
**La Navaja de Ockham y la hipótesis
de los multiversos.
Un acercamiento desde la visión crítica del
cosmólogo George F. R. Ellis**

**Ockham's Razor and the Hypothesis
of Multiverses:
An Approach from the Critical Perspective of
cosmologist George F. R. Ellis**

*Ilan J. Jiménez-Ramírez**

Resumen

Uno de los principales criterios que utiliza el método científico para establecer la pertinencia de una explicación o hipótesis competidora con respecto a un evento en la realidad física, es el principio de simplicidad o parsimonia científica. Este suele implicar la prescindencia de entidades o hipótesis consideradas innecesarias para la explicación de un fenómeno. Las raíces de este

* Licenciado en Docencia, Universidad a Distancia de Costa Rica (UNED). Licenciado en Administración Educativa, Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica (UNED). Licenciado en Ciencias de la Educación, con Énfasis en Educación Especial, Universidad San Isidro Labrador (UISIL). Estudiante de la carrera en Filosofía, Universidad Autónoma de Centro América (UACA). Correo electrónico: ilan-vip@hotmail.com

principio se suelen trazar hasta el filósofo nominalista medieval Guillermo de Ockham. En el presente trabajo, se pretende determinar el posible impacto de la concepción metodológica derivada de la Navaja de Ockham en torno a la hipótesis cosmológica de los multiversos, y realizar un recorrido por la visión crítica del cosmólogo, George F. R. Ellis en la discusión sobre la validez de la hipótesis multiversal en el plano de la física contemporánea.

Palabras clave: NAVAJA DE OCKHAM, COSMOLOGÍA, MULTIVERSOS, EPISTEMOLOGÍA, GEORGE F. R. ELLIS

Abstract

One of the main criteria that the scientific method uses to establish the relevance of an explanation or competing hypothesis regarding an event in physical reality is the principle of simplicity, or scientific parsimony. This often involves the exclusion of entities or hypotheses considered unnecessary for explaining a phenomenon. The roots of this principle are often traced back to the medieval nominalist philosopher William of Ockham. In the present work, the aim is to determine the possible impact of the methodological conception derived from Ockham's Razor on the cosmological hypothesis of multiverses and to take a critical look at the cosmologist George F. R. Ellis's discussion on the validity of the multiverse hypothesis in the realm of contemporary physics.

Key Words: OCKHAM'S RAZOR - COSMOLOGY - MULTIVERSE - EPISTEMOLOGY - GEORGE F. R. ELLIS

Recibido: 11 setiembre de 2023

Aceptado: 17 de octubre de 2023

1. Guillermo de Ockham, multiversos y cosmología

En el contexto tecnológico y científico actual, escasean las discusiones sobre problemáticas medievales que tengan algún impacto en la vida contemporánea. Parece haber sido una etapa con preocupaciones distintas y alejadas de lo que hoy aqueja al ciudadano del siglo XXI. Sin embargo, un ejemplo contundente de una idea que ha impactado a lo largo del tiempo podría trazarse hasta uno de los más grandes intelectuales del medioevo: el lógico franciscano Guillermo de Ockham. El cuál, con su estricto rigor analítico y su tendencia hacia a sencillez metodológica, postuló la Navaja de Ockham, principio que sigue en vigor en la época contemporánea.

Esto puede verse en las teorías físicas contemporáneas, donde se tiene en alta estima este principio y algunos lo han adoptado como eje rector en cuanto a la escogencia entre hipótesis explicativas competidoras sobre un hecho o evento de la realidad.

Actualmente, una de las áreas en las que se ha centrado la atención sobre la simplicidad es la cosmología. Más específicamente, sobre aquellas iniciativas científicas que parecen indicar la posible existencia de una multiplicidad (a veces infinita) de universos. Esta es la conocida hipótesis de los multiversos, tan popularizada en el arte, la ciencia ficción, el cine de superhéroes y la divulgación científica (Kaku, 2006; Susskind, 2006; Vilenkin, 2006).

El tema se torna complejo. Algunos cosmólogos reputados han realizado feroces críticas a la hipótesis multiversal (Smolin, 2015). A veces alegando una violación a la Navaja de Ockham, y en otros casos, argumentan una aparente imposibilidad de verificación clara en las predicciones que derivan del modelo.

Es acá donde entra en cuestión el prestigioso cosmólogo George F. R. Ellis, quién ha sido uno de los académicos que más críticamente se ha acercado a la hipótesis de los multiversos. Esto lo ha realizado desde distintos frentes, que serán mencionados y comentados en el presente trabajo, con el fin de contrastar la información presentada y brindar un criterio con respecto al estado actual de la discusión.

1.1. Guillermo de Ockham y su contexto histórico

Guillermo de Ockham (1287-1347), nació en Londres, Inglaterra, en una etapa de contrastes históricos y eventos de importante magnitud, lo cual parece marcar el inicio de los últimos dos siglos de la Baja Edad Media. Ockham realizó sus estudios superiores en la prestigiosa Escuela Universitaria de Oxford, en un contexto académico del que resalta el amor por las ciencias especialmente en el ámbito experimental, centrado en el conocimiento de primer orden sobre el mundo.

Además, fue miembro de la Orden Franciscana, la cual, para este tiempo “vive un período de esplendor intelectual y produce un grupo de grandes pensadores” (Vanegas, 2009, p. 168). Esta orden combinaba el trabajo académico con una vida al servicio de los más desfavorecidos y la preservación del conocimiento.

Esta influencia se va a notar de forma relativamente clara en la especulación metafísica minimalista que propone el pensador franciscano, con algunas formulaciones, como el nominalismo filosófico o la conocida Navaja de Ockham. Además, en sus trabajos se destaca una posición donde “frente al puro argumento de autoridad, toma una importancia creciente el recurso al razonamiento” (Le Goff, 1999, p. 310.). Lo que propicia una ruptura con algunas concepciones más tradicionales.

1.2. Nominalismo filosófico

El nominalismo filosófico de Ockham fue una aproximación contrastante con la visión platónica sobre el lenguaje y el mundo. La herencia de Platón proponía la existencia de entidades ideales que se relacionaban con los objetos imperfectos del mundo para darles inteligibilidad ante el ser cognoscente (República, VII). Además, los conceptos universales como el color blanco, la justicia, el amor, no serían características compartidas por diferentes entidades en la realidad, sino que estas vienen de la reminiscencia (anamnesis), a saber, el recuerdo que tiene el alma de las cosas perfectas que percibió ya antes de su existencia terrenal. Así, se conjuga la idea con el objeto observado y se concibe el universal, el cual posee la más real y verdadera existencia, según el maestro de Aristóteles.

Ante este tipo de visión trascendente de los conceptos universales y el mismo lenguaje, se desarrolla una concepción ockamista muy alejada de la visión dicotómica entre lo ideal y lo terrenal. Esta visión parecía desencadenar una crisis en el pensamiento escolástico, lo que a su vez impactó la forma de concebir lo espiritual (Sacchi, 2005). Y es que para el *Venerabilis Inceptor*, los llamados universales no eran más que categorías mentales que aplicamos a cosas que comparten características similares. Le parecía innecesario acudir a cuestiones trascendentales para tener que explicar una diferenciación que, para él, venía por una convención del lenguaje derivada del intelecto. Remarcando el hecho de “que ningún universal es sustancia alguna existente fuera del alma” (Ockham, 1994, p.66). Dejando en claro que las almas, constituían una excepción a la regla.

Sus ideas tenían un fuerte fundamento aristotélico pero bajo una interpretación propia, en la que intentaba librar al lógico griego de algunas concepciones erróneas que provenían (según su criterio) de otras lecturas, como sería la del averroísmo y la del mismísimo Duns Escoto (Miralbell, 1998).

Inició entonces, un camino hacia la postulación de uno de los principios más importantes en la filosofía de la ciencia y epistemología, a saber: su famosa y filosa “navaja metafísica”.

1.3. La Navaja de Ockham

Como consecuencia de la clara tendencia del franciscano hacia la simplicidad en las explicaciones de los eventos, surge un concepto que no nace *ex nihilo* en la Edad Media, sino que tenía raíces aritotélicas, Dado que el estagirita consideraba que una ciencia más simple tendrá mayor exactitud, pues para él, la exactitud implica en sí misma simplicidad (Metafísica, XIII, 1078a 5-10). Esta búsqueda por el desarrollo histórico del concepto de parsimonia está rodeada de debate en torno a la formulación exacta que habría hecho el teólogo inglés al respecto. Siguiendo a Ariew (1976), tradicionalmente se ha entendido que el principio rezaría: “Las entidades no deben ser multiplicadas sin necesidad” (Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem). Esta no sería la única forma en que se enunciaría, teniendo versiones muy similares en Sir William Hamilton y Bertrand Russel. Y su aplicación ha ido desde el plano de la lógica, la metodología, ciencia, y hasta la lingüística.

Es innegable su poder, incluso para resolver una cuestión que puede considerarse cotidiana o hasta trivial. Para ilustrar un caso sencillo de la aplicación de este principio, el lector podría imaginarse una pareja de esposos que laboran en la misma empresa. Si el día de su aniversario de bodas, la esposa encuentra sobre la mesa una tarjeta con la frase: “Te amo”, junto con un enorme ramo de flores y unos chocolates. Podría plantear dos explicaciones para el evento.

1. Que su esposo quiso darle un detalle por ser el día de su aniversario de bodas y decidió agregarle una tarjeta con la frase amorosa.
2. Que algún desconocido o compañero de trabajo decidió declararle su amor oculto ese día, dejándole en su mesa todo mencionado.

Evidentemente la explicación número dos parece extravagante y necesita asunciones adicionales al ser postulada, incluida la entidad innecesaria del “admirador secreto”, por lo que es altamente probable que la esposa se decante por la explicación número uno.

Este es un ejemplo sencillo de cómo incluso en situaciones diarias se aplica el principio de simplicidad para tomar partido por una hipótesis explicativa. Teniendo esto en cuenta, se procederá a valorar su aplicación en el ámbito científico.

1.3.1. Simplicidad de las hipótesis científicas

Una hipótesis puede definirse como una explicación preliminar o tentativa ante un fenómeno que ha sido investigado, pueden ser formuladas “a manera de proposiciones, acerca de las relaciones entre dos o más variables y se apoyan en conocimientos organizados y sistematizados” (Vargas, 2006). Sin embargo, una de las características principales que debe contener cualquier hipótesis científica desde la implementación del racionalismo crítico, es la posibilidad de ser falsable (Popper, 1980) o poder realizar predicciones sujetas a comprobación empírica para demostrar la verificación o falsedad de la misma.

De esta forma, si no se logra demostrar la falsedad de la hipótesis, no significa que esta adquiera una propiedad de verdad de inmediato, lo cuál está mas condicionado por las teorías de verdad y justificación que se asuman (Audi, 2011). Más bien, se podría considerar como una posición tentativa o una certeza relativa a un modelo, que, si corresponde con los datos científicos del momento histórico, le permitiría ser una explicación provisional de los hechos hasta que se demuestre lo contrario, sin que esta naturaleza provisional desmerite el poder y alcance del conocimiento científico.

Y es justamente en la decisión del investigador entre hipótesis rivales que hayan pasado el filtro de la falsabilidad, la coherencia lógica, el apoyo de evidencia empírica etc., donde la simplicidad juega un rol muy importante. La búsqueda de la parsimonia científica permite orientar esfuerzos para limitar la ontología a lo verdaderamente necesario, siempre que sea posible apuntar a entidades genuinas (Spade, 1999, p.102.). Entendiendo que el motivo de que algunos entes sean rechazados dentro de una explicación se debería a la ausencia de razones positivas para postular su existencia.

A pesar de esto, no todo el tiempo es sencillo para el investigador decantarse por una hipótesis, o determinar hasta qué punto la simplicidad le está llevando por el camino correcto. Y según Van Den Berg (2018), lo que para algunos científicos particulares puede ser visto como una teoría llamativa no siempre corresponde con la interpretación de simplicidad en las explicaciones de otros científicos que poseen otro cuerpo de información distinto, un bagaje cultural diferente, prejuicios e incluso habilidades intelectuales que pueden variar entre una persona y otra (p.262).

Es así como algunos autores parecen percibir una dificultad para establecer un estándar universal sobre la aplicación de la Navaja de Ockham. En ese aspecto, cobra mucho sentido la prevención que hace Mole (2003) acerca del uso equivocado que algunos asumen sobre este principio metodológico. Para el autor, la Navaja de Ockham no te dice que lo más simple siempre es mejor, sino que solo aplica cuando ambas teorías están en igualdad con respecto a todos los factores que abarcan e intentan explicar (p.43). De esta forma, el cuidado que el investigador

debe poseer, es determinar que la selección de una hipótesis A sobre una hipótesis B, utilizando el principio de simplicidad, solo se aplique después de demostrar que $A=B$, en cuanto a los demás criterios competidores esbozados más arriba (falsabilidad, coherencia lógica, poder de predicción, etcétera).

En resumen, el filtro de la simplicidad debe ser uno de los últimos a aplicar para teorías competidoras, una vez que ya se ha puesto a prueba el modelo sobre el que descansan, con sus alcances y limitaciones.

2. De la Navaja de Ockham a la pregunta por los orígenes

Desde los filósofos presocráticos ha existido una inclinación por intentar explicar qué es el espacio y cómo funciona. El genio Isaac Newton fue uno de los pensadores y científicos que se preocupó por el tema, y no dudó en exponer y debatir sus ideas filosóficas en torno a la realidad física, el espacio y el tiempo. Al respecto, sabemos que creía que la gravedad requería un universo que no tuviera un centro o un límite, uno de extensión infinita en todas las direcciones. Además, creía que las estrellas estaban extendidas de manera equitativa en todos los puntos de los cielos (European Space Agency, 2019, párr. 1).

Sus ideas fueron posiblemente influenciadas por el profesor de Cambridge, Henry More, que entendía el espacio como inmóvil, eterno, perfecto e independiente (además de otras características que le otorgaba) (Ver Sklar, 2002, p.4.). Este espacio, con la particularidad de ser absoluto, infinito, homogéneo y sin bordes, implicaría que nuestro universo observable, entendido como su contenido, podría estar en otro lugar distinto en otro volumen dentro del espacio infinito. Incluso, podría moverse de forma absoluta y no relativa (Carreira, 2001). Por lo tanto, el espacio era concebido por Sir Isaac Newton, como algo inmutable, y su estructura no dependería de las cosas que contiene, sino que estas simplemente están distribuidas en el lugar que este provee para que se ubiquen.

Esta es sólo una de las nociones que se han tenido sobre la naturaleza y las propiedades del espacio. A la fecha, la principal tendencia en este respecto, corresponde con la que es derivada

de la Teoría de la Relatividad de Einstein, donde se entiende el espacio como relacionado directamente con el tiempo, de manera que la deformación del espacio tiene implicaciones en la variable tiempo.

Aún después de la postulación de la teoría del Big Bang, la aplicación de la Teoría de la Relatividad al tema del origen del universo parece indicar la existencia de una singularidad espacio-temporal, lo que ha llevado a cuestionamientos acerca de la aplicabilidad de esta teoría a esta escala primitiva del cosmos.

Y es justo en el estudio de los primeros momentos de existencia de nuestro universo donde surge el tema de la hipótesis de los multiversos. Usualmente concebida como una teoría independiente sobre el origen del mundo físico, pero que más bien surge como una hipótesis explicativa de un fenómeno derivado, o una consecuencia de otras teorías, como la inflación eterna e inflación caótica, que nacieron para explicar los momentos iniciales de la expansión en la teoría del Big Bang.

Para conocer de una mejor manera los escenarios que surgen de estos modelos científicos, se realizará un recorrido, siguiendo a Tegmark (2003), a través de los cuatro niveles de multiverso que se teorizan como posibilidades según determinadas condiciones físicas. Posteriormente se realizará un análisis desde la perspectiva crítica del cosmólogo George F. R. Ellis, donde se involucran posibles problemas metodológicos y dificultades con la parsimonia científica.

2.1. Multiverso nivel I: Espacio infinito y Volúmenes de Hubble

Existe una propuesta de multiverso que es totalmente derivable de las observaciones cósmicas actuales, y que sólo necesita de un espacio infinitamente extenso, ergódico, e infinitos Volúmenes de Hubble para que albergue una multiplicidad de universos observables.

Un Volumen de Hubble (de acuerdo con la cosmología estándar) se puede definir como una región esférica del Universo que rodea a un observador, a partir de la cuál, los objetos se

alejan de dicho observador a un ratio mayor a la velocidad de la luz, debido a la expansión del universo (Seshavatharam & Lakshminarayana, 2012, p.88). Este tipo de regiones estarían delimitadas por el denominado Límite de Hubble, el cual divide la zona en que la luz ya no puede cruzar hasta nuestro volumen debido a que, la expansión a partir de ahí, se aleja a velocidades hiperlumínicas, lo que no permite que su luz llegue hasta nosotros.

Pero ¿qué más se necesitaría para decir que esto es una forma de multiverso? Para algunos investigadores, no se necesita mucho más. Incluso se dice que podría existir un doble de cada persona a cierta distancia de cualquier Volumen de Hubble. Al respecto, hipotetiza Tegmark (2003) que el “doble” de cada persona se encontraría a aproximadamente 10^{10} metros de acá (p.1.). Esto recuerda la idea generalizada en el imaginario colectivo de que todas las personas tienen un gemelo idéntico en el mundo, con la única diferencia de que acá no se habla de un único planeta y una cantidad finita de personas entre las que se encuentra, sino todo un vasto mega universo, con infinitas posibilidades, personas, planetas, y, lo más destacado, modelos cosmológicos que parecen sustentarlo.

2.2. Multiverso nivel II: Inflación eterna e inflación caótica

En 1979, Alan Guth, siguiendo la propuesta de Andrei Linde, propuso la teoría de la inflación, como una forma de explicar la homogeneidad e isotropía (el horizonte, y otras características cósmicas) que se observan en el universo, lo cual se ha convertido en una interrogante importante de la ciencia contemporánea que aún no tiene una respuesta definitiva. Sin embargo, el esfuerzo de Guth, es actualmente una de las teorías más aceptadas para describir lo que serían los primeros instantes de la expansión del universo.

Una consecuencia de este proceso físico de expansión acelerada tanto en el modelo caótico como de expansión eterna, es la generación de infinitos universos inobservables “de bolsillo” (Guth, 2007). En la inflación eterna, una vez que inicia el proceso nunca se detiene y la generación de burbujas de verdadero vacío continúa sin un final (Carrol, 2011, pp. 538-539). En este tipo de escenario, es necesario comprender, que las posibilidades

son infinitas, de hecho, el escenario de multiverso tipo I podría estar contenido en un multiverso de inflación eterna, a modo de subconjunto. Lo que deriva en un escenario donde cualquier cosa permitida por el modelo, sucederá, una cantidad infinita de veces.

2.3. Multiverso nivel III: Física cuántica y la interpretación de muchos mundos

En el año 1900, el físico Max Planck, introdujo los primeros conceptos que habrían iniciado la revolución que dio lugar a una de las teorías más fructíferas de la actualidad, a saber, la física cuántica (Sánchez, 2000). Esta, llegó a crear enormes controversias con descubrimientos como la superposición cuántica y el entrelazamiento cuántico, donde en este último, la medición de una partícula en un sistema parecía afectar “a velocidad hiperlumínica”, a su par entrelazado aun estando a distancia. Esto generó debates entorno a la explicación del fenómeno, e inclusive llevó a Einstein a llamar a este proceso “acción fantasmal a distancia”, por lo que propuso la teoría de las variables ocultas para salvaguardar su interpretación de la mecánica cuántica.

Este debate tuvo su final (aunque aún existen defensores de las variables ocultas), gracias al físico irlandés John Stewart Bell - de quien proviene el Teorema de Bell - quien propuso una serie de desigualdades matemáticas aplicables a algunos experimentos, para determinar si el entrelazamiento cuántico implicaba la interpretación determinista local de variables ocultas o en realidad iba más allá de la propuesta de Albert Einstein y otros detractores.

Al final, se comprobó que ninguna teoría local era capaz de explicar las predicciones de la teoría cuántica (Brunner et. al. 2014). Por lo que, hasta el momento existe un consenso que sostiene la no localidad de la mecánica cuántica, que interpreta mayoritariamente el entrelazamiento cuántico como una correlación a distancia, que no implica causalidad a velocidades superiores a la luz, como prohibiría la relatividad de Einstein¹. Este contexto es importante para comprender que a partir de una de las interpretaciones de la mecánica cuántica, es que surge la hipótesis del multiverso tipo III, a saber, la interpretación de Everett, o de los Muchos Mundos.

1 Ver Salard et.al. (2008) sobre avances en la investigación experimental en relación con la “acción fantasmal a distancia”.

Según la interpretación de Copenhague, en el proceso de superposición cuántica, una partícula, por ejemplo, un electrón, se encuentra en varios estados superpuestos al mismo tiempo, mientras no esté siendo observada. Sin embargo, cuando se realiza una medida por parte del observador, la superposición colapsa en un sólo estado específico identificable.

Sin embargo, para la interpretación de Muchos Mundos de Everett, la función de onda no colapsa. Y más bien, cualquier resultado de los estados no manifestados en el universo del observador, son bifurcaciones de la realidad, que equivaldrían a mundos paralelos. Estos universos ramificados, no tendrían contacto entre sí (Vilenkin & Perlov, 2017, p.153).

Para Tegmark (2003) la única diferencia entre el multiverso de nivel I y el de nivel III, es dónde viven los dobles de cada persona, si es en un espacio tridimensional, o en una ramificación cuántica de un espacio de Hilbert con dimensionalidad infinita (p. 48). Como se puede observar, con cada nivel de multiverso, parecen implicarse una cantidad de entidades adicionales, y un escenario que se torna más complejo. Someramente se verá el último nivel de multiverso para proceder a la discusión de dichas hipótesis.

2.3. Multiverso nivel IV: Múltiples universos con diferentes leyes físicas

Quizás, la característica más llamativa de este nivel multiversal, es la posibilidad de universos que contengan combinaciones diferentes en sus aspectos más fundamentales, como son las leyes físicas que les gobiernan. Esto deriva de la propuesta de Tegmark (2007), acerca de un universo matemático, donde todas las combinaciones existentes a nivel matemático, se pueden dar a nivel físico, pues este es una representación matemática como parte de un conjunto mayor de posibilidades.

Esta aproximación es similar a lo que señala el fisicalismo o materialismo matemático, donde cada entidad matemática es un objeto físico, material. Por lo que el poder central de esta teoría, residiría mayoritariamente en la respuesta última sobre la naturaleza de las matemáticas, donde existen varias hipótesis competidoras, como son, el abstraccionismo matemático, el platonismo matemático, entre otras.

Es entonces, ante la posibilidad fiscalista matemática, que un multiverso de grado IV podría contener incluso, multiversos anteriormente mencionados. Siendo el último escenario que se analizará.

Parece importante mencionar que en ocasiones se recurre a la hipótesis de los multiversos como parte de la discusión en torno al Principio Antrópico y al llamado “Ajuste Fino del Universo” (Barnes, 2021). Este concepto se refiere a la existencia de una serie de “coincidencias” cósmicas que, si se modificaran en cantidades mínimas, harían que la vida inteligente no pudiera existir en ningún rincón del universo. El tema ha sido discutido desde distintas disciplinas por la posibilidad de derivar en conclusiones afines a posturas filosóficas como el teísmo y otras afines (Swinburne, 2004; Collins, 2009). De acuerdo con lo mencionado, se puede comprender que el tema trasciende el plano meramente físico y de primer orden, y también es invocado en las discusiones metafísicas sobre el origen último de ciertos hechos observados, permeando distintas áreas del conocimiento.

3. Aproximación crítica a la hipótesis multiversal en George Ellis

Ante estos escenarios cosmológicos, surgen voces disidentes y escépticas. Uno de los principales críticos de las hipótesis multiversales, es el profesor emérito de matemática aplicada en la Universidad de Cape Town, el científico sudafricano George F. R. Ellis, quien ha laborado también como profesor de física cósmica en la Universidad de Cambridge, y ha ganado (entre otros galardones) el premio de la Fundación John Templeton.

3.1. El multiverso como violación a la Navaja de Ockham

De entrada, Ellis (2011) considera que la hipótesis multiversal más plausible, sería únicamente la de nivel I, que, en realidad no implicaría la existencia de múltiples universos en un sentido amplio, sino únicamente zonas habitables múltiples, o Volúmenes de Hubble. Y es que, para este reputado cosmólogo, los múltiples universos podrían implicar una evidente violación a la Navaja de Ockham. Considera que se está suponiendo la existencia de una

inmensa cantidad -incluso infinita- de entidades inobservables para explicar un único universo. Y esto (concluye) difícilmente encaja con el filósofo inglés del siglo XIV, Guillermo de Ockham (p. 43).

Y es que, esta es una de las reiteradas críticas a la hipótesis multiversal. Peter Woit, quien considera que el avance científico en la física de los últimos 40 años ha sido más bien pequeño, reitera que desafortunadamente algunos teóricos prominentes parecen haberse rendido en la búsqueda de explicaciones, y han tomado una vía fácil, donde el multiverso es invocado como una excusa no comprobable, multi propósito (Woit, 2015, citado por Berman, 2015, p.33). Y no es de extrañar que se invoque este tipo de fascinación sin precedentes, donde algunos dudan de la rigurosidad científica con que se abordan los nuevos descubrimientos. Por ejemplo, en el año 2014, los resultados del experimento BICEP2, fueron rápidamente interpretados como una detección de polarización tipo B en la radiación cósmica de fondo (Eller, 2014), que sería una señal dejada por las ondas gravitacionales derivadas de la inflación caótica, justamente aquella que genera universos infinitos en el proceso.

No pasó mucho tiempo, para que se mostrara que aquella algarabía no había sido del todo justificada por un análisis profundo del descubrimiento, pues se mostró que la presencia de polvo cósmico (Khan, 2015), habría sido la causa del error interpretativo que señalaba un supuesto avance trascendental en cuando a la inflación caótica.

Para algunos, el hecho de que no se descubrieran los efectos de las ondas gravitacionales derivadas de dicha inflación, debería haber sido un indicador en contra de la teoría inflacionaria, y se manifestó preocupación por el estado de rigurosidad en los modelos, pues, posterior a los descubrimientos, la teoría pareció seguir como si nada hubiera sucedido. Esto parece inaceptable para físicos como Steinhardt (2014), que sostiene que en las ciencias fácticas este revés debería de haber implicado un duro golpe a la teoría inflacionaria, pero en vez de esto, explica que la respuesta dada por los proponentes, es alarmante: el paradigma inflacionario es tan flexible, que es inmune a las pruebas experimentales y observacionales. Primero, la inflación es guiada por un campo escalar hipotético, el inflatón, que tiene propiedades que pueden ser ajustadas para producir efectivamente cualquier

resultado. Segundo, la inflación no termina con un universo de propiedades uniformes, sino que casi inevitablemente lleva a un multiverso de infinitas burbujas (p.9).

Esto derivaría en dos dificultades para la teoría multiversal, la primera, que una de las teorías más fuertes de la cuál podría surgir, parece ser señalada por algunos especialistas como difícilmente verificable, y por otro lado, la misma hipótesis como tal se podría enfrentar a nuevos retos de falsabilidad si se pretende conocer ese nuevo campo de estudio que se abriría.

3.2. La acechanza del post-empirismo

Algunos han comenzado a hablar de ciencia post empírica como la nueva etapa en la que entrarían las ciencias físicas para poder acercarse a este tipo de teorías difíciles de falsear. Según Ellis “la creencia en un multiverso será siempre una cuestión de fe de que los argumentos lógicos propuestos dan la respuesta correcta en una situación donde una comprobación observacional directa es inalcanzable y donde la física subyacente supuesta no es testeable” (citado por Gangui, 2019, p.77).

La física teórica Sabine Hossenfelder sigue a Ellis en su razonamiento, y considera el post-empirismo un oxímoron (Hossenfelder. 2014). Cree que muchos científicos se ofenderían si les dijeran que en realidad lo que realizan es una suerte de teología (Hossenfelder, 2019).

Para contrastar estas nuevas ideas Ellis (2014) pone de ejemplo la teoría cuántica y teoría de la relatividad, que han ido tan bien con el tiempo porque sus predicciones han sobrevivido a la comprobación debido a la claridad de sus postulaciones. Sin embargo, advierte que no es el caso de la hipótesis multiversal y otras afines, pues para el científico, afirmar que una teoría es tan buena que su postulación reemplaza la necesidad de datos y pruebas, corre el riesgo de llevar a estudiantes y al público en general a una idea equivocada sobre cómo se debe hacer la ciencia, y podría abrirse una puerta para que pseudocientíficos afirmen que sus ideas cumplen con requisitos similares (p.323). Una preocupación no menor en un campo que ha traído tantos avances importantes a la humanidad.

En este contexto, el cosmólogo, desde hace casi una década, ha buscado un enfoque serio en las discusiones sobre la capacidad de comprobación y falsabilidad de estas propuestas (Ellis, 2014). Esto puede ligarse al tema de la explicación de los datos, que en última estancia es trabajo clave del quehacer científico. Pues una teoría que lo explica todo debido a que existe un mundo de infinitas posibilidades, la tendría muy fácil para responder a cualquier dato que surja en el acontecer científico, lo que tendría un efecto dramático e indeseable, considera el físico sudafricano.

Un ejemplo sencillo es el valor de la constante cosmológica y otras fuerzas e interacciones electromagnéticas en las partículas. Los valores de dichos procesos han sido motivo de discusión y debate debido al rango tan ajustado en el que permiten la vida inteligente. No obstante, para Ellis, el multiverso vendría a detener los esfuerzos para descubrir una mejor teoría que pueda explicar por qué los valores para la constante cosmológica son tan pequeños en comparación con la predicción de la teoría cuántica de campos. Bastaría con apelar al multiverso para dar por explicado este evento inesperado, ya que se podría argumentar que este valor simplemente corresponde a nuestro universo burbuja, de entre infinitas posibilidades imaginables.

3.3. Voces disidentes que se unen a la de George Ellis

George Ellis no está solo en sus preocupaciones y objeciones a los modelos multiversales. También Heller (2019) advierte que tapar agujeros de conocimiento con parches que poseen otros agujeros podría ser contraproducente, pues considera que, si usamos la idea del multiverso para explicar algunos datos desconcertantes en la cosmología, estamos de hecho utilizando una estrategia de explicar mediante lo no explicado (p.9). Para este autor, no es que exista una limitante para postular cuestiones teóricas a nivel físico, pero la validez ontológica de sus postulados es algo que evidentemente se debe discutir.

Esta no es una preocupación aislada, pues ya Tavakol y Gironi (2016) advirtieron que el escenario del multiverso es un ejemplo de una idea basada en resultados especulativos potenciales, de una teoría incompleta en construcción y sin una confirmación

empírica inequívoca (cuestionan si las consecuencias de una teoría incompleta pueden ser legítimamente llamadas “predicciones”), en el cual, la teoría se da por completa de forma implícita y sus posibles consecuencias especulativas se consideran ontológicamente reales (pp.7-8).

Para estos autores, es evidente que las predicciones de la inflación eterna distan de las que han realizado teorías como la Relatividad General en torno a las ondas gravitacionales o de la teoría de las ondas de luz. Esto resalta aún más la aparente diferencia de aplicación de criterios científicos ante las hipótesis postuladas.

A pesar de que hasta la fecha se han realizado esfuerzos para defender la cientificidad de las hipótesis multiversales y las teorías de las que derivan, estos intentos han recibido fuertes respuestas, como recientemente lo hizo Chan (2023) a las propuestas de Carroll (2018), quién después de un análisis de los criterios propuestos, concluyó que incluso si se acepta un cambio epistémico hacia un post-empirismo, las teorías relacionadas con los multiversos aún no satisfarían ni cumplirían los criterios no empíricos ni las virtudes teóricas de este nuevo paradigma. Una perspectiva similar aunque más favorable a los multiversos, se encuentra en Matsubara (2018), quien considera que se necesitan ciertos criterios claros para que estos modelos sean científicamente respetables e incluso ofrece algunas recomendaciones para intentar mejorar esta situación.

Parece que después de una década donde ya Ellis (2011) declaraba que la hipótesis de los multiversos no era verificable, el panorama no ha cambiado mucho. Como se puede observar, el debate en torno a su cientificidad sigue en boga, y se desconoce aún una salida satisfactoria.

4. Conclusiones

A partir de los planteamientos de las hipótesis multiversales, así como de quienes reciben estas tesis con escepticismo y críticas (como es el caso de Ellis y otros citados), se podrían resumir las principales dificultades que parecen concebirse en torno a los muchos universos. A saber:

1. La hipótesis de los multiversos en cualquiera de sus niveles parece surgir de postulados, teorías e interpretaciones que ya en sí mismas resultan no probadas. Esto es especialmente evidente en el caso de los escenarios II, III, y IV.
2. Los multiversos parecen violar la parsimonia científica derivada de la Navaja de Ockham, al multiplicar los entes aparentemente de forma innecesaria (ver ejemplo del ajuste fino, inflación caótica y multiversos) para explicar una serie de parámetros que, a juicio de algunos científicos, podrían tener su explicación en teorías alternativas.
3. El alcance de predicción (no confundir con el valor de predicción) de la hipótesis multiversal sería tan amplio, o incluso infinito, que podría prever cualquier tipo de combinación de parámetros y constantes (incluso leyes físicas en el Universo Matemático de Tegmark) en distintos universos. Esto parece ser un camino fácil para explicar las características de nuestro cosmos, pero no necesariamente el más apegado al método científico actual, donde las predicciones deben resultar puntuales y distinguibles de otros resultados posibles.
4. La falsabilidad, tanto de la hipótesis multiversal como de otros escenarios inflacionarios, es puesta en tela de juicio por distintos autores, ya que se perciben como altamente ajustables ante los descubrimientos observacionales y experimentales, al punto que parecen blindar las hipótesis ante cualquier descubrimiento nuevo.
5. La dificultad de examinar de forma directa un universo alterno como objeto de conocimiento, ya que se postula en varios escenarios, una desconexión entre los universos burbuja.

Esto plantea una aparente contradicción entre la forma en que estas hipótesis y teorías son presentadas a un nivel más divulgativo y popular, en contraste con las discusiones aún vigentes en la comunidad científica internacional. En esta última, no todos están convencidos de la científicidad o respeto por los métodos clásicos en dichas propuestas.

Y es que este problema implica un nivel elemental de discusión, centrado en filosofía de la ciencia y la epistemología. Ya no es solamente si una teoría es superior a otra, sino que se está frente

a una discusión que se relaciona con el método científico mismo. Al punto que algunos hayan expresado que se está a la puerta de un post-empirismo. Esto podría derivar en un cambio temporal o permanente de la forma en que se hace ciencia, pudiendo permear el futuro en distintas disciplinas.

Esto no es nuevo, ya en otros momentos históricos han existido debates y discusiones sobre cuál es la forma correcta de hacer ciencia. Actualmente, hablar de método científico no es un tema sencillo ni claramente delimitado. Por eso, frente las duras críticas a estas hipótesis imaginativas y difíciles de contrastar, se debe recordar que el trabajo del científico siempre ha de permitir cierto nivel de creatividad y flexibilidad. Al igual que aconteció en el paso de la noción de tiempo absoluto a tiempo relativo. Sin embargo, y muy a pesar de este margen en el que el investigador puede manejarse, debe existir un cuerpo de evidencia lo suficientemente grande para que una nueva idea sea considerada como una hipótesis científica sólida. Y es quizás ahí, donde el debate debe concentrarse: el quehacer científico ha de tener clara su diferenciación de la especulación no científica.

No es que la especulación o las aproximaciones metafísicas sean erróneas por naturaleza, sino que es crucial reconocer cuándo se cruza el último escalón hacia lo no científico. Lo que preocupa George Ellis y otros autores citados es que algunas ideas se presenten con la misma solidez que teorías bien establecidas, cuando podría estar explorando el territorio de la metafísica. Para evitar la confusión, es esencial establecer criterios claros que permitan distinguir entre las ciencias naturales y otras áreas del conocimiento y del estudio de la realidad. Sin estos criterios demarcativos precisos, corremos el riesgo de no poder clasificar ciertas posturas como no-científicas.

Se puede notar también cómo las ideas de Guillermo de Ockham sobre la simplicidad y la no multiplicación de entes siguen siendo vigentes y se les dan diferentes interpretaciones en la filosofía de la ciencia, así como en el ámbito científico. Mientras algunos argumentan que la explicación de los “Muchos Mundos” de Everett es la forma más parsimoniosa de interpretar la física cuántica (Schade, 2019), otros ven este tipo de ideas como especulación no falsable o al menos, difícilmente falsable, sobre la que se constituye otra hipótesis difícilmente verificable.

Quizás no sea saludable enterrar la idea de los múltiples universos con base en una dificultad apriorística en el método. En cambio, se debe mantener una postura abierta pero rigurosa que no permita asomo de pseudociencia dentro de un método (o métodos) que han permitido a la humanidad lograr avances inimaginables. En otro tiempo, estos logros podrían haber sido considerados como magia o brujería, pero son el resultado de la tecnología y el conocimiento científico más riguroso.

A lo largo de este trabajo, hemos observado cómo la hipótesis multiversal a veces se percibe como una salida fácil ante los parámetros “misteriosos” que permiten la vida inteligente en el universo, que en parte también buscan ser explicados por la inflación cósmica y otras teorías. Sin embargo, parece que el debate ha girado en torno a discusiones metafísicas sobre un diseño inteligente en el cosmos o aparente diseño por aleatoriedad (Craig & Moreland, 2009). En ese sentido, parece que frente a la hipótesis de los multiversos no se poseen muchas alternativas “científicas” sólidas (recordar que existe debate en torno a esto), o al menos que hayan logrado generar un consenso o una comprobación de un nivel que convenga a la comunidad científica. A lo largo del tiempo, se han propuesto ideas como el Universo Cíclico (Steinhardt & Turok, 2002), que no escapan de críticas y dificultades, pero que han evolucionado en versiones que intentan ser cada vez más robustas y permitan explicar la homogeneidad, isotropía, la planitud y los problemas de monopolo. Además, han tratado de abordar cuestiones que según los mismos autores, otras aproximaciones no han resuelto (Steinhardt & Ijjas, 2019). Sin embargo, no se ha logrado refutar ni respaldar de manera concluyente ninguna de estas propuestas.

Esto nos lleva a un tipo de callejón sin salida por el momento. Se podría requerir mucho más trabajo y tecnología para explorar nuevas aproximaciones a estos fenómenos de la naturaleza, o tal vez estemos llegando a los límites del método científico para explicar el origen último de las características que muestra la realidad física. Pero no se puede subestimar el poder de los métodos científicos, que han demostrado su adaptabilidad frente a las dificultades de las eras. No es de extrañar, que si estos misterios no se pueden desentrañar con las herramientas actuales, es posible que las nuevas generaciones consideren un giro hacia lo que algunos exponentes contemporáneos llaman post-empirismo, a pesar de que esto comience a cuestionar la

distinción borrosa entre la filosofía de los primeros principios y las ciencias naturales.

Ante este escenario, queda la honestidad intelectual con la que se debe abordar un tema que tiene grandes implicaciones en distintos niveles y disciplinas. Sería importante que la exposición al público y la divulgación puedan mantener un equilibrio entre el estado real y el estado ideal en torno al tema de los multiversos y distintas dimensiones, (como el caso de la Teoría de Cuerdas, que no analizamos en esta investigación) que no cree una falsa imagen del progreso actual.

Y con respecto a la confianza que se pueda tener en la existencia de múltiples universos, resulta interesante el acercamiento que hizo Weinberg (2005) quién compartió su historia en el aeropuerto de Austin, camino a una reunión en la que adquirió un ejemplar de la revista *Astronomy*, donde hablaban sobre los multiversos como tema de portada, ahí, encuentra una discusión entre científicos acerca del tema. Menciona que el cosmólogo Martin Rees dijo que tenía confianza suficiente en la existencia de un multiverso como para apostar la vida de su perro, mientras que Andrei Linde dijo que estaría dispuesto a apostar su propia vida a que sí existen. Ante lo cuál, termina Weinberg diciendo en cuanto a mí, tengo suficiente confianza en el multiverso como para apostar la vida tanto de Andrei Linde, como del perro de Martin Rees (p.13).

En conclusión, el debate sigue en pie, y convendría mantener el sentido crítico afilado ante cualquier noticia que sea celebrada de forma prematura. Además de visitar las fuentes académicas para conocer verdaderamente el acontecer interno en la comunidad científica, tomando en cuenta la brecha que parece existir entre la divulgación y el material académico. Al final, encontramos que cuando se deja de lado la simplicidad en la escogencia de hipótesis científicas, surgen dificultades, y se observa que a mayor cantidad de entidades postuladas, hay más posibilidad de alternativas que recurran también a otras entidades que resultan en una flexibilización difícil de demarcar. Sin embargo, parece que en el tema del origen último de la realidad física conocida tenemos que conformarnos con aproximaciones más especulativas de lo normal, aún en el plano de lo científico. Y quizás, se podría estar a las puertas de una revolución en cuanto a cómo debería entenderse el método científico, que podría cambiar para siempre la forma de hacer ciencia.

Referencias

- Ariew, R. (1976). *Ockham's Razor: A Historical and Philosophical Analysis of Ockham's Principle of Parsimony*. Champaign-Urbana: University of Illinois Press.
- Aristóteles. (1994). *Metafísica*. Editorial GREDOS S.A.
- Audi, R. (2011). *Epistemology: A contemporary introduction to the Theory of Knowledge*. Roudledge
- Barnes, L. (2021). *The Fine-Tuning of the Universe for Life*. School of Science Western Sydney University, Australia. <https://arxiv.org/abs/1112.4647>
- Berman, B. (2015). Multiverse: Science of science fiction?. *Astronomy Magazine*, 43(9). <https://www.astronomy.com/science/september-2015-multiverses-science-or-science-fiction/>
- Brunner, N., Calvalcanti, D., Pironio, S., Scarani, V. & Wehner, S. (2014). Bell nonlocality. *Rev. Mod. Phys.* 86(419). <https://arxiv.org/abs/1303.2849>
- Carreira, M. (2001). *Metafísica de la materia. Núcleos temáticos de filosofía de la naturaleza*. Materia no viviente. Universidad Pontificia Comillas, Madrid.
- Carroll, S. (2011). *From eternity to here*. One World Publications, Oxford.
- Carroll, S. (2018). *Beyond Falsifiability: Normal Science in a Multiverse*. <https://arxiv.org/abs/1801.05016>
- Chan, M. (2023). Revisiting the Scientific Nature of Multiverse Theories. *J Gen Philos Sci*. <https://doi.org/10.1007/s10838-023-09644-7>
- Collins, R. (2009). 'The teleological argument: an exploration of the fine-tuning of the universe', en W. L. Craig y J. P. Moreland (ed.), *The Blackwell Companion to Natural Theology*, Oxford: Blackwell Publishing.

- Craig, W., Moreland, J. (2009). *The Blackwell Companion to Natural Theology*. Blackwell Publishing.
- Eller, C. (2014). *BICEP2 Discovers First Direct Evidence of Inflation and Primordial Gravitational Waves*. California Institute of Technology. <https://www.caltech.edu/about/news/bicep2-discovers-first-direct-evidence-inflation-and-primordial-gravitational-waves-42305>
- Ellis, G. (2011). Cosmology: The untestable multiverse. *Nature* 469, 294–295. <https://doi.org/10.1038/469294a>
- Ellis, G. (2011). “Does the Multiverse Really Exist?”. *Scientific American*, 305(2), 38-43. <https://www.scientificamerican.com/article/does-the-multiverse-really-exist/>
- Ellis, G. (2014). “Does the Multiverse Really Exist?”. In *SA Special Editions* 23(3), 76-81. doi:10.1038/scientificamericanuniverse0814-76
- Ellis, G., & Silk, J. (2014). Defend the integrity of physics. *Nature*, 516(7531), 321-323. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/defend-integrity-physics/docview/1640569022/se-2>
- European Space Agency (2019). *Cosmology*. Olbers Paradox. Disponible en línea en: <https://sci.esa.int/web/education/-/35775-cosmology>
- Gangui, A. (2019). La polémica del multiverso. *Anales (Asociación Física Argentina)*, 30(4), 72-78. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-11682019000400001&lng=es&tlng=es.
- Guth, A. (2007). *Eternal inflation and its implications*. 2nd International Conference on Quantum Theories and Renormalization. Group in Gravity and Cosmology, Barcelona, España. <https://arxiv.org/abs/hep-th/0702178v1>
- Heller, M. (2019). Multiverse—Too Much or Not Enough? *Universe*, 5(5), 113. <http://dx.doi.org/10.3390/universe5050113>

- Hossenfelder, S. (2014). *Post-empirical science is an oxymoron*. Backre (Action). <https://backreaction.blogspot.com/2014/07/post-empirical-science-is-oxymoron.html>
- Hossenfelder, S. (2019). Sabine Hossenfelder: “Muchos científicos se ofenderían si les dijeras que lo que hacen es teología”. Entrevista para El Mundo. <https://www.elmundo.es/papel/historias/2019/06/28/5d149c1d21efa02e718b46c1.html>
- Kaku, M. (2006). *Parallel Worlds: A Journey Through Creation, Higher Dimensions, and the Future of the Cosmos*. Knopf Doubleday Publishing Group.
- Khan, A. (2015). *Cosmic inflation: Dust finally settles on BICEP2 results*. Phys.org News. <https://phys.org/news/2015-02-cosmic-inflation-bicep2-results.html>
- Le Goff, J. (1999). *La Civilización del Occidente Medieval*. Ediciones Paidós Ibérica, S. A.
- Matsubara, K. (2018). *On Predictions and Explanations in Multiverse Scenarios*. In: Christian, A., Hommen, D., Retzlaff, N., Schurz, G. (eds) *Philosophy of Science. European Studies in Philosophy of Science*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72577-2-3>
- Miralbell, I. (1998). *Guillermo de Ockham y su crítica lógico-pragmática al pensamiento realista*. Cuadernos de Anuario Filosófico, Universidad de Navarra, <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/5966/1/56.pdf>
- Mole, P. (2003). Ockham’s Razor cuts both ways. The uses and abuses of simplicity in scientific theories. *Skeptic*, vol. 10 (1), pp. 40+
- Ockham, G. (1994). *Suma de lógica*. Grupo Editorial NORMA S.A.
- Platón. (1988). *La República*. Madrid. Editorial GREDOS.
- Popper, K. (1980). *La lógica de la investigación científica*. Editorial TECNOS S.A.

- Sacchi, M. (2005). Guillermo de Ockham: el apogeo del nominalismo escolástico y la imposibilidad de la metafísica. *Sapientia*, 60(217). <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/12286>
- Sánchez, J. (2000). *Planck, Einstein y los orígenes de la física cuántica*. Departamento de Física Teórica, Universidad Autónoma de Madrid. <https://doi.org/10.3989/arbor.2000.i659-660.1173>
- Salard, D., Baas, A., Branciard, N., Gisin, N., Zbinden, H. (2008). Testing spooky action at a distance. *Nature* 454, 861-864. <https://arxiv.org/abs/0808.3316>
- Schade, C. (2019). Why the Multiverse Is the Most Parsimonious Way of Interpreting Quantum Mechanics. In: *Free Will and Consciousness in the Multiverse*. https://doi-10.1007/978-3-030-03583-9_2
- Seshavatharam, U., Lakshminarayana, S. (2012). Hubble Volume and the Fundamental Interactions. *International Journal of Astronomy*, 1(5), 87-100. DOI :10.5923/j.astronomy20120105.03
- Sklar, L. (2002). *Physics, Metaphysics, and Method in Newton's Dynamics*, en Gale, R., (ed.) *The Blackwell Guide to Metaphysics*. Blackwell Publishers.
- Smolin, L. (2015). *You think there's a multiverse? Get real*. New Scientist. <https://www.newscientist.com/article/mg22530040-200-you-think-theres-a-multiverse-get-real/>
- Spade, P. (1999). *The Cambridge Companion to Ockham*. Cambridge University Press.
- Steinhardt, P., Turok, N. (2002). The Cyclic Universe: An Informal Introduction. *Nucl.Phys.Proc.Suppl.* 124, 38-49. <https://doi.org/10.48550/arXiv.astro-ph/0204479>
- Steinhardt, P. (2014). Big Bang blunder bursts the multiverse bubble. *Nature* 510(9). <https://doi.org/10.1038/510009a>
- Steinhardt, P., Ijjas, A. (2019). A new kind of cyclic universe. *Phys. Lett.* 795, 666-672. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1904.08022>

- Susskind, L. (2006). *The Cosmic Landscape: String Theory and the Illusion of Intelligent Design*. Little, Brown, and Company, Time Warner Book Group, New York.
- Swinburne, R. (2004). *The Existence of God*. Oxford: Clarendon Press.
- Tavakol, R., Gironi, F. (2016). *The infinite turn and speculative explanations in cosmology*. ARXIV. <https://arxiv.org/abs/1604.06773>
- Tegmark, M. (2003). *Parallel Universes*. Scientific American. https://space.mit.edu/home/tegmark/PDF/multiverse_sciam.pdf
- Tegmark, M. (2007). The Mathematical Universe. *Found. Phys* 38, 101-150. <https://arxiv.org/abs/0704.0646>
- Vanegas, E. (2009). Guillermo de Ockham (1285-1347/49) Franciscano - filósofo - teólogo - político. *Revista Guillermo de Ockham*, 7(1), 165-179. <https://revistas.usb.edu.co/index.php/GuillermoOckham/issue/view/46>
- Van Den Berg, H. A. (2018). Occam's razor: from Ockham's *via moderna* to modern data science. *Science Progress* (1933-), 101(3), 261-272. <https://doi.org/10.3184/003685018X15295002645082>
- Vargas, D. (2006). Manejo instrumental del concepto de hipótesis en el diseño de un proyecto de investigación. *Gestión*, 14(2). <https://www.binass.sa.cr/revistas/rcafss/v14n2/art3.pdf>
- Vilenkin, A. (2006). *Many worlds in one: the search for other universes*. Hill and Wang.
- Vilenkin, A., Perlov, D. (2017). *Cosmology for the curious*. Springer International Publishing.
- Weinberg, S. (2005). *Living in the multiverse*. ARXIV. <https://arxiv.org/abs/hep-th/0511037>