



Universidad de Chile
Facultad de Filosofía y Humanidades
Departamento de Filosofía

La imposibilidad de los Cerebros de Boltzmann

Tesis para optar al grado de Licenciado en Filosofía

Autor: Catalina Larraín Riquelme

Profesor Guía: Manuel Rodríguez Tudor

Santiago, Chile

2023

Índice

Resumen	3
Introducción.....	4
Capítulo I - La concepción de la teoría del Cerebro de Boltzmann	
1. La entropía como probabilidad.....	6
2. Las consecuencias de un escepticismo desde la ciencia.....	11
Capítulo II - Refutaciones a la probabilidad	
1. Argumento de la Inestabilidad Cognitiva.....	18
2. Argumento de la Inferencia Bayesiana.....	22
3. Argumento Contra la Inferencia Estadística.....	28
Capítulo III - Análisis de la teoría resultante	
1. Sobre su grado de credibilidad	31
2. Sobre su fundamentación.....	34
Conclusión	37
Bibliografía.....	40

Resumen

Desde sus orígenes la ciencia ficción nos ha maravillado con el mundo de lo posible: ya sea con viajes hacia profundidades solo imaginables de nuestro planeta o mundos distópicos donde los avances tecnológicos han logrado someter a la especie humana, la literatura de este género cuenta con casi infinita variedad para echar a volar nuestra imaginación. Sin embargo, ¿qué sucede cuando algo que pareciera solo puede ser permitido en el terreno de la ficción tiene probabilidad científica de existir? La teoría del Cerebro de Boltzmann, de forma similar al genio maligno de Descartes y al experimento mental de Putnam del cerebro en una cubeta, propone una realidad en donde todo lo que conocemos no es más que una ilusión producto de una fluctuación de partículas en el espacio, una fluctuación que dio origen a una consciencia que ahora imagina tener un cuerpo y estar leyendo el resumen de una tesis.

Compartiendo cimientos con la misma ciencia que permitió al hombre alcanzar las estrellas, la teoría del Cerebro de Boltzmann ha sido objeto de estudio tanto de las ciencias físicas, matemáticas y cosmológicas como de la filosofía por las desastrosas consecuencias que desde su concepción ha planteado. La presente investigación se enfoca en analizar la teoría del Cerebro de Boltzmann desde una perspectiva epistemológica, cuestionando particularmente el grado de credibilidad y la fundamentación de la teoría con el fin de refutar el escepticismo científico que esta presenta.

Introducción

De acuerdo con el Segundo Principio de la Termodinámica, el nivel de entropía en el universo ha de aumentar de forma continua con el paso del tiempo hasta llegar a un silencioso equilibrio en el que todos los procesos físicos lleguen a su fin. La hipótesis cosmológica del Big Freeze es solo una de las varias que han surgido ante la pregunta del final que le espera a nuestro universo, pero el Segundo Principio de la Termodinámica que permite este destino lleva desde mucho antes planteando aterradoras posibilidades.

Habiendo estado interesada desde joven en la astronomía y la literatura de ciencia ficción, fue una sorpresa como pocas otras descubrir la teoría del Cerebro de Boltzmann en una búsqueda curiosa de internet durante mi segundo año estudiando filosofía. Entre más investigaba al respecto, más crecía mi interés por querer comprender todo lo que esta implicaba. La presente investigación es fruto de esos sentimientos, largas horas frente a una pantalla y la compañía de un gato que en silencio parecía dar su apoyo.

La presente tesis se centrará en responder desde la filosofía el escepticismo que la teoría del Cerebro de Boltzmann presenta, sin dejar fuera de consideración las teorías científicas sobre las que esta surge. La primera parte estará centrada en dar un pequeño recorrido histórico tanto desde las ciencias como desde la filosofía para llegar a la teoría del Cerebro de Boltzmann, haciendo especial mención de la importancia que presenta la comunidad científica y el proceso con el que acogen y rechazan teorías explicativas. El apartado filosófico se centrará en presentar las bases y evolución que el escepticismo a tenido a lo largo de la historia con el fin de establecer no solo los precedentes que permitieron la concepción de la teoría del Cerebro de Boltzmann sino también los motivos por los que aun tras casi un siglo desde su concepción esta sigue siendo relevante.

En la segunda parte de la tesis nos dedicaremos a exponer algunos de los argumentos que han sido propuestos en contra de la teoría del Cerebro de Boltzmann. Debido a la naturaleza epistemológica de la investigación no profundizaremos en un análisis detallado de los argumentos relativos al campo de la cosmología, enfocándonos en su lugar en el argumento de Sean Carroll de la inestabilidad cognitiva, la inferencia bayesiana a favor de los

Observadores Ordinarios de Don N. Page y el contra escepticismo estadístico de Sinan Dogramaci, con los oportunos contraargumentos de James B. Hartle, Mark Srednicki y Matthew Kotzen.

La tercera parte de la tesis será un análisis de los argumentos estudiados, analizándolos en conjunto para establecer los límites que la teoría del Cerebro de Boltzmann presenta y los errores que su argumentación presenta desde una perspectiva epistemológica. Para finalizar, en la posterior conclusión será respondido si es realmente posible que una teoría como la del Cerebro de Boltzmann pueda ser aceptada tras todo lo expuesto y lo que esto implica tanto para las ciencias como para la filosofía, reconociendo tanto las dificultades que la investigación presentó como los beneficios que puede traerle a la filosofía y a las ciencias este tipo de análisis de un problema que, se quiera o no, parece involucrar a ambas áreas del conocimiento.

Capítulo I

La concepción de la teoría del Cerebro de Boltzmann

1. La entropía como probabilidad

Desde su origen el ser humano ha intentado comprender y dejar registro del mundo en el que vive, ya sea mediante teorías sin fundamento de los fenómenos que desconoce o por medio de un proceso de investigación, prueba y error. El acto de clasificar, organizar, conectar y comprobar conocimientos es lo que posteriormente daría origen a la ciencia, refinándose para sistematizar en diversas áreas bajo mutuo acuerdo de su comunidad las bases del mundo como lo conocemos. En contraste con la filosofía en la que múltiples corrientes de pensamiento son capaces de coexistir simultáneamente, la comunidad científica tendrá un papel claro tanto en la validación como en el intercambio y divulgación de sus quehaceres. Una teoría que puede ser aceptada por una rama concreta de la filosofía puede ser rechazada al instante por una con paradigmas contradictorios a esta, mientras que la organización comunitaria de las ciencias se esforzará por unificar sus diversas ramas con teorías coherentes las unas con las otras. Sin embargo, tanto la filosofía como las ciencias generalmente coincidirán en rechazar una teoría que parezca contradecir más de lo que es capaz de explicar y viceversa. Este último punto será crucial a la hora de entender la problemática que surge desde la teoría del Cerebro de Boltzmann, por lo que nos referiremos a él en mayor profundidad a continuación.

Un caso digno de mención es la teoría del flogisto de Johann Becher y posteriormente Georg Ernst Stahl. Para explicar el proceso de combustión, postularon la existencia de una sustancia sin peso llamada flogisto que se encontraría en todos los cuerpos combustibles y sería lo que produciría que, por ejemplo, un trozo de madera ardiera en llamas; dejando al consumirse por completo los restos y cenizas del objeto inicial que, sin el flogisto, sería incapaz de arder nuevamente y presentaría una masa menor a la inicial. Esta teoría no solo fue refutada por múltiples contradicciones respecto a la masa de determinados cuerpos tras la combustión, que aumentaba en lugar de disminuir, sino que fue reemplazada por la teoría de Antoine-Laurent de Lavoisier que además de explicar el proceso de combustión planteaba las bases de lo que después sería conocida como la ley de conservación de la materia, válida hasta el

día de hoy y causante de que este periodo fuera posteriormente conocido como la primera revolución química. Por este último motivo es que podemos suponer que la teoría de Lavoisier habría sido la que permaneciera incluso si la teoría de Becher y Stahl no hubiesen podido ser refutadas con pruebas empíricas. Pese a que a primera vista la lógica de la Navaja de Ockham nos pueda llevar a pensar que debiésemos quedarnos con la teoría más sencilla, la suma de conocimientos que ambas teorías nos entregan no son comparables entre sí. La sencillez de la teoría de Becher y Stahl podría clarificar el proceso de combustión, pero dejaría cubierto de niebla lo que la teoría de Lavoisier si explica en perfecta coherencia con el resto de saberes aceptados por la ciencia. Aceptar una teoría que solo explique una cosa siempre tendrá el riesgo de que eventualmente se produzca una contradicción, sin embargo, ¿qué debe hacerse cuando ocurre lo contrario?

Entre las ramas más antiguas de la ciencia encontramos a la física, la encargada de estudiar los fenómenos y eventos constitutivos del mundo en el que vivimos. Con los avances de la modernidad, la física daría origen a la termodinámica como especialización en el análisis de los sistemas de elementos que la física estudia. Vamos a entender como “sistema” al conjunto aislado de lo que se desee estudiar, como puede ser a menor escala un tubo de ensayo, o una galaxia en una escala mucho más masiva. La condición de un sistema determinado en un momento específico, con todos los valores que este pueda tener identificables y diferenciables, se denominará “estado”, mientras que el valor individual que los componentes internos de un sistema pueden adquirir, también llamados configuraciones, serán denominados “microestados”. En el caso de un imán, por ejemplo, el sistema será el objeto imán de forma aislada, y las partículas del material del que está compuesto sus componentes; estas partículas, como bien se sabe, poseen diferentes propiedades magnéticas que a su vez pueden tener diferentes valores posibles, es decir, diferentes microestados. De estos microestados dependerá la polarización magnética que el imán pueda tener, ya que mediante la suma y resta de sus propiedades será posible llegar a un valor neto medible y visible que se reflejará como el “macroestado” del imán, el conjunto de microestados existentes de un sistema. La dificultad del estudio de estos fenómenos viene de la mano con las propiedades que se pretenden estudiar: antes de que el progreso actual de la tecnología nos permitiera llegar a ver partículas colisionando entre sí, el estudio de los microestados de un sistema como un imán era imposible y todo debía realizarse en base a los macroestados de este.

Comparando los valores máximos y mínimos que los macroestados reflejaban era posible, indirectamente, estudiar cómo los cambios en los microestados afectaban a un sistema, y con el objetivo de facilitar esta tarea es que en el año 1870 el físico austríaco Ludwig Boltzmann introduciría la idea de entropía estadística.

Con el universo siempre en movimiento, constantemente los componentes de un sistema tenderán a cambiar su configuración, teniendo todos los microestados, en condiciones normales sin influencia de agentes externos al sistema, la misma probabilidad de verse alterados. La entropía suele pensarse como la medida del estado de desorden de los componentes de un sistema, en el que por ejemplo un sólido está en un estado de menor entropía ya que sus partículas se encuentran en mayor orden, comprimidas de tal forma que hacen posible que el objeto se encuentre en estado sólido, y un gas está en mayor entropía, con sus partículas dispersas y revueltas sin un “orden” aparente; sin embargo, esta definición es incorrecta en tanto la entropía no es un sistema de medida de alguna clase de orden sino de los posibles microestados que los componentes de un sistema pueden adquirir. Dejando de lado ideas de orden y desorden, en la gran mayoría de casos por la propia naturaleza de los estados de agregación de la materia un sólido estará en un estado de menor entropía porque el número total de microestados que sus partículas pueden adquirir es bajo, mientras que un líquido o gas poseerá mayor entropía porque su número total de microestados es mucho más alto. Sin embargo, también sería un error pensar que la entropía depende solo de la fuerza de unión de las partículas de un objeto, ya que dependiendo de lo que se desee estudiar en un sistema las condiciones que harán aumentar o disminuir la entropía variarán. En el caso de un imán, por ejemplo, si lo que se desea estudiar es la variación entrópica de sus propiedades magnéticas, entonces no será la estructura de sus partículas lo que importe sino las características del metal que lo conforma.

Con estas variantes a tener en consideración, la comunidad científica se centró en establecer constantes para el estudio de la entropía, es decir, principios coherentes con los otros anteriormente aceptados. El Segundo Principio de la Termodinámica es una de estas constantes, enunciando que la entropía de todo sistema tenderá a aumentar con el paso del tiempo. Un gas en un espacio cerrado tenderá a dispersarse de forma homogénea en el aire a su alrededor de la misma forma que al derramar agua esta se esparcirá por la superficie en la

que se encuentre. Por simple probabilidad las partículas que presenten una fuerza de unión débil tenderán a separarse las unas de las otras, mientras que aquellas afectadas por una fuerza de unión mayor apenas presentarán movimiento en sus partículas. De esta forma, la entropía pasará a ser entropía estadística al utilizar su estudio la teoría de la probabilidad para cuantificar y hacer posible el análisis de sus probabilidades.

Sin embargo, por más que el Segundo Principio de la Termodinámica sea aceptado por la comunidad científica y se le considere casi como un absoluto, dista de serlo. Las leyes de Newton, que describen para la mecánica clásica el funcionamiento del movimiento de los cuerpos, son absolutas porque no se trata de principios estadísticos sino de leyes siempre aplicables¹. La primera ley de Newton enuncia que un cuerpo permanecerá en estado de reposo a menos que actúe sobre él una fuerza externa y sobre esta ley no es posible fallo de ningún tipo. El Segundo Principio de la Termodinámica, al contrario, es claro en que la entropía de un sistema *tenderá* a aumentar y en ningún momento hace mención de que la entropía siempre aumentará o permanecerá estática a menos que se den determinadas circunstancias. Encontraremos que el Segundo Principio de la Termodinámica será fuertemente influido por la probabilidad y como tal su estudio estará siempre centrado en el resultado más probable, pero eso no querrá decir que no existan otros posibles resultados.

En 1890, Henri Poincaré propuso un teorema matemático para calcular el tiempo que un sistema podría tardar en regresar a su estado inicial tras ser alterado. Sin embargo, de creer lo que su teorema de recurrencia indica, no tardaríamos en encontrar complicaciones con el Segundo Principio de la Termodinámica: si la entropía de todo sistema tenderá a aumentar con el paso del tiempo, ¿cómo podría ser posible que vuelva a un estado inicial de menor entropía? En respuesta a este problema, el matemático Ernst Zermelo propuso que el Segundo Principio de la Termodinámica debía ser absoluto y no estadístico: si por ley la entropía siempre aumentara con el paso del tiempo, entonces el teorema de recurrencia de Poincaré dejaría de ser válido en tanto sería imposible que la entropía disminuyese. Sin embargo, no conforme con la objeción sin fundamentos de Zermelo, Boltzmann procedería a formular dos

¹ Las Leyes de Newton son siempre aplicables en sistemas de referencia inerciales. Aquellos no-inerciales son los fenómenos relativistas que se corresponden con la Relatividad Especial de Einstein, posterior a las leyes de Newton y el descubrimiento de esta clase de fenómenos.

teorías para refutar el teorema de recurrencia de Poincaré. Si bien el Segundo Principio de la Termodinámica dice que con el paso del tiempo la entropía tenderá a aumentar, durante la época de Boltzmann los estudios astronómicos señalaban que el universo se encontraba en un nivel muy bajo de entropía en contraste con los años que se suponía que este tenía.

La primera teoría de Boltzmann planteaba que el universo no se encontraba así por haber disminuido su entropía en algún momento, sino que este había comenzado en un estado de entropía extremadamente baja y todavía estaba en proceso de llegar a un estado de alta entropía. El Segundo Principio se explicaría mecánicamente mediante la suposición A, que por supuesto es indemostrable, de que el universo, considerado como un sistema mecánico, o al menos una gran parte del mismo que nos rodea, partió de un estado muy improbable, y todavía se encuentra en un estado improbable (Boltzmann, 1897).

La segunda teoría, con un enfoque completamente distinto, planteaba que el universo actual no era sino un pequeño sistema aislado producto de una fluctuación espacial en un universo más grande en estado de alta entropía. De esta forma se respetaba el Segundo Principio de la Termodinámica, con un universo de alta entropía fuera de un universo que, como una burbuja, mantenía sus niveles de más baja entropía aislados para sí. Sin embargo, de ser cierta esta última teoría, tendría que haber sido posible la observación de algún tipo de límite o separación entre el universo externo de alta entropía y el universo aislado de baja entropía, sin embargo, algo así no fue observable ni en la época de Boltzmann ni en la actualidad.

Increíblemente el tiempo acabaría por darle la razón a la primera propuesta de Boltzmann, con un modelo cosmológico de un universo que, desde un estado de alta densidad, comienza a expandirse: la teoría del Big Bang. Este involuntario, pero quizás lógico acierto de Boltzmann es sin duda digno de mención, y en contraste lo único que habría sido esperado de su segunda propuesta era que hubiese caído en el olvido y la irrelevancia. Contra todo pronóstico, aquel que volvió a ponerla sobre la mesa no fue otro que uno de sus críticos.

En 1931, más de 30 años después de que la segunda teoría fuera propuesta, el astrónomo Arthur Eddington hizo notar un error crucial en ella: siguiendo lo que la teoría propone, sería mucho más probable que una fluctuación entrópica diera origen a un cerebro que cree percibir el mundo como lo conocemos a una que diera origen a un universo aislado. Así es como

desde la teoría del Universo de Boltzmann nacería la teoría del Cerebro de Boltzmann: en algún sitio de un universo de alta entropía, producto de una fluctuación casual, se formó un cerebro consciente que cree existir en un universo de baja entropía.

2. Las consecuencias de un escepticismo desde la ciencia

El escepticismo, nombre por el que se conoce a la corriente filosófica que niega la posibilidad de llegar a la verdad, ha estado presente tanto en el mundo occidental como oriental desde hace más de dos milenios. El famoso *Libro de Zhuangzi* que se cree escrito entre 476 y 221 antes de Cristo en China nos relata en su historia más conocida, *El sueño de la mariposa*, un ejemplo de esto: Un hombre llamado Zhuang Zhou soñaba que era una mariposa revoloteando por el aire sin recordar que era Zhuang Zhou hasta el momento en el que despertó; confuso entonces se cuestionó: “¿Soñé que era una mariposa? ¿O soy una mariposa soñando ser Zhuang Zhou?”. En occidente, la idea de que el mundo tal y como lo conocemos no es más que una ilusión o un engaño nos llegaría por medio del libro VII de *La República* de Platón la conocida Alegoría de la Caverna que explora de forma similar lo problemático que resulta dar certeza de lo que se conoce.

La Alegoría de la Caverna nos presenta a un grupo de prisioneros que viven aislados en una cueva sin conocimiento alguno del mundo exterior, encadenados de forma que solo son capaces de ver la pared que tienen al frente. Sin poder ver a sus espaldas, las sombras proyectadas por medio de una hoguera en la pared frente a ellos es lo único que conocen y lo que consideran como realidad. Para Platón la forma de llegar al verdadero conocimiento sería que, tras liberarse, uno de los prisioneros avanzara hasta llegar al exterior de la cueva, donde la luz del sol le permitiría observar la verdadera realidad, ejemplificando cómo las percepciones humanas pueden solo ser capaces de ver una pequeña fracción de la realidad, y que hay conocimientos más allá de lo que vemos a simple vista.

Muchos siglos después de Zhuangzi y Platón, en sus *Meditaciones Acerca de la Filosofía Primera*, Descartes continuaría cuestionando las percepciones y suposiciones que hacemos en base a estas como modo de entender el mundo. Desde su perspectiva, era un hecho más

que evidente que nuestros sentidos son capaces de engañarnos, tanto en la vigilia con equivocaciones en las que, por ejemplo, se cree ver algo que resulta ser una cosa distinta, como en sueños, en donde al igual que Zhuang Zhou parece volverse imposible percatarse de si se está o no en la realidad. De esta forma, ya que lo que consideramos conocimientos provienen de nuestras experiencias y sentidos, y hay evidencia de que estos nos engañan, será imposible tener certeza de que estos son ciertos.

Porque todo lo que hasta ahora he admitido como lo más verdadero, lo he recibido de los sentidos, o por los sentidos; pero entre tanto me he dado cuenta de que estos se equivocan, y es propio de la prudencia no confiar nunca plenamente en quienes, aunque sea una vez, nos han engañado. (Descartes, 1641, p. 73)

Descartes propondría en su hipótesis del genio maligno como no podemos tener seguridad de que no exista una entidad todopoderosa que nos someta continuamente a caer en el error por medio de ilusiones y engaños. Esta entidad, que al engañarnos no puede ser benévola sino maligna, sería capaz de convencernos de que el mundo a nuestro alrededor es real cuando en realidad no lo es, manipulando nuestras experiencias y percepciones. Al igual que Platón, Descartes haría notar cómo la comprensión de la realidad del ser humano es limitada, agregando además la idea de que podría existir algo que creara la ilusión que percibimos, pues en tanto no tenemos certeza de lo que conocemos, tampoco podemos negar aquello que desconocemos solo por el hecho de desconocerlo. El trabajo de Descartes continuaría con el fin de encontrar alguna verdad sobre la cual no sea capaz dudar, siendo esta última respondida por medio de la duda metódica en su «cogito ergo sum», declarando que la única verdad de la que no se puede dudar es la propia existencia, pues sin ella sería imposible que hubiese pensamiento alguno que dudara de sí mismo en primer lugar. Esta formulación sería la base de lo que posteriormente conoceríamos como racionalismo occidental

Con un pensamiento similar, posteriormente el filósofo George Berkeley sentaría las bases del idealismo subjetivo afirmando que la realidad es dependiente de la mente y por lo tanto solo el yo puede ser verdaderamente real, siendo el universo y todo lo que hay en él una ilusión de la mente. Su radical respuesta al problema del conocimiento sostiene al igual que

Descartes que la única certeza con la que se cuenta es la propia existencia, sin embargo, a diferencia de este niega la posibilidad de una realidad objetiva fuera de las propias experiencias y percepciones, por lo que toda realidad sería en última instancia algo subjetivo. Para Berkeley, en tanto la realidad es dependiente de la mente de cada individuo, el mundo será una realidad personal de la que no es posible tener pruebas sea igual o semejante a la del resto de individuos, si es que estos no son parte de la ilusión de realidad en primer lugar.

En base al pensamiento visto anteriormente de Descartes y Berkeley es que se daría origen a la idea del solipsismo, desarrollando en base a esta única certeza que es la propia existencia diferentes posturas tanto desde la metafísica como desde la epistemología. ¿Cómo podemos tener certeza de que todo lo que creemos saber no es el engaño de un genio maligno? ¿Cómo es posible saber si la realidad que veo es igual a la que ven los otros, o si estos son individuos con mente como la mía en primer lugar? Dada la naturaleza de esta incertidumbre epistémica, el avance de los descubrimientos empíricos no sería capaz de responder estas preguntas de forma definitiva, e incluso podría haber hecho más complejo el asunto.

El estudio del cuerpo humano ha evolucionado de forma constante a lo largo del tiempo, pasando del simple estudio anatómico de sus partes hasta la investigación química y electrofisiológica de cada una de sus partes tanto de forma independiente como en su conjunto de sistemas fisiológicos. En particular, el estudio del cerebro ha sido de principal interés no solo por ser el órgano del que dependen la mayor parte de procesos biológicos del cuerpo, sino también porque su comprensión puede permitirnos aprender sobre un terreno que antes solo podía ser subjetivo: la mente humana. En la actualidad, la neurología se centra en el estudio del cerebro desde la biología celular y molecular, permitiendo el estudio no solo de los procesos del sistema nervioso central sino de sus funciones a nivel estructural y los trastornos tanto físicos como psicológicos que determinadas alteraciones pueden provocar.

Uno de los experimentos mentales más conocidos de Hilary Putnam (1981) aparece justamente tras este avance de la neurociencia en conjunto con las ciencias de la computación, replanteando la hipótesis del genio maligno de Descartes en una perspectiva mucho más contemporánea y sobrecogedora; el experimento mental del cerebro en una cubeta explica que toda la realidad podría no ser más que la creación de un científico que, habiendo conectado el cerebro de un individuo a una computadora, le engaña para que este crea que

vive en un falso mundo. El cerebro removido de su cuerpo original sería mantenido en una cubeta con los nutrientes necesarios para que permanezca con vida, conectado a una computadora que, mediante descargas de corriente eléctrica, podría engañar al cerebro para hacerlo creer que tiene un cuerpo y este existe en un mundo extenso con otras personas. El experimento de Putnam también abre la posibilidad de que incluso los pensamientos y recuerdos del cerebro puedan ser alterados, haciendo de esta manera imposible que este se percate de las acciones que el científico realiza al creer que su realidad siempre ha sido como su mente le indica.

Dicho esto, ¿cómo podríamos estar seguros de que no somos un cerebro en una cubeta imaginando el mundo a nuestro alrededor? Habiendo establecido Descartes y Berkeley que el conocimiento del mundo con el que contamos es limitado, sería perfectamente plausible que fuésemos un cerebro conectado a una computadora, engañándonos para creer que todo lo que existe a nuestro alrededor es real, haciéndonos tener sensaciones en un cuerpo con el que no contamos realmente e incluso recuerdos para darle una historia al mundo en el que creemos estar viviendo nuestra vida. Este tipo de incertidumbre epistemológica aplicará también a la idea del Cerebro de Boltzmann: ¿cómo podríamos estar seguros de que no somos un cerebro en un espacio de alta entropía imaginando un universo de baja entropía?

Pese a que la teoría del Cerebro de Boltzmann puede sonar absurda en comparación con el experimento mental del cerebro en una cubeta, de analizar al detalle ambas ideas y lo que estas implican resulta fácil ver que en realidad es justo lo contrario. Solemos considerar el experimento mental del cerebro en una cubeta como una teoría posible ya que tenemos evidencia empírica de que efectivamente el cerebro funciona mediante señales eléctricas que determinan nuestras percepciones y que, con la tecnología apropiada, podríamos llegar a controlar; sin embargo, pese a los innumerables avances de las ciencias, la realidad es que el experimento de Putnam parece muy lejos de ser posible. La tecnología en la actualidad puede ser capaz de replicar los sentidos que conocemos, ya sea como cámaras capaces de percibir e identificar elementos del mundo a su alrededor o como sensores que pueden captar y registrar ondas en el ambiente y transformarlas en sonido como si fueran oídos, pero el ser capaz de simularlos hasta el punto de hacer creer a una persona que se encuentra en un mundo artificial todavía está lejos.

Pese a los continuos esfuerzos y avances, el terreno de la realidad virtual sigue en un desarrollo más bien prematuro: la gran potencia de las computadoras de la actualidad puede permitir crear mundos de calidad fotorrealista, pero no hay forma de interactuar con ellos que no sea por medio de otras máquinas. La inmersión que una persona tenga estará directamente vinculada a sus sentidos en tanto la máquina dependerá de estos para entregar la experiencia de realidad virtual, por ejemplo, mostrándole a los ojos mediante el uso de pantallas un mundo alrededor y haciendo que la nariz capte determinados aromas que uno podría esperar en el ambiente en el que se cree estar; y el progreso de la programación ha hecho incluso posible que no seamos solo espectadores sino actores en la realidad virtual, interactuando con el mundo ya sea mediante controles físicos o sensores que detectan las acciones y movimientos que el cuerpo realiza. A menos que sea posible superar esta barrera entre lo que los sentidos del cuerpo perciben y lo que el cerebro capta directamente, la tecnología será incapaz de dar una verdadera experiencia de inmersión en una realidad virtual.

El experimento mental del cerebro en una cubeta parece además cometer un error fundamental en su entendimiento de los procesos neurobiológicos: si bien es cierto que el cerebro determina lo que percibimos, ¿es el órgano por sí solo suficiente para la existencia de una consciencia? Para Evan Thompson y Diego Cosmelli (2011, p.173) los procesos neuronales del cerebro aislado no serán suficientes en tanto es imposible negar las conexiones que existen entre el órgano y el resto del cuerpo, siendo la consciencia el proceso por el cual ambos pueden regularse al interactuar con su entorno. Si bien un cerebro podría ser mantenido vivo en una cubeta, hay que tener en consideración que el sistema de redes neuronales se extiende más allá de este órgano y funciona en base a lo que percibe externo al cerebro, siendo la estimulación no solo ambiental como aquella externa al cuerpo sino también interna. Asumir que la consciencia es producto del cerebro deja fuera la posibilidad de que, como Thompson y Cosmelli proponen, la consciencia sea producto de otro tipo de procesos, como puede ser por ejemplo el cerebro interactuando con el cuerpo. La filósofa Susan Hurley llama a este tipo de casos experimentos mentales de superveniencia, en los que se asume que la funcionalidad, la consciencia en el caso del experimento del cerebro en una cubeta, se mantiene al separar una parte de otra de un sistema y reemplazar la parte faltante por otra, como puede ser separar el cerebro de un cuerpo para conectarlo a un sistema de soporte vital como el ejercicio de Putnam propone.

Por otra parte, pese a que una comprensión literal de lo que su nombre indica puede llevar a pensar lo contrario, la teoría del Cerebro de Boltzmann no plantea necesariamente el órgano del sistema nervioso llamado cerebro que conocemos, sino una configuración de partículas que permita la existencia de una consciencia sea cual sea su modo de funcionar en el espacio entrópico. Una descripción detallada de la constitución o estructura de este hipotético cerebro en cuestión será irrelevante en tanto la discusión central estará centrada en la probabilidad de existencia que la entropía permite en tanto es un principio estadístico. De esta forma, la idea de una conciencia producto de una fluctuación entrópica que se engaña con una ilusión de realidad será más plausible teóricamente que la idea de un cerebro consciente en una cubeta al que se le hace creer por medio de tecnología externa que existe en un mundo artificial.

No se puede negar que la teoría del Cerebro de Boltzmann es mucho más que improbable, pero esto no significa que sea imposible. Un ejemplo que podría ayudar a comprender mejor esto sería imaginar una caja llena de piezas de un rompecabezas; estando la caja en un continuo y aleatorio movimiento al igual que el universo, las piezas del rompecabezas en su interior estarán en constante bote de un lado para otro, sin orden o lógica discernible. La situación entonces es la siguiente: por una coincidencia, una pieza se junta con otra al chocar en el interior de la caja; luego, otra pieza se une a ellas, y la serie de misteriosas coincidencias sigue hasta que de esta forma todas encajan. A la hora de abrir la caja, nos encontraríamos con que donde antes no había más que piezas desordenadas ahora hay un rompecabezas perfectamente armado. Ese es el tipo de probabilidad absurda que la Teoría del Cerebro de Boltzmann propone.

Desde las ciencias, que se considere la posibilidad de que algo como un Cerebro de Boltzmann sea real parece indicar claramente que hay algo incorrecto con el principio que lo permite, y es que la verdadera dificultad, al menos para quienes desde ahí intentan refutar la teoría, aparece precisamente a la hora de tocar este punto. Del Segundo Principio de la Termodinámica surge la Teoría Cuántica actual y de ella la teoría de Relatividad General; en concordancia con el resto de las observaciones y teorías cosmológicas nace posteriormente

el Modelo Λ CDM², usado para explicar no solo la estructura del universo sino también los procesos que se han dado en este para llegar a donde ahora nos encontramos. ¿Cómo podría ser refutada una teoría como la del Cerebro de Boltzmann cuando descartar el principio que la permite implica el colapso de un sistema en su totalidad? ¿Estaría bien entonces ignorarla, dado lo absurdamente improbable que es? Al ponerse en duda no solo la estructura del universo como lo conocemos sino la verdad de todos nuestros conocimientos, la teoría del Cerebro de Boltzmann caerá en un escepticismo que tanto desde las ciencias como desde la filosofía se ha buscado resolver. En el siguiente capítulo procederemos a revisar y analizar particularmente aquellas respuestas que desde la lógica y la epistemología han intentado dar solución a la problemática teoría de Boltzmann.

² De las siglas Lambda-Cold Dark Matter en inglés, siendo Lambda en relatividad general la constante cosmológica propuesta por Einstein y Cold Dark Matter o Materia Oscura Fría uno de los tipos de materia oscura del que el universo está compuesto.

Capítulo II

Refutaciones a la probabilidad

1. Argumento de la Inestabilidad Cognitiva

De la misma forma que Descartes no contaba con certeza alguna respecto a todo lo que creía percibir y saber ajeno a su mente, en la actualidad no contamos con ninguna prueba empírica de que seamos o no Cerebros de Boltzmann. Ambas propuestas ponen sobre la mesa conceptos de naturaleza ciertamente compleja, donde algo en una especie de realidad desconocida *más allá* del *aquí* que percibimos es capaz de interferir sin que seamos conscientes de ello. ¿Cómo se puede tener certeza de lo que percibimos cuando podría haber un genio maligno o fluctuaciones espaciales engañando nuestros sentidos desde una cuarta dimensión de la cual no tenemos forma de saber nada? Este tipo de problemas abundan en ciertas obras de ciencia ficción centradas en lo conocido como teorías de simulación, en donde la única forma de percatarse que se está en una es un error o un factor externo a ella que rompe con la lógica del mundo y ayuda a vislumbrar el engaño. Al menos en el tiempo presente, no tenemos forma de comprobación empírica de que el genio maligno de Descartes sea real y esté efectivamente engañándonos constantemente sobre lo que creemos conocer, y tampoco contamos con pruebas de que sea posible su existencia; sin embargo, pese plantear ideas de naturaleza similar, la teoría del Cerebro de Boltzmann difiere del escepticismo cartesiano en este último punto. Mientras que el genio maligno es una idea especulativa, como se explicó antes la teoría del Cerebro de Boltzmann es una posibilidad probabilística que la teoría actual de las ciencias avala. ¿Podemos confirmar si realmente somos un cerebro producto de una fluctuación espacial que imagina lo que pensamos como real? La respuesta a esta pregunta, al igual que con el genio maligno de Descartes, también pareciera ser no, pero descartar toda esperanza sin antes analizar bien el problema frente a nosotros sería sin duda una decisión descuidada. Mientras que una gran cantidad de argumentos han sido elaborados buscando negar la probabilidad de que los Cerebros de Boltzmann existan, para Sean Carroll este asunto podrá pasar a segundo plano incluso sin tocar el Segundo Principio de la Termodinámica en tanto la teoría del Cerebro de Boltzmann podrá ser refutada con lo que la teoría en sí misma propone en primer lugar.

Siguiendo lo que esta explica, nos encontramos con un universo en un estado de alta entropía donde son posibles fluctuaciones de partículas ocasionalmente. Las fluctuaciones más comunes tenderían a ser pequeñas, con niveles mínimos de organización, mientras las fluctuaciones capaces de niveles de organización más complejos serían mucho más infrecuentes. Ahora bien, siguiendo lo que el Segundo Principio de la Termodinámica y la teoría indican, siempre que transcurra el tiempo suficiente un Cerebro de Boltzmann puede llegar a existir de una fluctuación aleatoria. Si la única condición necesaria es tiempo en un espacio de alta entropía, incluso sería plausible afirmar que podría llegar a existir más de un Cerebro de Boltzmann, aunque eso tuviera como consecuencia que las probabilidades disminuyeran más. Mucho más todavía si consideramos que los Cerebros de Boltzmann no son solo consciencias que imaginan un mundo con el que interactuar, sino que también poseen recuerdos de tiempos pasados tanto del mundo externo a su consciencia como de sus propios pensamientos. Sin embargo, este punto abre una nueva interrogante: ¿por qué los Cerebros de Boltzmann contarían con pensamientos ajenos al mundo inmediato que creen percibir en primer lugar?

Los límites de lo que la teoría permite son difusos en tanto prácticamente cualquier cosa puede ser permitida, sin importar su complejidad, si lo único necesario para que la fluctuación correcta suceda es tiempo. Un Cerebro de Boltzmann que posea recuerdos pasados es una estructura mucho menos probable que uno que solo piensa en un tiempo presente, pero no por ello es imposible que ocurra. Sin embargo, la incongruencia de la teoría aparecerá precisamente al considerar este aspecto de ella: si todo lo que creemos saber y haber aprendido sobre el Segundo Principio de la Termodinámica, la física, la teoría de Relatividad General y el Modelo Λ CDM son producto de una fluctuación aleatoria en el espacio... ¿Por qué habría que confiar en que esto también aplica al universo *más allá* en el que un cerebro flota en el espacio?

Por una casualidad atómica una entidad capaz de poseer consciencia se formó en un universo de partículas completamente dispersas y mezcladas entre sí; esta entidad no solo imagina un cosmos completo a su alrededor, sino que también es capaz de comprender las leyes y principios que parecen regirlo; y luego resulta que dicha entidad duda de sus conocimientos, porque estos permiten que exista la probabilidad de que sea en realidad un cerebro flotando

por un universo de alta entropía. Cualquiera que creyera ser un Cerebro de Boltzmann se encontraría con consecuencias autodestructivas, porque aceptar ser uno implica directamente no tener argumentos para creer ser un Cerebro de Boltzmann.

En concreto, es abrumadoramente probable que todo lo que creemos saber sobre las leyes de la física, y el modelo cosmológico que hemos construido que predice que es probable que seamos fluctuaciones aleatorias, ha fluctuado aleatoriamente a nuestras cabezas. Desde luego, no hay ninguna razón para confiar en que nuestros conocimientos sean exactos, o en que hayamos deducido correctamente las predicciones de este modelo cosmológico. (Carroll, 2017, p. 21)

Resultará pues imposible sostener la creencia de que los Cerebros de Boltzmann existen y simultáneamente tener una justificación para llegar a esa conclusión. Para Carroll, antes de aceptar o rechazar la teoría, lo que esta plantea tendrá que ser evaluada no en contraste con otras teorías sino en lo que en sí misma implica. Si resulta que la teoría es coherente en sí misma, entonces pasará a estudiarse si es válida o no con el resto de las teorías contingentes a ellas, ya que por el contrario si la teoría falla en hacerlo avanzar al siguiente paso sería, en el mejor de los casos, un esfuerzo fútil.

Carroll reconocerá la probabilidad de que los Cerebros de Boltzmann existan, pero para él refutar la teoría no se tratará de negar esto sino de la credibilidad que puedan tener. De esta forma, aunque el Segundo Principio de la Termodinámica permita contemplar una posible realidad en la que todo es producto de una fluctuación entrópica, el modelo cosmológico resultante será incongruente para cualquier consideración seria que quiera hacerse, por más que pudiese encontrarse valor reflexivo en un análisis posterior que acepte o refute su validez. Sin embargo, para algunos la inestabilidad cognitiva de la teoría del Cerebro de Boltzmann no resulta suficiente para su completo rechazo. El argumento de Carroll se centra en el grado de credibilidad que se le otorga a una probabilidad, pero la idea de no otorgarle credibilidad a teorías cognitivamente inestables es diferente a otorgarles una credibilidad muy baja, que es lo que parece suceder cuando el mismo Carroll reconoce que la posibilidad de que los Cerebros de Boltzmann existan sigue ahí. Matthew Kotzen (2017) será especialmente crítico

al respecto al considerar que este razonamiento por sí solo no será suficiente ni para rechazar ni para darle un bajo grado de credibilidad a una teoría, poniendo de ejemplo otro tipo de hipótesis escéptica en donde el argumento de la inestabilidad cognitiva muestra sus falencias. Al respecto de la hipoxia, condición en donde se produce una deficiencia de oxígeno al cerebro y otros tejidos vitales, Adam Elga (2008) explica:

La hipoxia afecta el razonamiento y la capacidad de tomar decisiones, lo que ya es malo en sí. Pero lo que hace realmente peligrosa a esta condición es que puede ser indetectable. En otras palabras, cuando la hipoxia afecta el razonamiento de alguien puede hacer que el raciocinio (del individuo afectado con hipoxia) parezca estar perfectamente bien. Es una dolorosa realidad que pilotos de avión han estrellado sus aviones al tomar feliz y confiadamente decisiones horribles como resultado de sufrir hipoxia. (p. 3)

Dependiendo del nivel de los efectos que la hipoxia tenga en el raciocinio es posible elaborar dos hipótesis: en un primer caso, de afectar la hipoxia solo a procesos de pensamiento complejos como razonamiento estratégico o espacial, una persona afectada con hipoxia podría percatarse de la situación al notar errores o complicaciones en algún ejercicio que requiera su concentración, mientras que, en un segundo caso, de afectar la hipoxia el razonamiento básico de una persona nos encontramos que cualquier conclusión a la que se intente llegar podrá ser considerada irrazonable. Un piloto que nota dificultades a la hora de pensar podría alarmarse pensando que tiene hipoxia, pero si realmente esto fuese así, ¿sería capaz de percatarse de ello? Debido a esta aparente falta de justificación, de la misma forma que creer ser un Cerebro de Boltzmann hace que se pierda toda justificación de serlo en primer lugar, creer que se sufre hipoxia cuando su mayor síntoma es confundir el raciocinio que se cree normal haría que la justificación para creer estar con hipoxia se perdiera.

Si Elga menciona la situación con los pilotos de avión es porque precisamente un error como ese tiene sus consecuencias, por más bajo que el grado de credibilidad de su hipótesis parezca ser. El argumento de inestabilidad cognitiva sin duda será útil epistemológicamente para

señalar los fallos que una hipótesis pueda tener, pero no podrá ser tomado como único factor determinante a la hora de otorgar un grado de credibilidad. Kotzen reconoce sin embargo que el caso de la hipoxia podría ser considerado distinto al de los Cerebros de Boltzmann: creer que no se tiene justificación de que se sufre hipoxia podría ser evidencia de la hipoxia en sí y las malas decisiones que provoca, pero no hay evidencia posible de los Cerebros de Boltzmann que escape de la inestabilidad cognitiva; aun así, también acierta en vislumbrar que, en ambos casos, el individuo mismo sigue percibiendo las cosas sin alteraciones de lo que considera normal, en cuyo caso bien podría desconocer totalmente la situación de ser ignorante de ella.

La conclusión a la que Kotzen llegará es que descartar de forma arbitraria una consideración seria de una hipótesis solo porque esta resulta inestable cognitivamente será un error en tanto el grado de credibilidad, pese a poder estar correlacionado con la inestabilidad cognitiva, es una propiedad distinta de una teoría. Más aclaraciones de este punto serán dadas en la sección primera del Capítulo III.

2. Argumento de la Inferencia Bayesiana

Una de las razones por la que la teoría del Cerebro de Boltzmann es considerada problemática es el contraste de probabilidades entre el universo como lo conocemos y lo que la teoría señala. La vida y la evolución de la especie humana sin duda pueden ser vistas como un milagro biológico, pero desde el punto de vista cosmológico las probabilidades parecen ser aún más extremas. Pese a que en la actualidad se sabe de la existencia de varios planetas con las condiciones adecuadas para llegar a albergar vida inteligente, seguimos siendo la única forma de vida conocida en el universo. El principal argumento a favor de la teoría del Cerebro de Boltzmann se centrará precisamente en este punto: resulta más probable la idea de que todo el universo sea producto de una única consciencia creada por una fluctuación entrópica que la idea de que, coincidencia tras coincidencia, el universo como lo conocemos llegara a formarse permitiendo el desarrollo de formas de vida consciente.

Estas formas de vida consciente, individuos múltiples que experimentan la realidad de forma subjetiva mediante percepción propia, serán denominados Observadores Ordinarios. De la

misma forma que en el experimento mental de Putnam el cerebro en una cubeta será un Observador Ordinario, en la teoría del Cerebro de Boltzmann los Observadores Ordinarios serán los individuos del mundo presente. Estos Observadores Ordinarios son producto de billones de años de fenómenos tanto masivos como de pequeña escala, al menos en contraste con el enorme tamaño del resto del universo; un fenómeno masivo podría ser, por ejemplo, la creación de la galaxia en donde se encuentra nuestro sistema solar, y algo a mucho menor escala, pero de igual e incluso quizás más relevancia, podría ser la formación del planeta Tierra con las condiciones adecuadas para que la vida nazca. Mientras que para la formación de Observadores Ordinarios es requerida una gran cantidad de coincidencias y su futuro es incierto en tanto las condiciones necesarias para su prolongación no están claras, lo único que un Cerebro de Boltzmann va a necesitar para proyectarse en cualquier realidad de alta entropía es tiempo.

Al hacer una línea cronológica del universo en sí, nos encontraríamos con que los Observadores Ordinarios solo podrían ser hallados en un periodo ínfimo de tiempo en una zona determinada del cosmos, mientras que en el universo de alta entropía un Cerebro de Boltzmann podría producirse en cualquier instante y en cualquier rincón del universo. Con este tipo de lógica causal se llegaría a la conclusión de que los Cerebros de Boltzmann son más probables que los Observadores Ordinarios. Sin embargo, Don Nelson Page, conocido físico teórico y estudiante de Stephen Hawking, sostendrá que los Observadores Ordinarios podrían no ser tan poco comunes como esperaríamos por medio de una inferencia bayesiana.

Comparando ambas teorías y tomando en cuenta factores cosmológicos como la velocidad de expansión del universo y el tiempo relativo de consciencia activa tanto de los Observadores Ordinarios como de los Cerebros de Boltzmann, sus cálculos llegan a la conclusión de que el universo debe ser limitado tanto en tiempo como en espacio para evitar la existencia de demasiados Cerebros de Boltzmann que hicieran a los Observadores Ordinarios infrecuentes o no habituales en comparación. Sin embargo, dadas las limitaciones del desarrollo cosmológico en el presente, aclara que este sería solo un primer paso para la comprensión de los problemas del modelo actual, ya que una teoría completa que explique el funcionamiento de todo el cosmos parece estar todavía lejos.

Pese a que es posible encontrar cierta coherencia en el razonamiento de Page, lo cierto es que su camino argumental a través de la inferencia bayesiana no está falto de críticas. Extrapolando los datos empíricos que este utiliza, James B. Hartle y Mark Srednicki (2007) revisarán las conjeturas de Page dentro del marco teórico científico preexistente y destacarán ciertos puntos a tomar en consideración a la hora de hacer esta clase de hipótesis:

- 1) Una teoría no será incorrecta por el mero hecho de predecir que los Observadores Ordinarios son infrecuentes. En el caso de los Cerebros de Boltzmann, que las probabilidades indiquen que estos sean más probables que los Observadores Ordinarios no será suficiente ni para la aceptación ni para la refutación de la teoría.
- 2) Las teorías son verificadas usando la información con la que se cuenta como colectivo de observadores humanos, es decir, información de carácter empírico; y será irrelevante para este proceso lo que otros observadores puedan llegar a ver, cuántos de ellos puedan existir y qué propiedades compartan o no con nosotros. Entrar en el terreno de la especulación, al menos en lo que a la teoría del Cerebro de Boltzmann se refiere, será improductivo a la hora de tratar de refutarla.
- 3) Ninguna parte de la información con la que se cuenta debe ser descuidada en el proceso de evaluación de teorías opuestas, a menos que pueda demostrarse que las probabilidades pertinentes son irrelevantes a ellas.
- 4) Tenemos información de que existimos en el universo, pero no evidencia de que hemos sido elegidos por algún proceso aleatorio. No deben realizarse cálculos como si lo fuéramos; en especial si es con el fin de argumentar a favor de probabilidades, ya que en la gran mayoría de casos los resultados producidos estarán sesgados. Al asumir la conclusión de lo que se pretende demostrar, se estará cayendo en una argumentación circular de petición de principio.

El ejemplo que Hartle y Srednicki presentan es el siguiente: en base a la física, química, biología y ecología se desarrollan dos teorías sobre el posible desarrollo de vida inteligente en otros planetas; la teoría A predice que es probable que existan seres inteligentes en Júpiter, mientras que la teoría B predice que no hay seres así. Al comparar el tamaño de Júpiter con el de la Tierra, la teoría A predeciría además que en la actualidad hay muchos más jovianos (habitantes de Júpiter) que humanos terrestres. De centrarse la argumentación en que los seres humanos deben ser más comunes que los jovianos, la teoría A no solo podría ser rechazada por contradecir esto, sino también podría usarse para argumentar que no es posible que existan los jovianos solo por el hecho de que los seres humanos no pueden ser menos comunes que ellos. Lo importante con las suposiciones, al menos para las ciencias, será que puedan ser comprobadas ya sea con experimentación o cálculos, en tanto no podrá considerarse como un estudio serio a una investigación que elija deliberadamente ignorar información a favor de otra, en especial cuando esta puede no estar respaldada correctamente.

En el caso de la teoría del Cerebro de Boltzmann, nos encontramos con la problemática de que cualquier posible estimación que se intente hacer respecto a los Observadores Ordinarios estará basada en teorías y descripciones cuánticas de seres humanos, desde los conocimientos y datos que ellos mismos proporcionan. Al no existir una teoría cuántica completa del cosmos, sin importar lo que se intente demostrar siempre se estarán estableciendo argumentos a priori, por más que sea posible usar técnicas de inferencia bayesiana para refinar las suposiciones hechas en respuesta a los avances teóricos de las ciencias. Para Hartle y Srednicki, el hecho de que los Observadores Ordinarios sean más o menos habituales en el universo seguirá siendo una mera preferencia a la hora de intentar entregar una argumentación coherente a una teoría, en tanto es perfectamente posible que estos sean parte de un universo en donde existen pese a ser poco habituales.

Pese a estar de acuerdo parcialmente con lo que Hartle y Srednicki plantean, Kotzen afirmará que la interpretación de ambos malinterpreta la naturaleza y el papel dialectico que poseen las suposiciones en las que la probabilidad de existir de los Observadores Ordinarios es puesta en juego. El ejemplo que presenta es el de un individuo con pruebas de que ha ganado la lotería: ya que tiene pruebas, creer que no puede haber ganado solo porque perder es más probable que ganar sería ciertamente extraño, de la misma forma que pensar que todo el resto

de los individuos que han jugado también han ganado porque así ser un ganador no sería una probabilidad poco frecuente. Para Kotzen este tipo de presunciones epistémicas solo demostrarán que si hay dos tipos de observadores con la misma evidencia o falta de ella no se podrá tener justificación para creer que se es uno por sobre el otro.

Este tipo de principio de indiferencia resultará crucial a la hora de hablar de la teoría del Cerebro de Boltzmann y los Observadores Ordinarios, al considerarse ambos subjetivamente indistinguibles: la forma de pensar de un individuo será la misma sin importar cuál de las dos creencias tenga, con los mismos recuerdos y sensaciones corporales, los mismos deseos y las mismas dudas respecto a sí mismo. Conscientes de esto, Hartle y Srednicki presentan la siguiente analogía:

Consideremos un universo base con N ciclos de tiempo, $k = 1, \dots, N$. En cada ciclo el universo puede tener una de dos propiedades globales: rojo (R) o azul (A)... Se proponen dos teorías competentes para este universo base. Una de todo rojo o TR, en la que todos los ciclos son rojos, y la otra de algunos rojos o AR, en la que cierto número de ciclos particulares son rojos y el resto azules. Nosotros (un sistema de observación idealizado) intentamos evaluar estas dos teorías basándonos en nuestra información... Supongamos que nosotros (un sistema de observación particular) observamos rojo. Nuestra información D es entonces (E, R) , que podría ser explicado mejor en el contexto del universo base como "hay al menos un ciclo en el que existe un sistema observador y el universo es rojo". (2007, p. 4)

Mediante inferencia bayesiana, Hartle y Srednicki calculan que, en un primer momento con un número bajo de ciclos, encontraremos que la probabilidad de TR es mayor a la de AR; sin embargo, a medida que el número de ciclos aumenta esta probabilidad comenzará a estar más pareja. Bastaría un registro de información en que el universo fuera azul para tener pruebas que nos llevaran a descartar una de las dos teorías, pero a menos que eso ocurriese los cálculos de Hartle y Srednicki no bastarían para tener evidencia de que un universo sea más probable

que otro. Ya que en la analogía las observaciones son realizadas por sistemas particulares y no totales, podría suceder que AR fuera la teoría correcta y la mayoría de los observadores particulares tuvieran registros del universo azul. Un observador poco habitual en esta situación se encontraría solo con rojo, pero la falta de registros del universo azul no tendría valor epistemológico de intentarse rechazar la teoría de AR.

Volviendo a lo que nos compete, encontramos que con la propuesta de Hartle y Srednicki podría resultar posible que la mayoría de los observadores conscientes fueran Cerebros de Boltzmann, pero mientras un observador particular creyese ser parte de los observadores más frecuentes, los Observadores Ordinarios, no tendría motivos para decidir otorgarle más credibilidad a una u otra teoría. Ya que la falta de evidencia no hace que algo sea habitual o poco común, la posibilidad de que tanto los Observadores Ordinarios como los Cerebros de Boltzmann existan a la vez no puede ser descartada.

Haciendo uso del Principio de Evidencia Total que establece que aquello que cuente con mayor evidencia siempre tendrá prioridad a la hora de consideraciones de certeza, Kotzen arremeterá contra este planteamiento de la siguiente manera: corrigiendo lo que Hartle y Srednicki postulan, Kotzen dirá que la afirmación de un observador particular no va a ser "hay al menos un ciclo en el que existe un sistema observador y el universo es rojo", sino "existe un sistema observador, yo mismo, que en este momento observa rojo". En este caso, la teoría en la que todos los ciclos son rojos contaría con evidencia directa del observador particular que la harían más posible que la teoría en la que solo algunos son rojos. Siguiendo la analogía de Hartle y Srednicki, pensemos que 100 observadores particulares acaban de ser creados: existe la teoría TR en donde los 100 van a estar en habitaciones rojas y la teoría AR, donde solo uno de ellos va a estar en una habitación roja y el resto en habitaciones azules. Kotzen sostiene que, de despertar en una habitación roja y ser informado de la situación, ningún observador dudaría que observar rojo parece señalar que la teoría TR es más probable. Ya que la probabilidad de observar rojo es mucho menor en la teoría AR, la evidencia llevará a pensar en la teoría que parece más probable y por lo tanto, en la gran mayoría de casos, se estará justificado de creer esto.

3. Argumento Contra la Inferencia Estadística

Entendiendo el problema que la teoría del Cerebro de Boltzmann presenta tanto para las ciencias como para la filosofía, Sinan Dogramaci buscó su propia alternativa para refutarla mediante una contra argumentación a la inferencia estadística que esta presenta. Comenzará en primer lugar dividiendo el argumento en dos puntos: el primero será que el universo como lo conocemos, o creemos conocer, presenta evidencias científicas tanto de su historia como de las millones de mentes que han existido en ese tiempo; mentes que aunque resultan similares a la propia de un individuo, son diferentes en tanto el individuo en cuestión se trata en realidad de un Cerebro de Boltzmann; el segundo punto nos dirá que, si la gran mayoría de Fs que existen son Gs, y un individuo en particular es F, entonces la probabilidad de que sea un G es muy alta. Es decir, si la gran mayoría de individuos que existen son Cerebros de Boltzmann, en tanto como vimos con anterioridad parece una idea más sencilla que creer que todo partió de cero, entonces la probabilidad de que un individuo en particular también sea un Cerebro de Boltzmann es muy alta.

Dogramaci se centrará en explicar cómo el segundo punto de la teoría, un razonamiento de inferencia estadística, puede ser refutado con facilidad al plantear alguna prueba o posibilidad de que un F también pueda ser un H, con la mayoría de FHs no siendo Gs. Es decir, si bien existe una alta probabilidad de que un individuo sea un Cerebro de Boltzmann, este también puede ser un Observador Ordinario, y la gran mayoría de Observadores Ordinarios no serán Cerebros de Boltzmann. ¿De qué evidencia podríamos estar hablando exactamente para demostrar esto? Habiendo establecido anteriormente la naturaleza incongruente de la teoría y la prioridad que debe dársele a aquellas creencias de las que tenemos pruebas con el Principio de Evidencia Total, descubriremos que Dogramaci propondrá algo de naturaleza similar a Carroll y Kotzen:

Nos encontramos precisamente en una situación "FH" con el EECB (Escenario Escéptico del Cerebro de Boltzmann). ¿Cómo aprendemos que la mayoría de mentes como la mía son Cerebros de Boltzmann? Lo aprendemos únicamente a través de la adquisición de una enorme cantidad de evidencia científica. Esa cantidad incluye

mucha información que dice que estamos en cuerpos humanos ordinarios, en una Tierra ordinaria, que ha existido y girado alrededor del sol durante miles de millones de años, y así sucesivamente. Somos FHs, que vemos (a través del razonamiento científico) que hay (habrá) montones de Fs en el universo que son Gs. Pero eso no es evidencia de que seamos G. No somos un G y no somos un Cerebro de Boltzmann. Es decir, en nuestra evidencia *total*, no es racional hacer la inferencia estadística de que somos Cerebros de Boltzmann. (Dogramaci, 2019, p. 3)

Con este planteamiento Dogramaci no se propone aclarar o eliminar por completo la probabilidad de que la teoría sea cierta, sino simplemente calmar las preocupaciones que cualquiera pueda tener ante el escepticismo que los Cerebros de Boltzmann provocan. Dogramaci considera que la inferencia estadística puede llegar a ser razonable en determinadas circunstancias, pero el caso de la teoría del Cerebro de Boltzmann resulta distinto al tener sus implicaciones mucho más graves que otros casos. Por ejemplo, en un experimento a 10% de los sujetos de prueba les dan un placebo y al 90% restante un fármaco que les hace alucinar con que hay una manzana en una mesa frente a ellos. De no estar enterado del experimento, uno podría creer e incluso estar convencido de que en la mesa hay una manzana, pero al momento de enterarse de las condiciones del experimento se perdería cualquier credibilidad que pudiese tenerse. Solo ver la manzana, por lo tanto, sería prueba insuficiente para combatir el escepticismo, y de hecho podría llevar al sujeto de prueba a inferir estadísticamente que, ya que es más probable que sea uno de los que recibió el fármaco, probablemente está alucinando en aquel momento.

Para Dogramaci la teoría del Cerebro de Boltzmann presentará diferencias tanto en su fundamentación como en su dependencia epistémica en contraste con el experimento de la ilusión de la manzana. En este último caso, la justificación del conocimiento que el sujeto de pruebas del experimento tiene respecto a estar participando en el proceso y su creencia de estar alucinando no se basan ni dependen de si hay o no una manzana sobre la mesa. En el caso de los Cerebros de Boltzmann, la creencia de ser uno debe necesariamente estar fundamentada en la evidencia científica que señala que es posible que los Cerebros de

Boltzmann existan, dependiendo por lo tanto epistémicamente de esta certeza para su justificación.

Dado esto, ¿podría seguir siendo considerada una teoría escéptica? Si se niega cualquier certeza bajo el argumento de que es posible que todo sea producto de una fluctuación entrópica, ¿cómo puede ser posible que la teoría requiera una certeza de la realidad que niega? De no ser porque el Segundo Principio de la Termodinámica permite su planteamiento teórico, la teoría del Cerebro de Boltzmann solo sería un experimento mental y no una hipótesis verdaderamente problemática, por lo que un fallo en su justificación no solo es relevante sino crucial a la hora de considerar su validez. Como Carroll planteaba, no puede sostenerse la creencia y a la vez la justificación de ser un Cerebro de Boltzmann; no se puede inferir nada respecto a probabilidades de ser uno cuando hacerlo significa descartar la evidencia científica que permite su planteamiento en primer lugar.

Capítulo III

Análisis de la teoría resultante

1. Sobre su grado de credibilidad

El grado de credibilidad de una teoría puede ser evaluado de distintas formas, siendo una de las más relevantes, como vimos con anterioridad, la comprobación de su coherencia interna. Una teoría coherente consigo misma será autoconsistente y no presentará falacias lógicas que perjudiquen su argumentación, de modo que, al menos de forma aislada, la teoría pueda ser considerada por cualquiera que la analice como válida para un análisis posterior. Una vez superado este punto, una teoría que desee un alto grado de credibilidad deberá atenerse a las pruebas empíricas del mundo y ser coherente con los conocimientos actuales que se tiene de este. El poder predictivo será de gran influencia para algunos a la hora de asignarle un grado de credibilidad a una teoría, en tanto este aumentará de ser capaz de hacer predicciones útiles que sean tanto medibles como fiables.

Cabe también destacar cómo la sociedad puede influir en la percepción de credibilidad que una teoría logre tener al proporcionar aceptación o rechazo histórico a ella. Una teoría particularmente revolucionaria podría presentar una demostración impecable de sus argumentos y ser coherente con todo el resto de las teorías aceptadas, pero si la cantidad de datos e investigaciones de apoyo para corroborar la teoría propuesta no son suficientes, tal vez precisamente por lo innovadora que es, el grado de credibilidad que acabe por ser otorgado a la teoría podría ser menor del estimado inicialmente. Reconociendo este sesgo como parte de la experiencia humana, Hartle y Srednicki (2007) estarán a favor de teorías “simples, hermosas, formulables matemáticamente de forma precisa, económicas en sus suposiciones, comprensibles, unificadoras, explicativas y accesible para la intuición existente” (p. 6), que permitan predecir exitosamente datos a partir de aquellos con los que ya se cuenta.

Es difícil pensar en hacer un cálculo preciso del grado de credibilidad que pueda serle otorgado a una teoría como la del Cerebro de Boltzmann, pero con los factores y argumentos antes mencionados y analizados creo posible llegar a una aproximación razonable. La teoría

del Cerebro de Boltzmann cuestiona no solo la naturaleza de nuestro universo sino nuestro lugar e influencia en él, por lo que su estudio difícilmente podría ser considerado irrelevante.

A la hora de hablar de la credibilidad de esta teoría o cualquier otra, como antes vimos el primer paso siempre será asegurar que la teoría sea coherente consigo misma. En el caso de la teoría del Cerebro de Boltzmann, el argumento de inestabilidad cognitiva de Carroll parece al instante señalar que la teoría podría no ser creíble incluso si pudiese llegar a ser posible. Nadie podría tener una creencia verdaderamente justificada de que es un Cerebro de Boltzmann porque la teoría va en contra de los argumentos que permiten llegar a pensar en su posibilidad en primer lugar. En esta posición más bien precaria, podría considerarse que incluso la hipótesis escéptica del sueño tiene un grado de credibilidad mayor que la teoría del Cerebro de Boltzmann: como en la historia del *Libro de Zhuangzi* que relatamos al inicio, la hipótesis del sueño plantea que es imposible tener certeza de que la realidad no sea un sueño; si bien podría argumentarse que los sueños son diferentes a la realidad porque carecen de lógica o coherencia, al tratarse de algo sumamente subjetivo en tanto es parte de la mente de cada individuo esto no puede usarse como argumento viable, en especial frente a quienes tienen la suerte o desgracia de tener sueños lucidos en donde todo parece corresponderse con lo que consideramos realidad.

Sin embargo, sí hay algo que tanto la teoría del Cerebro de Boltzmann como la hipótesis escéptica del sueño tienen en común: de creer un individuo seriamente en la posibilidad de que es un cerebro de Boltzmann o que está soñando, sus interacciones con el mundo seguramente serían muy distintas a las actuales. Si el mundo es producto de la imaginación de este individuo, entonces sin duda llegaría a preguntarse eventualmente por qué tiene tan poco control sobre lo que sucede en este. En el caso de la hipótesis del sueño, tener una verdadera creencia de que se está soñando haría que nada pudiera considerarse productivo en tanto al despertar la realidad sería otra completamente distinta, y sin embargo el individuo que diga creer en esta hipótesis sin duda hará su día a día como la mayor parte de personas que no comparten su creencia. En el caso de la teoría del Cerebro de Boltzmann, no tener certeza de nada de lo que sucede en el mundo provocaría que eventualmente se llegase a la conclusión de que la muerte no tiene valor en tanto nada es real, pero por más temerario que

un individuo pudiese ser, que su creencia en esta teoría fuese capaz de llegar hasta ese punto es más bien dudoso.

Volviendo con el grado de credibilidad de ambas teorías, aunque se dijo que la hipótesis del sueño podría ser considerada más creíble que la teoría de Boltzmann, lo cierto es que tampoco hay demasiada diferencia entre ellas. El argumento de inestabilidad cognitiva sin duda perjudica a la teoría del Cerebro de Boltzmann, pero tanto esta como la hipótesis del sueño no acaban por cumplir tampoco con los otros factores a tener en consideración: ninguna de las dos teorías tiene forma de ser demostrada actualmente, por lo que incluso si existe la posibilidad de que la realidad sea un sueño o producto de la imaginación de un Cerebro de Boltzmann, encontraremos muchas otras teorías plausibles para darle sentido al origen y sentido del mundo en el que vivimos. Como es evidente, con teorías escépticas no es posible elaborar predicciones en tanto lo que hacen no es abrir la posibilidad de aumentar la cantidad de conocimientos que se poseen sino corregirlos. La teoría del Cerebro de Boltzmann puede ser capaz de plantear las posibilidades de una fluctuación de partículas en un universo entrópico, pero no nos proporcionará nada de información sobre ese mundo *más allá* del que imagina y tampoco será capaz de probar que es posible una realidad de existencia separada de las ideas o percepciones de la propia mente.

Si a estos problemas a la hora de otorgarle un grado de credibilidad a la teoría del Cerebro de Boltzmann le sumamos la desconfianza humana ante cualquier proceso aleatorio, la situación parece ser todavía más oscura. Si bien la teoría dirá que solo es necesario tiempo para que un Cerebro de Boltzmann sea capaz de formarse, al ser la probabilidad de que esto ocurra tan insignificante la idea de que efectivamente la teoría sea real, en la gran mayoría de casos, ni siquiera será tomada en consideración. Además, volviendo al hecho de que la aparición de un Cerebro de Boltzmann sería un proceso puramente aleatorio en un universo de alta entropía, vale la pena mencionar lo que ocurre con el teorema del mono infinito y el principio de incertidumbre de Heisenberg.

El teorema del mono infinito afirma lo siguiente: de tener a un mono presionando teclas al azar durante un periodo infinito de tiempo, casi seguramente este podría llegar a escribir

cualquier texto en el que sea posible pensar³. La probabilidad de que esto ocurra, como el sentido común indica, es abismal: si el teclado que el mono usase en cuestión tuviera solo las veintinueve letras del abecedario español, sin considerar espacios o signos de puntuación, entonces el mono tendría una probabilidad de 1 entre 29 de presionar correctamente la primera letra y para la segunda esa probabilidad ya se transformaría en 1 entre 841 (29 multiplicado por 29). Si la idea de escribir un simple texto ya parece imposible, la complejidad de una configuración de partículas que permitan la existencia de una consciencia es sencillamente absurda en comparación.

Como parte de la mecánica cuántica, el principio de incertidumbre de Heisenberg, también conocido como la relación de indeterminación de Heisenberg, postula que ciertas medidas de un sistema no pueden ser determinadas con absoluta certeza por el hecho de que algunas medidas están inherentemente relacionadas. Intentar medir con precisión la velocidad de un objeto, por ejemplo, supondría una menor certeza respecto a la medida de su posición, y es por ello que el principio demuestra que hay una incertidumbre imposible de negar a la hora de cualquier estudio que desee realizarse del cosmos. Al estar la teoría del Cerebro de Boltzmann tan relacionada con la mecánica cuántica, el principio de incertidumbre de Heisenberg parece ser otro argumento en su contra que acabaría por descartar cualquier posible grado de credibilidad que la teoría pudiese tener.

2. Sobre su fundamentación

Pese a que puede resultar coherente pensar que los Cerebros de Boltzmann tienen más probabilidad de existir en comparación al universo que conocemos, entrar en el terreno de lo que es probable y lo que no, como Hartle y Srednicki plantearon, solo acabará por dejar a la teoría sin formas de justificación o refutación. El intento de Page de usar cálculos de inferencia bayesiana para justificar una hipotética supremacía estadística de sus Observadores Ordinarios causó que por accidente los argumentos de Hartle y Srednicki

³ En el mundo angloparlante suelen ponerse de ejemplo las obras de Shakespeare, en particular Hamlet, pero más que la obra en sí lo crucial de lo que el teorema intenta demostrar será la complejidad narrativa en contraste con la aleatoriedad que puede resultar de tomar las letras del abecedario sin seguir ninguna clase de patrón coherente.

parecieran dejar la teoría en un punto muerto en donde ya que no es posible saber nada, no es posible contestar nada. Ambos concluirían que la tipicidad de los Cerebros de Boltzmann no sería un factor determinante a la hora de la aceptación o refutación de una teoría, por lo que, aunque se confirmara que los Observadores Ordinarios son más frecuentes que los Cerebros de Boltzmann, este hecho no podría ser usado como argumento en contra de lo que la teoría plantea.

Si bien para algunos no poder otorgarle un grado de credibilidad decente a la teoría del Cerebro de Boltzmann sería suficiente para que esta fuese rechazada, Kotzen es particularmente insistente en que, debido a las implicaciones cosmológicas de la teoría, la forma de refutarla no debe solo quedarse en este punto y mucho menos en el vacío causado por Hartle y Srednicki. El uso del Principio de Evidencia Total propuesto primero por Kotzen y luego por Dogramaci va a permitir no solo justificar el creer que no somos Cerebros de Boltzmann, sino también dar un argumento de por qué esto no puede ser así.

El argumento de inestabilidad cognitiva propuesto por Carroll no bastará por sí solo para justificar la negación de la teoría, en eso estarán de acuerdo tanto Kotzen como Dogramaci, pero en conjunto con el Principio de Evidencia Total va a lograr finalmente sentar las bases para demostrar que la teoría del Cerebro de Boltzmann no puede ser justificada epistemológicamente: tenemos abundante evidencia que parece señalar que el mundo es, en efecto, producto de una serie de milagros cósmicos que le permitieron a un planeta llegar a desarrollar vida inteligente, pero al hablar de la teoría del Cerebro de Boltzmann solo podemos pensar en que esto es posible. Además, lo que fue visto en un inicio como el fuerte de la teoría, su conexión intrínseca al Segundo Principio de la Termodinámica que hacía casi imposible pensar en refutarla, ahora va a volverse el punto que haga que toda la teoría colapse.

La dependencia epistémica de la teoría del Cerebro de Boltzmann sin duda no puede ser menospreciada: para que la teoría pueda ser considerada cierta va a necesitar tanto de las teorías científicas que niega como de la existencia de un observador que no tiene forma de confirmar que el mundo a su alrededor no es una ilusión. Cualquier argumento que logre hacerse como evidencia de que los Cerebros de Boltzmann sean posibles no va a ser capaz de escapar del hecho indudable que la teoría no posee fundamento real. De la misma forma, tampoco podrá tener influencia en el grado de confianza que se tenga por la teoría de los

Observadores Ordinarios o cualquier otra que explique el universo. El escepticismo tradicional, al centrar su argumentación no en la credibilidad sino en la posibilidad lógica, está a salvo de necesitar justificación de este tipo, pero la teoría del Cerebro de Boltzmann no corre la misma suerte al tener sus bases iniciales en las ciencias y, por lo tanto, argumentar en torno a estas para la formulación de su teoría.

Cabe destacar como además de plantear el argumento de inestabilidad cognitiva contra la teoría del Cerebro de Boltzmann, Carroll también propuso en conjunto con Kimberly K. Boddy⁴ la posibilidad de que el bosón de Higgs, una partícula fundamental de física de partículas, pudiera ser una solución a los problemas que la teoría presentaba. La existencia del bosón de Higgs no era más que una teoría sin evidencia empírica, permitida por entregar respuestas a otras teorías sin comprometerlas. En el año 2013, experimentos en el Colisionador de Hadrones del CERN finalmente pudieron obtener observaciones de lo que parecía consistente con la teoría del bosón de Higgs. Teniendo esto en consideración, los esfuerzos de la comunidad científica por encontrar la forma de refutar la teoría del Cerebro de Boltzmann parece más que lógica, y sin duda debe ser un alivio poder responder a ella.

⁴ “Can the Higgs Boson Save Us From the Menace of the Boltzmann Brains?”.

Conclusión

La posibilidad de que todo el universo que conocemos sea una ilusión es una idea interesante y aterradora a la vez. Sin duda va en contra de toda creencia y experiencia intuitiva, pero aun así nos fascina hasta el punto en el que podemos ignorar nuestros instintos y llegar a creer que ese mundo de ficción en donde la realidad no es más que una simulación podría ser real también en nuestro mundo.

Uno de los aspectos más problemáticos de la teoría del Cerebro de Boltzmann es que no solo aparece desde las ciencias que creemos indiscutibles en la actualidad luego de siglos de refinación, sino que desafía nuestro concepto fundamental de realidad para ponernos en una situación donde ni siquiera podríamos tener certeza de nuestros propios pensamientos. Si existiesen pruebas contundentes a favor de la teoría, significaría no solo que las ciencias explicaron incorrectamente el mundo conocido, sino que nada de él es real en primer lugar. Todo pensamiento, toda experiencia, no sería más que fruto de una casualidad entrópica, y creo que sin duda para muchos este será el hecho más aterrador de la teoría.

El escepticismo que la existencia de los Cerebros de Boltzmann presenta parece imposible de negar en un comienzo, como si cualquier posible argumento que pudiese ser presentado fuese a encontrarse con una pared impenetrable. A diferencia de otros experimentos mentales como puede ser el genio maligno de Descartes o el cerebro en una cubeta de Putnam, la teoría del Cerebro de Boltzmann no surge desde la posibilidad sino desde la probabilidad que la entropía permite, y este hecho solo hace más desastrosas sus consecuencias de ser considerada válida.

La comunidad científica se ha esforzado desde sus inicios por tener estricto rigor a la hora de aprobar o rechazar una teoría. La teoría del flogisto de Becher y Ernst, por más simple que resultara a la hora de explicar el proceso de combustión, no solo fallaba al existir pruebas empíricas que iban en contra de lo que la teoría proponía, sino porque era incapaz de explicar algo más que no fuera la causa directa por el cual los cuerpos arden. La teoría de Lavoisier, por otro lado, era capaz de explicar sin problema el proceso químico de la combustión y además postulaba no solo la causa directa del proceso sino aquello que permitía que esto ocurriese, dando como resultado al establecimiento de la ley de conservación de la materia.

Posteriormente fue aclarada la base sobre la que la teoría del Cerebro de Boltzmann se sostiene: el segundo principio de la termodinámica, fundamental tanto para la comprensión del universo como para la explicación de fenómenos de sistemas de energía macroscópicos. Al ser un principio estadístico y no absoluto, el concepto de la entropía permitirá que sea postulada una idea tan descabellada como la que, sin saber, Boltzmann daría origen.

La primera respuesta contra la teoría del Cerebro de Boltzmann que analizamos fue el argumento de la inestabilidad cognitiva de Carroll, sin embargo, aunque este logra entregarnos motivos para depositar un bajo nivel de confianza en la teoría de Boltzmann, por sí solo no resulta suficiente para salir del escepticismo que esta presenta. El cálculo de inferencia bayesiana de Page cometería diversos errores al centrar su refutación en afirmar que los Observadores Ordinarios pueden ser más comunes que los Cerebros de Boltzmann, por lo que Hartle y Srednicki intentarían establecer que no es posible argumentar mediante suposiciones no empíricas y que, por lo tanto, cualquier intento de justificación o refutación de la teoría del Cerebro de Boltzmann basada en nuestra posición como Observadores Ordinarios será irrelevante.

Mediante el Principio de Evidencia Total Kotzen respondería a Hartle y Srednicki reconociendo que, aunque es cierto que deben evitarse las suposiciones a la hora de realizar una argumentación coherente, esto no significa que se le deba restar valor a la evidencia que los conocimientos empíricos de los Observadores Ordinarios presentan. De la misma forma, la respuesta de Dogramaci haría uso del Principio de Evidencia Total para establecer que la teoría del Cerebro de Boltzmann cae fundamentalmente en una dependencia epistémica al plantear una realidad distinta a la que conocemos desde precisamente estos conocimientos que, de ser cierta la teoría, no tendrían valor alguno.

Si bien el argumento de inestabilidad cognitiva por sí solo no es capaz de refutar la teoría del Cerebro de Boltzmann, en conjunto con el Principio de Evidencia Total por fin logra su objetivo al desmoronar tanto la credibilidad como la fundamentación que la teoría pueda tener. A su vez, cualquier posible refutación cae en la nada habiendo establecido que no es posible justificar un argumento en suposiciones más allá de lo que nosotros como Observadores Ordinarios somos capaces de percibir y entender, escapando de la escéptica posibilidad de que el mundo no sea más que una ilusión.

Es cierto que nuestras percepciones pueden llegar a fallarnos, pero tras la realización de esta investigación creo que podemos afirmar con seguridad que la teoría del Cerebro de Boltzmann ha demostrado ser incapaz de sostenerse. Todos los argumentos a su favor, desde su simplicidad en contraste a la complejidad de los Observadores Ordinarios y las bases científicas en las que se apoyaba han sido refutados o al menos dejado en la nada.

Entonces, ¿qué nos queda? En primer lugar, podría destacarse la utilidad de la teoría de Boltzmann para recordarnos que, aunque los esfuerzos de la comunidad científica vayan encaminados en esa dirección, las teorías realmente absolutas son pocas y el resto no es sino el intento colectivo de la humanidad por darle forma a una hipótesis que explique nuestro mundo. Saber cómo enfrentar a un problema de este tipo no solo demuestra la fortaleza de nuestras teorías, sino que expone las múltiples herramientas que podemos usar para ello.

En la actualidad se puede evidenciar fácilmente como cada rama del conocimiento está separada del resto, pero son oportunidades como estas las que nos recuerdan que ninguna está realmente aislada y el trabajo conjunto siempre será una opción. Si las ramas del conocimiento están separadas entre sí en primer lugar es porque precisamente cada una tendrá algo que ofrecer distinto al resto, y no hay duda de que las diferentes combinaciones que esto permite podrían dar paso a grandes cambios de hacerse correctamente las cosas.

Refutar la teoría del Cerebro de Boltzmann implica para las ciencias no solo una victoria contra el escepticismo, sino también una prueba de que cualquier problema, sin importar lo complejo que parezca, debe tener una solución. Para la filosofía, este tipo de problemas no son solo un desafío que enfrentar, sino también la oportunidad de colaborar con algo que tan lejano puede parecer a veces como son las ciencias básicas. Las humanidades y ellas sin duda tienen mucho que ganar trabajando en conjunto cuando sea pertinente, en especial cuando cada día seguimos descubriendo algo nuevo o planteando una posibilidad que antes no había sido considerada.

Espero que el análisis hecho tanto a la teoría del Cerebro de Boltzmann como a los argumentos esbozados en su contra resulten de utilidad no solo para quien esté interesado en el tema, sino que también para quienes deseen conocer más al respecto. Al fin y al cabo, si de algo podemos estar seguros es que cada día podemos aprender algo nuevo.

Bibliografía

- Boddy, K. K., & Carroll, S. (2013). Can the Higgs Boson Save Us From the Menace of the Boltzmann Brains? [¿Puede el Bosón de Higgs salvarnos de la amenaza de los Cerebros de Boltzmann?]. Disponible en <https://arxiv.org/abs/1308.4686>
- Boltzmann, L. (1897). *Annalen der Physik* 60. Oxford: S. G. Brush.
- Carroll, S. (2017). Why Boltzmann Brains Are Bad [Por qué los Cerebros de Boltzmann son malos]. Disponible en <https://arxiv.org/abs/1702.00850>
- Descartes, R. (1641). *Meditaciones acerca de la Filosofía Primera. Seguidas de las objeciones y respuestas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Dogramaci, S. (2019). Does my total evidence support that I'm a Boltzmann Brain? [¿Mi evidencia total apoya que soy un Cerebro de Boltzmann?] Disponible en <https://doi.org/10.1007/s11098-019-01404-y>
- Elga, A. (2008). Lucky to be rational [La suerte de ser racional]. Disponible en <https://www.princeton.edu/~adame/papers/bellingham-lucky.pdf>.
- García, M. (2015). *Momentos estelares de la probabilidad y la estadística. Lecciones inaugurales de la Universidad Complutense de Madrid*.
- Hartle, J., & Srednicki, M. (2007). Are we typical? [¿Somos habituales?]. Disponible en <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.75.123523>
- Hurley S. (2010). The Varieties of Externalism [Las Variedades del Externalismo]. *The Extended Mind* ed. Richard Menary. Cambridge, MA: MIT Press, 101–54.
- Kotzen, M. (2017). What Follows from the Possibility of Boltzmann Brains? [¿Qué se deduce de la Posibilidad de los Cerebros de Boltzmann?] Disponible en <https://matthewkotzen.net/>
- Page, N. D. (2006). Return of the Boltzmann Brains [El regreso de los Cerebros de Boltzmann]. *Physical review D: Particles and fields*. Disponible en <https://arxiv.org/abs/hep-th/0611158>

- Page, N. D. (2017). Bayes Keeps Boltzmann Brains at Bay [Bayes deja a raya a los Cerebros de Boltzmann]. Disponible en <https://arxiv.org/abs/1708.00449>
- Putnam, H. (1981). Reason, Truth and History [Razón, Verdad e Historia]. New York: Cambridge University Press.
- Thompson E. y Cosmelli D. (2011). Brain in a Vat or Body in a World? Brainbound versus Enactive Views of Experience [¿Cerebro en una Cubeta o Cuerpo en un Mundo? Perspectivas Atadas al Cerebro versus Enactivas]. *Philosophical Topics*, 163-180.
- Thompson E. (2007). Mind in Life: Biology, Phenomenology and the Sciences of Mind [La Mente en la Vida: Biología, Fenomenología y Ciencias Mentales]. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Tittle, P. (2005). What if... Collected Thought Experiments in Philosophy [¿Y si...? Recopilación de Experimentos Mentales en la Filosofía]. New York: Pearson Longman.