

COSMOLOGÍA Y RELIGIÓN

Gustavo E. Romero

Muchos de los conflictos epistemológicos entre la ciencia y la religión, o más específicamente, entre el discurso científico y el religioso, podrían resolverse si existiese una misma metodología de asignación de valor de verdad a los enunciados formulados en ambos discursos. En ese sentido, la teología natural ha realizado grandes esfuerzos por dotar de una base empírica a sus teodiceas. Esto no es un fenómeno nuevo, sino que puede rastrearse hasta la alta escolástica y los argumentos *a posteriori* de la existencia de Dios, como ser el Argumento Cosmológico y el Argumento Teleológico o argumento por diseño. Es, sin embargo, en años recientes que estos argumentos han desarrollado nuevas formas y cobrado renovado ímpetu, en especial a la luz de descubrimientos y formulaciones recientes en Cosmología (ver, por ejemplo, Rowe 1998 y Craig 2000).

La Cosmología es un conjunto de teorías científicas sobre el origen y la evolución del Universo. Hay una enorme variedad de estas teorías, pero desde el descubrimiento de la radiación de fondo cósmico por Penzias y Wilson en 1965, la mayoría de ellas ha evolucionado hacia alguna forma de teoría evolutiva, abandonando el Principio Cosmológico Perfecto¹. El llamado Modelo Estándar del Big Bang (ver, por ejemplo, para una exposición reciente, Rich 2001) parece ofrecer un cuadro compatible con la mayoría de las observaciones astronómicas actuales. Aunque hay versiones singulares y no singulares del Big Bang, en general

¹ Principio Cosmológico Perfecto: El Universo debe ser homogéneo e isótropo en el espacio y en el tiempo.

estos modelos ofrecen una imagen del Universo en evolución a partir de un evento explosivo ocurrido hace una decena de miles de millones de años. Esta explosión habría dado lugar al Universo, o al menos a su fase de expansión acelerada actual.

Lo que aquí nos interesa es indagar si es científicamente sostenible el intento de establecer que el evento original del Big Bang tuvo una causa única, a la que se suele llamar “Dios” y que suele ser identificada con el Dios del discurso religioso. En otras palabras, lo que pretendemos investigar es si el término “Dios” puede figurar como valor de variable ligada en las cuantificaciones lógicas que ocurren en las teorías cosmológicas contemporáneas.

Una variable lógica es un argumento no especificado en un enunciado. Por ejemplo, x es una variable en el esquema ‘ x tiene una temperatura T ’. En forma abreviada podemos escribir ‘Temp(x)= T ’. Si reemplazamos la variable por algún valor, por ejemplo ‘ x = el sol’, obtenemos un enunciado: ‘El sol tiene una temperatura T ’. Esta variable se llama *libre*, ya que puede tomar cualquier valor. La variable se llama, en cambio, *ligada*, si esta cuantificada lógicamente. Los cuantificadores lógicos son el cuantificador existencial (‘ $\exists x P(x)$ ’), que se lee ‘existe x tal que tiene la propiedad P .’) y el cuantificador universal (‘ $\forall x P(x) \rightarrow Q(x)$ ’, que se lee ‘todo x tal que tiene la propiedad P tiene también la propiedad Q ’). El dominio de la variable ligada al cuantificador esta dado por el conjunto de todos los valores que hacen que el enunciado resultante sea verdadero.

Cuando revisamos el dominio de las variables ligadas que aparecen en distintas teorías cosmológicas, encontramos términos como “materia oscura”, “galaxias”, “cúmulos de galaxias”, “radiación cósmica”, etc. El término “Dios” no aparece explícitamente en ninguna formulación. Se ha argumentado, sin embargo, que está implicado por la mayoría de las teorías del Big Bang, en el sentido de que éstas sostienen que el pasado es finito y por tanto el Universo comenzó a existir. El argumento, basado a su vez en argumentos del filósofo árabe Algazel, puede formularse como sigue (Craig 2000)²:

1. Todo lo que comienza a existir tiene una causa de su existencia.
2. El Universo comenzó a existir.
3. Por tanto, el Universo tiene una causa de su existencia.

² Para una discusión detenida del argumento ver Romero (2004).

Desde un punto de vista lógico, la verdad de la conclusión depende de la verdad de las premisas (1) y (2). Se argumenta que (1) es un enunciado auto-evidente (ver, sin embargo, Romero 2004) y que (2) es apoyado por las teorías cosmológicas actuales. Si (2) es un enunciado que puede derivarse de teorías científicas ampliamente aceptadas, entonces (suponiendo que (1) sea verdadero) el Universo tendría una causa, y esa causa se podría llamar “Dios”. En otras palabras, Dios pasaría a ser parte de la ontología aceptada por las teorías científicas, al menos en la medida de que se lo entienda como “causa del Universo”.

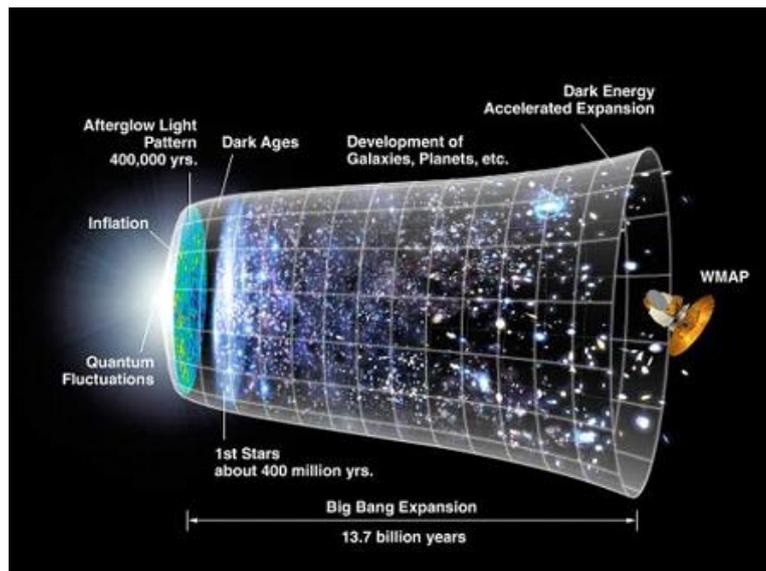


Figura 1: Representación esquemática del universo, desde el Big Bang a la actualidad.

El hecho de que el Universo tenga una edad finita, no parece necesariamente apoyar (2). Las teorías tradicionales del Big Bang, donde las llamadas condiciones de energía son satisfechas, predicen una *singularidad* en el comienzo del Universo. Eso significa que predicen divergencias (valores infinitos) para todas las variables relevantes de las ecuaciones. En particular, para la métrica del espacio-tiempo. Esto implica que el espacio-tiempo continuo, tal como lo conocemos hoy y es descrito por la

teoría de la Relatividad General, no existía en el “instante” inicial del Universo. El conjunto de los eventos temporales sería, pues, un conjunto infinito abierto. La “causa” del Universo habría operado en $t=0$, creando simultáneamente al tiempo y al Universo. Esto coincide con la visión de San Agustín, de un Dios que crea mundo y tiempo desde la eternidad. Sin embargo, ¿estamos autorizados a inferir que el Universo comenzó a existir? Adolf Grünbaum (1989, 1996, 2000) ha argumentado enérgicamente que no. Su punto principal es que para todo instante de tiempo, el Universo existía a ese instante. ¿Qué sentido tiene entonces decir que *comenzó* a existir? No hay un instante en el cual el Universo no existiera y luego otro a partir del cual comenzó a existir. El Universo existe desde siempre, esto es, siempre que hubo tiempo hubo Universo.

William Lane Craig (1992, 1994) ha replicado que o bien el acto de creación puede ser simultáneo con la creación, o bien Dios puede existir en un “tiempo” diferente (digamos un “tiempo metafísico”) o bien, finalmente, Dios podría existir fuera del tiempo y realizar el acto de creación sin que interviniese el tiempo en absoluto.

Una valoración de estos argumentos a favor y en contra de la aceptación de Dios como causa del Universo requiere un análisis del concepto de “causa”. Ciertamente, si el argumento descrito más arriba en forma silogística ha de ser válido, el significado de la palabra “causa” debe ser el mismo en la premisa (1) y en la conclusión (3). Una causa que está fuera del tiempo no es ciertamente lo que tenemos en mente cuando aceptamos como verdadera la generalización (1). Pero, ¿es posible que una causa actúe el mismo tiempo que ocurre el efecto? Para responder, debemos entender mejor qué es una causa. Una causa no es una cosa, ni una propiedad, sino un proceso: el proceso X en la cosa A desencadena (causa) el proceso Y en la cosa B. Así, lo que es (podría ser) causado es el origen del Universo, no el Universo. El agente causal podría ser Dios, pero la causa sería un acto divino. ¿Pero cómo puede haber un acto divino si no hay tiempo, ya que todo acto implica un cambio? Si se argumenta que Dios puede hacerlo por ser omnipotente, se esquiva el problema, ya que la omnipotencia no permite realizar imposibilidades lógicas. Pero, ¿es una acción sin cambios una imposibilidad lógica? Todas las acciones que conocemos ocurren en el espacio-tiempo e implican cambio. El peso de la prueba, pues, debe caer sobre quien clame posible una acción sin cambio.

Por otra parte, la causalidad no parece ser otra cosa que una forma

de transferencia de energía. La energía, a su vez, es la propiedad más genérica de las cosas: su capacidad o potencialidad para cambiar (Bunge 1977, 1979b, 1982). La hipótesis creacionista parece implicar, entonces, que Dios, el “agente de creación”, inyectó la energía del Universo en la singularidad inicial. Esto implica una violación de una de las leyes básicas de la Cosmología Física: la ley de la conservación de la energía en toda interacción espacio-temporal³.

Otro punto a tener en cuenta en este análisis es que Dios sólo podría pertenecer a la ontología de las teorías cosmológicas si de alguna forma es una entidad espacio-temporal. Si está en relación con las cosas del Universo, de alguna forma debería serlo. Cuál es la forma temporal de la divinidad, sin embargo, ha sido y continúa siendo un tema de debate entre teólogos.

En conclusión, si una acción divina causó el Universo, Dios debería ser una entidad espacio-temporal cuya acción fue contemporánea a la aparición del Universo. Que esta sea una concepción inteligible, es algo que puede ser discutido (ver Grünbaum 2000, por ejemplo).

Otra línea de argumentación en teología natural consiste en introducir a Dios a través de un argumento teleológico, que en su forma moderna se llama Argumento Antrópico⁴. En el contexto de la Cosmología actual el mismo fue introducido por Brandon Carter (1998) en 1970 y publicado por primera vez en 1974. Pequeñas variaciones en los valores de las constantes fundamentales de la naturaleza darían lugar a universos que no podrían sustentar vida inteligente. Por ejemplo, universos en los cuales las estrellas se formarían muy rápidamente, o universos donde éstas nunca tendrían lugar. La probabilidad *a priori* de un universo que tenga justo los valores de las constantes que tiene el nuestro, y donde las leyes de la Física sean como las conocemos, parece ser extremadamente pequeña. La conclusión que Carter sacó de esto es que deberían existir muchos universos, con leyes y constantes fundamentales cubriendo todo el rango posible, y el nuestro es sólo uno de ellos, donde las condiciones son tales que la vida inteligente ha podido formarse.

La idea de un Universo Múltiple o Multi-Universo, como suele llamársele, no es la única alternativa para enfrentar a las bajas probabilidades. Richard Swinburne (1998) y otros han argumentado que una bají-

³ Sin embargo, es importante notar que si no hay cosas, tampoco puede haber leyes, ya que éstas no son más que restricciones al espacio de estado de las cosas. La *Creatio ex nihilo*, por tanto, *no puede violar las leyes de la Física*.

⁴ Para una historia detallada del Argumento Antrópico consultar Barrow y Tipler (1986).

sima probabilidad *a priori* para que el Universo sea como es, evidencia un diseño inteligente. Esa inteligencia sería Dios.

En este caso no estamos frente a una implicación lógica como en el caso del Argumento Cosmológico defendido por W. Craig, sino ante una *explicación plausible*. Cuán plausible es esa explicación, una vez más, es tema discutible. Considere el lector la unicidad de su carácter, la irreplicable conjunción de factores que ha dado lugar a su existencia. Si cualquier evento hubiese impedido que el espermatozoide original que aportó parte de su ADN hubiese fecundado el óvulo, el lector no estaría aquí, deslizándose junto a esta línea hacia su incierto futuro. ¿Hubo una mano inteligente que dirigió el espermatozoide o que fijó las condiciones de su tránsito? ¿O hubo, en cambio, millones de espermatozoides de los cuales sólo uno llegó? Como vemos, el diseño inteligente no es la única posibilidad lógica, lo cual ciertamente no lo descarta como posibilidad.

Hay algo también insatisfactorio en un Universo Múltiple, y es que los otros universos, diferentes del nuestro, no interactúan y por tanto no están en el mismo espacio-tiempo. Según la definición sintética de ontología no pueden pertenecer a la ontología de nuestro Universo: son por siempre inaccesibles. Su status ontológico no parece ser muy diferente del Dios atemporal.

Sin embargo, ¿cuán bajas son realmente las probabilidades de que exista un universo como el nuestro? ¿Es posible hacer un estudio cuantitativo de las mismas? ¿Cuáles son los presupuestos de este tipo de investigaciones?

En general, cuando se habla de que pequeñas variaciones de las constantes fundamentales cambiarían por completo el universo, lo que se hace es estudiar el rango de valores de un parámetro dado, como por ejemplo la llamada constante de estructura fina, con el fin de determinar cuánto afectan los cambios en el parámetro la evolución del universo, la formación de estrellas, y procesos similares. Nuestro universo tiene estrellas, y estas se han formado en un lapso no mayor de unos 12000 millones de años. Si tal formación es posible sólo para unos pocos valores de la constante de estructura fina, y en ausencia de una razón para preferir un valor a otro, se concluye que la existencia del universo es incompatible con el azar. Esto se ilustra en la Figura 2, basada en un trabajo de Daniela Pérez, del Instituto Argentino de Radioastronomía (Pérez 2009), donde se muestra el resultado de la simulación de la evolución de un gran número (1000) de universos que sólo difieren en los valores de la constante de

estructura fina, que es asignada al azar.

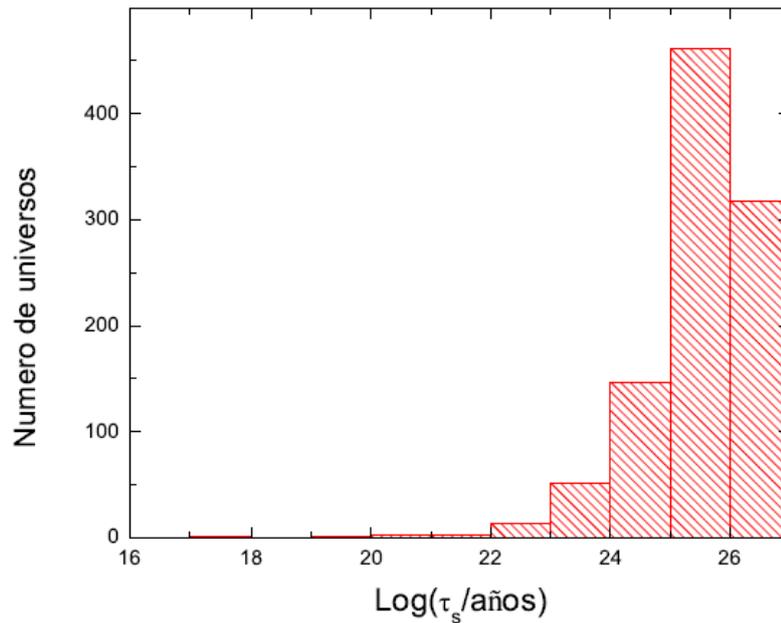


Figura 2: Número de universos simulados variando la constante de estructura fina versus la vida media de las estrellas en cada uno de ellos. Ningún universo presenta estrellas a la edad del nuestro (unos 10^{10} años).

Ahora bien, ¿porqué debería variar sólo la constante de estructura fina y no otras constantes? En principio no hay ninguna razón para ello: el único universo que conocemos funciona con los valores medidos ciertas constantes y es de esperar que si cambiamos alguno de ellos el resultado sea algo totalmente diferente. ¿Qué sucede si cambiamos al azar los valores de *todas* las constantes? La respuesta está en la Figura 3 (Pérez 2009): la distribución de las vidas medias de las estrellas en los universos simulados tiene un máximo cerca del valor que corresponde a las estrellas del *único* universo real que conocemos. En otras palabras, nuestro universo es exactamente lo que surgiría si todos los valores de las constantes fueran resultado del azar.

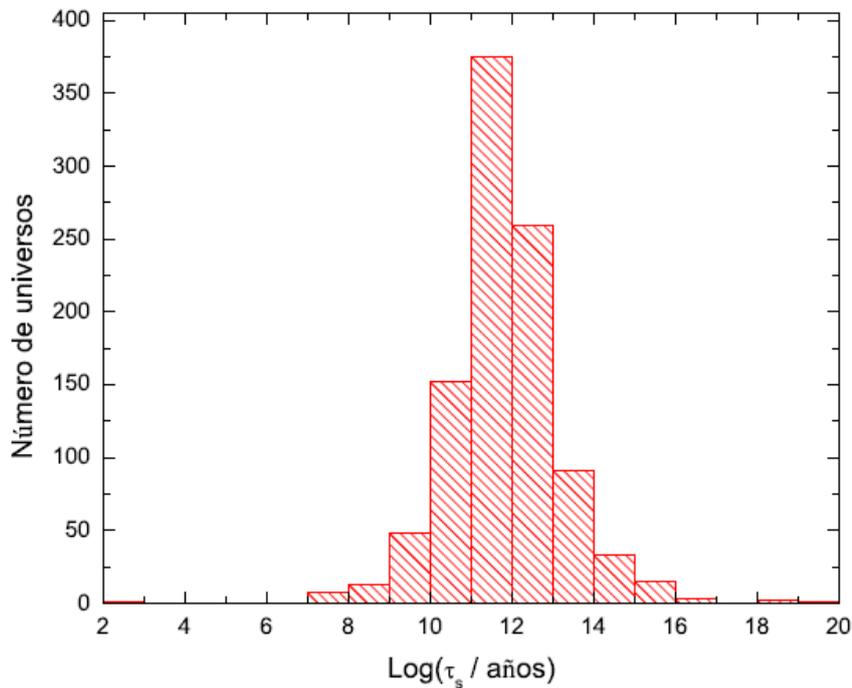


Figura 3: Número de universos simulados variando *todas* las constantes naturales versus la vida media de las estrellas en cada uno de ellos. El pico del histograma está cerca del valor de la vida media de las estrellas en *nuestro* universo.

La conclusión que parece emerger de todo esto es la que famosamente expresara Richard Dawkins:

“The universe we observe has precisely the properties we should expect if there is, at bottom, no design, no purpose, no evil and no good, nothing but blind pitiless indifference.”

[“El universo que observamos tiene precisamente las propiedades que deberíamos esperar si, el fondo, no hay diseño, no hay propósito, no hay mal ni bien, nada, excepto indiferencia ciega y despiadada.”]

Creatio ex nihilo y cosmología: algunas clarificaciones

Pocos campos de la ciencia se prestan a tantos malentendidos semánticos y ontológicos como la cosmología. No es de extrañar, por tanto, que en esta disciplina abunden los conflictos epistemológicos. A continuación se discutirán brevemente algunos tópicos que usualmente son objeto de confusión, tanto entre especialistas como entre legos.

El concepto de *creatio ex nihilo* es usualmente malinterpretado. *Creatio ex nihilo* implica origen temporal a partir de ningún objeto, evento o cosa pre-existente. Por objeto o cosa entendemos un individuo concreto con propiedades. Por evento, un cambio en una cosa. Como se señala en una nota de pie de página del presente trabajo, la *creatio ex nihilo* del Universo todo no puede violar las leyes de la física. En particular, no viola la conservación de la energía. La ley de la conservación de la energía afirma que en todo proceso donde interaccionan sistemas físicos (cosas) el valor de la propiedad llamada energía se conserva. Esta ley, como toda ley, es una restricción a espacio de estados de las cosas existentes. Si no hay cosas, no hay espacio de estados ni restricciones, y por tanto no hay leyes ni nada que violar. Si se asume que existe una *creatio ex nihilo* de todo el Universo, la misma implica la generación espontánea no sólo del total de las cosas, sino también de sus propiedades y las leyes que las limitan.



Figura 4: Dios en acción, según Miguel Ángel.

En lo que antecede, el Universo no debe ser entendido como el “conjunto de todas las cosas”. El Universo no es un conjunto, esto es un objeto matemático, sino una cosa concreta, formada por otras cosas: partículas, animales, planetas, estrellas, materia oscura, etc. Estrictamente hablando, el *Universo es el sistema de todas las cosas* (ver Bunge 1979a). El Universo tiene propiedades, como temperatura y masa, que los conjuntos no tienen.

Otro concepto usualmente mal interpretado es el de “nada”. La “nada” no es una cosa. Decir que “hay nada” no es afirmar que hay algo. Por el contrario, es decir que el dominio de cuantificación existencial es vacío. Luego, decir que “la nada” tiene propiedades es una contradicción semántica. Expresiones como “la nada es inestable”, “la nada tiene energía”, y otras similares carecen literalmente de significado. Al usarlas se esta *reificando*⁵ un concepto.

⁵ Reificar: asignar el estatus ontológico de cosa.

Un error muy extendido en cosmología es igualar nada a vacío. El vacío en cosmología no es ausencia de sistemas físicos sino que se identifica con el estado fundamental de un campo, que es una cosa concreta. El campo presenta “fluctuaciones de vacío” de acuerdo con las leyes de la mecánica cuántica⁶. Puede incluso asociarse una energía al vacío, porque es una cosa y no nada. El que esté sometido a leyes muestra su estatus ontológico. Ningún modelo que pretenda explicar el origen del Universo a partir de un estado de vacío puede considerarse completo, ya que tiene presupuestos ontológicos. Explicar el origen del Universo en forma completa implicaría explicar el origen del vacío y de las leyes que obedece. En ese sentido, los modelos de fluctuaciones cuánticas seguidos de inflación, populares en los tempranos años 1980s y hoy casi abandonados⁷, son modelos de *creatio ex materia*. Sólo abordan el origen de la fase actual del Universo, en forma similar a como lo hacía la vieja teoría termodinámica de Boltzmann.

Muchos físicos tienden a reificar no sólo conceptos sino también propiedades. El caso más típico es el de la energía. Expresiones como “energía pura” no tienen sentido. La energía es una propiedad de las cosas. No puede haber propiedades sin individuos que las posean. Así, no puede haber sonrisas sin rostros que sonrían, ni digestiones sin estómagos que digieran. Tampoco puede haber energía sin sistemas concretos. La energía es simplemente la capacidad de cambiar que tiene un dado sistema físico. Un error notable es confundir energía con radiación. La radiación está formada por partículas. En el caso de la radiación electromagnética, por fotones. Por citar un lugar común, cuando una partícula se aniquila con su antipartícula, no se “libera energía”, sino que ocurre un cambio en la naturaleza de las partículas, que pueden ser transformadas en fotones, neutrinos, etc. De hecho, la cantidad de energía del sistema se conserva durante la interacción.

Quizás las mayores confusiones se producen alrededor de la sencilla expresión deducida por Einstein en 1905⁸ : $E=mc^2$. Esta expresión indica que el valor de la energía E de un cierto objeto (una propiedad) es igual al valor de su masa en reposo (otra propiedad) multiplicada por la

⁶ En particular, de acuerdo con las relaciones de indeterminación de Heisenberg. Notar que las relaciones en cuestión hacen referencia a sistemas cuánticos y no a la ignorancia de las personas, no siendo, por tanto, “relaciones de incertidumbre”, como muchos las llaman.

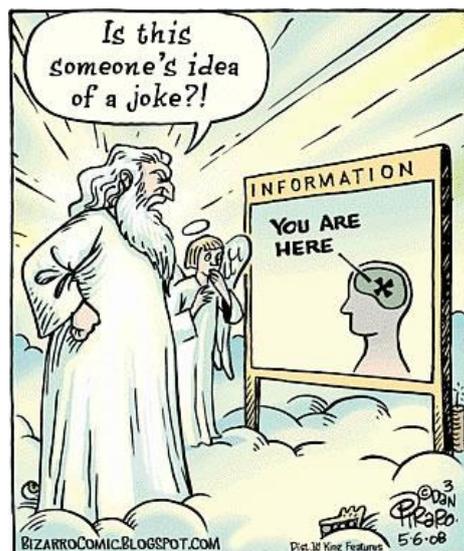
⁷ Por ejemplo, Tryon (1973), Vilenkin (1982), Vilenkin (1983). Para una crítica, ver Copan & Craig (2005) y las referencias allí citadas.

⁸ Einstein (1905b). Notar que la famosa ecuación $E=mc^2$ no figura en el trabajo original sobre la relatividad especial publicado en junio 1905 (Einstein 1905a).

velocidad de la luz al cuadrado. Es una relación entre las propiedades de una cosa dada. Ciertamente, la expresión no puede ser interpretada como la “equivalencia entre la energía y la materia”, lo cual es un error ontológico que identifica sustancia y atributo.

Materia es todo aquello cuyo espacio de estados admite más de un elemento, esto es, todo lo que es susceptible de cambio. Los números, conjuntos y otros entes abstractos no son materia, ya que no cambian. En general, materia son las partículas y campos que forman la ontología básica del mundo. La energía es una propiedad de la materia. Una confusión similar identifica masa con materia. La masa es una propiedad de algunos sistemas materiales (en general partículas y sistemas físicos que se mueven a velocidades inferiores a la de la luz). La luz misma, formada por fotones, tiene energía pero no masa. Los fotones pueden cambiar y producir partículas con masa, a partir de interacciones bien conocidas, que conservan la energía.

A modo de conclusión, podemos decir que al tratar de comprender el Universo, debemos estar seguros primero de que comprendemos el lenguaje que usamos en nuestros intentos por describirlo.



BIBLIOGRAFÍA

- BARROW, John D. y TIPLER, Frank J. *The Anthropic Cosmological Principle*, Oxford, Oxford University Press, 1986.
- BUNGE, Mario. *Treatise on Basic Philosophy. Vol. 3. The Furniture of the World.* Dordrecht, Kluwer, 1977.
- BUNGE, Mario. *Treatise on Basic Philosophy. Vol. 4. A World of Systems.* Dordrecht, Kluwer, 1979a.
- BUNGE, Mario. *Causality*. New York, Dover, 1979b.
- BUNGE, Mario. "The Revival of Causality" en M. Mahner (ed.), *Scientific Realism.* pp. 57-74, Amherst, Prometheus Books, 2001.
- CARTER, Brandon. "Large Number Coincidences and Anthropic Principle" en J. Leslie (ed.) *Modern Cosmology and Philosophy*, , pp. 131-139, Amherst, Prometheus Books, 1998.
- COPAN, Paul, & CRAIG, William Lane. *Creation out of Nothing*, Grand Rapids, Baker Academics, 2005.
- CRAIG, William Lane. "The Origin and Creation of the Universe: A Response to Adolf Grünbaum", *British Journal for the Philosophy of Science*, 1992, Vol. 43, pp. 233-240.
- CRAIG, William Lane. "Prof. Grünbaum on Creation", *Erkenntnis*, 1994, Vol. 40, pp. 325-341.
- CRAIG, William Lane. *The Kalam Cosmological Argument*. Eugene, Wipf and Stock Publishers, 2000.
- EINSTEIN, A. "Elektrodynamik bewegter Körper", *Annalen der Physik*, 1905a, Vol. 17, pp. 891-921.
- EINSTEIN, A. "Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?", *Annalen der Physik*, 1905b, Vol. 18, pp. 639-641.
- EVERETT, H. III. "Relative State Formulation of Quantum Mechanics", en *Reviews of Modern Physics*, 1957, vol. 29, pp.454-463.
- GRÜNBAUM, Adolf. "The Pseudo-Problem of Creation in Physical Cosmology", *Philosophy of Science*, 1989, Vol. 56, pp. 373-394.
- GRÜNBAUM, Adolf. "Theological Misinterpretations of Current Physical Cosmology", *Foundations of Physics*, 1996, Vol. 26, pp. 523-543.
- GRÜNBAUM, Adolf. "A New Critique of Theological Interpretations of Physical Cosmology", *British Journal for the Philosophy of Science*, 2000, Vol. 51, pp. 1-43.
- PÉREZ, Daniela. *Causalidad Global en Cosmología*, Tesis de Licenciatura

- tura, UNLP, 2009.
- RICH, James. *Fundamentals of Cosmology*, Berlin-Heidelberg, Springer, 2001.
- ROMERO, Gustavo E. "God, Causality and the Creation", *Invenio*, 2004, Vol. 13, pp. 11-20.
- ROWE, William L. *The Cosmological Argument*, New York, Fordham University Press, 1998.
- SWINBURNE, Richard. "Argument from the Fine-Tuning of the Universe" en J. Leslie (ed.) *Modern Cosmology and Philosophy*, pp. 160-179, Amherst, Prometheus Books, 1998.
- TARSKI, Alfred. "La Concepción Semántica de la Verdad y los Fundamentos de la Semántica" en Mario Bunge (ed.) *Antología Semántica*, pp.14-24, Buenos Aires, Ediciones Nueva Visión, 1960.
- TRYON, Edgar. "Is the Universe a Vacuum Fluctuation?", *Nature*, 1973, Vol. 246, pp. 396-397.
- VILENKIN, A. "Creation of the Universe from Nothing", *Physics Letters B*, 1982, Vol. 117, pp. 25-28.
- VILENKIN, A. "Birth of Inflationary Universes", *Physical Review D*, 1983, Vol. 27, 2854.