razones) producen una novedad perceptiva y una amenaza para la vida humana que obligan a replantearse preguntas metafísicas y éticas fundamentales. No queda espacio para narraciones débiles o meramente hipotéticas.

## 2. RESQUICIOS PARA LA NARRATIVA RELIGIOSA DEL COSMOS

Esta situación paradójica de “fortaleza-debilidad” del sistema de conocimientos contemporáneo permite detectar una hendidura donde puede entrar el discurso religioso sobre el universo. Tanto los límites internos de las ciencias naturales como la

liquidez de las narraciones filosóficas o de las ciencias humanas, sumado al desafío de objetividad y de sentido que implica la crisis ecológica comportan una posibilidad para la narrativa religiosa de la naturaleza. Se trata, en realidad, de comprensión

94 ALEXIÉVICH, SVETLANA, *Voces de Chernóbil. Crónica del futuro* Penguin Random House Editorial, Buenos Aires 2016, 48-49.



más antigua de la historia que pervive en el presente.

En particular, interesa explorar un tipo concreto de narrativa religiosa, la bíblica. Ésta ha conocido una vigencia histórica larga, y que ha manifestado una capacidad de renovación también dentro de la presente ambigüedad de la cultura científica, humanística y filosófica. Su supervivencia histórica parece estar relacionada con esa maleabilidad para introducirse en las debilidades del pensamiento del tiempo e instrumentalizar las fortalezas del mismo.

### 2.1. La narración bíblica

La narración bíblica incluye una visión sobre la naturaleza, la cual subsiste en muchas regiones del planeta junto con la comprensión científica del universo. Se trata de otro tipo de *pensamiento fuerte* sobre el universo, mucho más antiguo que el científico, y que, al menos parcialmente, compite con la ciencia en su interés por el cosmos. Este sistema de creencia y pensamiento se fundamenta en la Biblia y persiste como fuente de sentido para innumerable cantidad de creyentes. Este libro, un *best-seller* permanente, ha irrigado la experiencia histórica de muchedumbres de personas en más tres mil años de elaboración y transmisión viva. En gran medida, cuando se habla de religión en el mundo occidental, se hace referencia a las religiones originadas en la Biblia. Incluso cuando se trae a colación los conflictos ocurridos entre la racionalidad científica y la com-

prensión religiosa (Galileo Galilei, Charles Darwin) se suele remitir a la tradición bíblica.

La Biblia habla del universo y del ser humano. Sin embargo, su intencionalidad no es ni científica ni filosófica. Su interés primordial consiste en la manifestación de la intimidad de Dios y de su proyecto sobre su creación. En un lenguaje técnico, se puede decir que su objetivo no es epistemológico ni meramente ontológico, sino *económico*, entendiendo por economía en su sentido patristico el despliegue histórico de la revelación divina. De allí que, desde su génesis redaccional hasta su epicentro en la Pascua, su eje informativo descansa sobre la auto-comunicación divina y la manifestación del sentido de la historia y del cosmos. De este modo, cualquier información sobre la estructura del universo es meramente funcional, producto de los conocimientos de la época en la que los textos fueron escritos<sup>95</sup>.

Eso implica que los textos bíblicos estén atravesados por otras dimensiones comunicativas más profundas que, sin embargo, descansan sobre un sustrato ontológico. Esas otras dimensiones están vinculadas con el sentido de lo creado, con su aspecto existencial –afectación de la dramática realidad del mal, lucha entre la libertad humana y la acción divina, perspectiva de plenitud final del cosmos y de la historia, etc.-. Desde los once primeros capítulos del Génesis hasta los himnos paulinos y el

95 Una exposición de la hermenéutica habitualmente practicada en las Iglesias históricas: cfr. PONTIFICIA COMISIÓN BIBLICA, *La interpretación de la Biblia en la Iglesia*, Roma 1993.

Apocalipsis del Nuevo Testamento existe la misma estructura ontológico-existencial. También la dimensión estética se subordina a esta finalidad de la Palabra.

Por ese motivo, cualquier palabra teológica sobre el universo ha de contar con esos niveles superpuestos de expresión. La fe en la creación ha utilizado elementos narrativos, mitológicos, líricos, parabólicos, apocalípticos y filosóficos, ya desde la misma composición de los textos bíblicos. Posteriormente, ha incorporado nuevas corrientes filosóficas y científicas en la elaboración de teologías de la creación post-bíblicas. Esa metodología no se ha utilizado por un motivo meramente funcional, es decir, el empleo del molde expresivo más aceptado en una época determinada a fin de convencer al auditorio contemporáneo. La finalidad pretendida, al menos en la teología intra-bíblica y post-bíblica más genuina, ha sido la de intentar comprender el sentido profundo de la economía de la salvación utilizando aquellos conocimientos convalidados en una época y sus medios comunicativos.

## 2.2. La narración bíblica frente a la biosfera amenazada

La narrativa bíblica sobre la naturaleza cercana, la biosfera, considerada como una entidad dinámica, se coteja hoy con

la situación ecológica. La biosfera en evolución aparece como una entidad en riesgo. En una historia de más alrededor de 4.000 millones de años emerge el peligro de una probable catástrofe climática y de biodiversidad. La crisis ecológica consiste en la destrucción acelerada de la biosfera por parte de la actividad humana. En una perspectiva cósmica, esta situación aparece como un problema acotado al planeta Tierra y que afecta básicamente al fenómeno de la vida. Desde el punto de vista de la historia de la vida significa una situación de extinción masiva de biodiversidad tal como hasta el momento se han podido detectar sólo cinco en la historia de la biosfera. Esta sexta extinción masiva de especies provoca una novedad evolutiva<sup>96</sup>. Nos encontramos en un pico evolutivo de gran perturbación, debido a la acción antrópica.

La situación ecológica actúa como un pensamiento fuerte, en el sentido de que exige un tratamiento epistemológicamente serio. No se lo puede diluir, debido a la magnitud de los problemas que acarrea, incluidos sobre el mismo ser humano<sup>97</sup>. Por ese motivo, la crisis ambiental también repercute sobre la manera de concebir la narración bíblica sobre la naturaleza. Ese el motivo por el que han emergido lecturas ecológicas de la Biblia o, incluso, eco-teologías<sup>98</sup>. En las décadas recientes, la cuestión

96 CEBALLOS, GERARDO, EHRLICH, PAUL R., BARNOSKY, ANTHONY D., GARCIA, ANDRES, PRINGLE, ROBERT M., TODD, M. PALMER, "Accelerated Modern Human-Induced Species Losses: Entering the Sixth Mass Extinction", *Science Advances*, 19 Jun 2014: E1400253. (<http://advances.sciencemag.org/content/1/5/e1400253.full>).

97 Cfr. BUGALLO, ALICIA IRENE, "Ecología profunda y biocentrismo, ante el advenimiento de la era pos-natural", *Revista Cuadernos del Sur/Filosofía* N° 34, 2005, Universidad Nacional del Sur, Departamento de Humanidades, Bahía Blanca, 141-162.

98 Cf. BERRY, T., *THE DREAM OF THE EARTH* SERRA CLUB BOOKS, SAN FRANCISCO, 1988; MORANDINI, S., *TEOLOGIA ED ECOLOGIA*, MORCELLIANA, BRESCIA, 2005; DEANE-DRUMMOND, C., "WHERE STREAMS MEET? ECOLOGY, WISDOM

ha crecido en intensidad de producción, con desarrollos en la teología oficial de las iglesias. El caso de la encíclica *Laudato si'*<sup>99</sup> en la Iglesia Católica es un caso importante, no sólo porque propone explícitamente el tema, sino también porque recoge las líneas más importantes de teología ecológica y diagnóstica con datos producidos por las ciencias naturales. Se trata de un texto que aborda la cuestión ecológica como una realidad grave para el ser humano y la biosfe-

ra y utiliza para ello elementos de ciencias naturales y humanas con el presupuesto de que son instrumentos cognoscitivos “fuertes”, es decir, capaces de articular un sistema de diagnóstico y de respuestas delante de la problemática ecológica. En otras palabras, la visión teológica sobre la naturaleza es reflexionada con un instrumental científico confiable a pesar de sus debilidades internas<sup>100</sup>.

### CONCLUSIÓN

En la actual modernidad posmoderna, atravesada por una desconfianza en los alcances de la razón –científica, filosófica, humanística- subyace, sin embargo, una persistente validación de conocimientos originados en los terrenos de la racionalidad empírica de las ciencias. Tal ambigüedad epistemológica es puesta a prueba en los problemas urgentes que requieren de un instrumental confiable. Eso sucede de manera muy nítida en el terreno de la crisis ecológica. La necesidad de conocimientos inobjetables para diagnosticar el fenómeno y predecir posibles escenarios de la vida en el planeta impulsa a buscar una ciencia confiable.

Por otra parte, las religiones prosiguen con una pretensión de proponer un discurso válido sobre la naturaleza. En particular, el pensamiento de origen bíblico ofrece una teología de la naturaleza que coexiste con las imágenes científicas y filosóficas de las sucesivas generaciones. En una cierta flexibilidad para permear su mensaje en racionalidades diversas, persiste en oferta de sentido teológico sobre la naturaleza. Esto lo hace entre las fortalezas y debilidades de los discursos científico y filosófico de las distintas épocas. La problemática ecológica es también materia de interacción con el discurso teológico bíblico sobre la naturaleza. El requerimiento de racionalidad fuerte a las ciencias del ambiente se

---

AND BEAUTY IN BULGAKOV, VON BALTHASAR AND AQUINAS”. EN: MEISINGER, H.; DREES, W.; ZBIGNIEW, L. (EDITORS), *WISDOM OR KNOWLEDGE? SCIENCE, THEOLOGY AND CULTURAL DYNAMICS*, T&T CLARK INTERNATIONAL, LONDON-NEW YORK 2006, 108-126; BARTHOLOMEOS I, *NOSTRA MADRE TERRA*, QIQAJON, COMUNITÀ DI BOSE, MAGNANO (BI) 2015.

99 Francisco, *Laudato si'*, Editrice Vaticana, Vaticano, 2015.

100 Para una visión del uso de las ciencias naturales por la teología, cfr. TANZELLA-NITTI, GUISEPPE. 2016. «Las ciencias naturales en el trabajo teológico». En *Diccionario Interdisciplinar Austral*, editado por Claudia E. Varney, Ignacio Silva y Juan F. Franck. URL=[http://dia.austral.edu.ar/Las\\_ciencias\\_naturales\\_en\\_el\\_trabajo\\_teologico](http://dia.austral.edu.ar/Las_ciencias_naturales_en_el_trabajo_teologico)

conjuga con una también fuerte racionalidad de la fe. De allí el surgimiento de eco-teologías o teologías de la ecología. Más allá de las diversas posiciones de fe de las culturas y poblaciones, resulta importante

dar cuenta de este tipo de pensamiento en el marco de la inseguridad de la creencia, enhebrado entre las debilidades y fortalezas de los conocimientos humanos.







TEOLOGÍA Y CIENCIAS  
**QUAERENTIBUS**

Año 6 | n.º 10  
Enero – Junio 2018