

POR QUÉ LOS EXPERIMENTOS MENTALES NO TRASCIENDEN EL EMPIRISMO*

John D. Norton

2.1 Introducción

El problema epistemológico de los experimentos mentales. El elemento esencial en la experimentación es el mundo natural. Aprendemos acerca del mundo natural observando cómo se comporta en alguna circunstancia artificial. Solo imaginando lo que el mundo podría hacer si lo manipuláramos de una u otra manera parece fútil, dado que omite este elemento esencial. Sin embargo, la literatura científica frecuentemente nos conduce a tales experimentos imaginarios, llevados a cabo únicamente en la mente pero con un considerable beneficio aparente. Estos son los “experimentos mentales”. Imaginamos a un físico atrapado en una caja en el espacio remoto, que la caja es acelerada por un agente externo y, examinando lo que imaginamos que vería el físico en la caja, llegamos a uno de los principios físicos fundamentales que Einstein usó para construir su teoría general de la relatividad. Si esto puede ser tomado en serio, los experimentos mentales realizan magia epistémica. Nos permiten usar el puro pensamiento para indagar acerca del mundo o, al menos, ésta es magia dudosa para un empirista que cree que solo podemos averiguar algo acerca del mundo a partir de nuestra experiencia del mundo.

¿Pueden los experimentos mentales realizar esta magia? Mi interés en este capítulo se reduce a esta única pregunta, que podríamos denominar el problema epistemológico de los experimentos mentales en las ciencias:

Los experimentos mentales supuestamente nos proporcionan conocimiento del mundo natural. ¿De dónde proviene este conocimiento?

* Originalmente publicado como “Why Thought Experiments Do Not Transcend Empiricism”, en: C. Hitchcock (ed.), 2004, *Contemporary Debates in the Philosophy of Science*, Blackwell, Oxford, pp. 44-66. Se reproduce con permiso del autor.

Además, me restringiré a los experimentos mentales como son usados en las ciencias, aunque espero que mi análisis y conclusiones puedan ser de utilidad en otros contextos. Mi preocupación *no* está directamente relacionada con otros tantos aspectos interesantes de los experimentos mentales: su explotación efectiva tanto en modelos mentales como en la imaginería; su poder como dispositivos retóricos; sus enredos con sistemas conceptuales previos; su similitud con experimentos reales; entre otros. Más precisamente, abordaré estos aspectos solo en la medida en que se relacionen directamente con el problema epistemológico.

Este capítulo. Mi objetivo en este capítulo es establecer y defender una explicación de los experimentos mentales como argumentación ordinaria que está disfrazada vivazmente de formas pictóricas o narrativas. Esta explicación me permitirá mostrar que el empirismo no tiene nada que temer de los experimentos mentales. Ellos no ejecutan actos de magia epistémica. En la medida en que nos hablan del mundo, insistiré en que los experimentos mentales hacen uso de lo que ya sabemos sobre éste, ya sea explícita o tácitamente; así, transforman ese conocimiento por medio de una argumentación disfrazada. No pueden hacer nada más en el plano epistémico de lo que puede hacer la argumentación. Defenderé mi explicación de los experimentos mentales en la sección 2.3 argumentando que el alcance epistémico de los experimentos mentales coincide con aquel de la argumentación, y que esta coincidencia se explica mejor por la simple consideración de que los experimentos mentales tan solo son argumentos. Los experimentos mentales pueden fallar –un hecho que será mostrado por las parejas de experimento mental – anti experimento mental de la sección 2.2. Sin embargo, los experimentos mentales pueden ser usados de manera fiable y, como argumentaré en la sección 2.4, esto es posible únicamente si son regidos por alguna lógica muy generalizada. Sugeriré con base en consideraciones evolutivas que sus lógicas son muy probablemente las lógicas familiares de la inducción y la deducción, retomando la postura de que el experimento mental es argumentación. Por último, en la sección 2.5 defenderé esta epistemología de los experimentos mentales basada en la argumentación en contra de explicaciones alternas. Sugeriré que esas otras explicaciones pueden ofrecer una epistemología viable solo en la medida en

que ya incorporan la noción de que la experimentación mental está gobernada por una lógica, que posiblemente tiene una forma muy generalizada.

2.2 Parejas de experimento mental – anti experimento mental

Una prueba para cualquier epistemología de los experimentos mentales. ¿Cómo podemos saber si contamos con una epistemología viable de los experimentos mentales? Propongo una prueba simple, presentada aquí como un ejercicio moderado de calentamiento que se pide al lector tener en mente cuando el capítulo se desarrolle y sean inspeccionadas varias epistemologías alternativas.

Podemos tener casos en los que un experimento mental apoya un resultado y otro experimento mental apoya la negación del mismo resultado. A estos los denominaré “parejas de experimento mental – anti experimento mental”. Una epistemología de los experimentos mentales nos debe dar alguna explicación de por qué al menos uno de estos falla. No nos es suficiente con saber por otros medios que uno o el otro falla. Debemos ser capaces de explicar qué estuvo mal en el mismo experimento mental fallido. Considérese la situación análoga en la experimentación real. Podríamos estar convencidos de que el resultado reportado por algún experimento es incorrecto; por ejemplo, podría contradecir una teoría firmemente sostenida. Si hemos de retener la confianza en la experimentación, debemos –al menos en principio– ser capaces de explicar cómo el experimento pudo producir un resultado espurio.¹

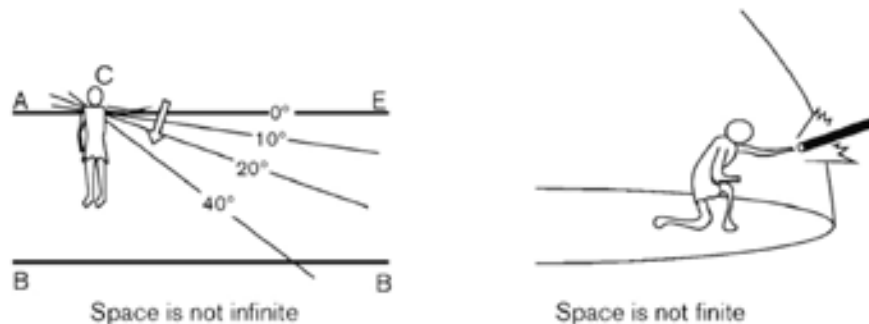


Figura 2.1 ¿Es el mundo espacialmente finito?

¹ Así, cuando D. C. Miller repitió el famoso experimento de Michelson-Morley en 1921 y reportó evidencia del movimiento de la Tierra en el éter, Einstein sugirió que el resultado podía deberse a

En lo que sigue, presento tres parejas de experimento mental – anti experimento mental que están unificadas por el tema de la rotación.²

2.2.1 ¿Es el mundo espacialmente finito?

Aristóteles argumentaba, en *Acerca del cielo*, Libro 1, Capítulo 5, 272a8-21, que el universo no podría ser infinito, debido a que un universo infinito no podría rotar uniformemente, como él creía que nuestro universo lo hacía. En tal universo infinito, Aristóteles imaginó una línea ACE, infinita en dirección de E, rotando con el mundo por el centro C y preguntaba cuándo ésta cortaría otra línea infinita BB. Podemos hacer su análisis más parecido a un experimento mental imaginando que ACE es la línea indicada al apuntar con una mano que gira con el universo (en la dirección de las manecillas del reloj como se observa en la figura 2.1). En la posición de 0 grados mostrada, la línea ACE es paralela a la línea BB. Antes de adquirir esa posición, la línea ACE no corta a la línea BB; posteriormente, sí lo hace. Pero, ¿cuándo corta por primera vez a la línea BB? No es en la posición de 40 grados, debido a que ya ha cortando a la línea BB en la posición de 20 grados; y no ha sido en la posición de 20 grados, debido a que ya ha sido cortada en posición de 10 grados; y así sucesivamente, de manera indefinida. Ninguna posición mayor que 0 grados es la primera, pero la línea ACE no ha cortado a la línea BB en los 0 grados. Así, la línea ACE nunca corta a la línea BB, lo cual es imposible. (Es interesante que el experimento mental aparentemente no depende de la rotación del universo; todo lo que requiere es la rotación de un apuntador). El anti experimento mental correspondiente, propuesto por el pitagórico Arquitas, es antiguo y mucho más famoso. Si el universo es finito y voy hasta su orilla "... ¿podría o no estirar mi mano o alguna barra hacia afuera de él? Que no pudiera estirla sería

pequeños gradientes térmicos en el equipo. Véase Pais (1982, pp. 113-14).

² Una cuarta pareja que nos recuerda el tema de la rotación es el experimento mental del cubo de Newton que favorece el espacio absoluto. El anti experimento mental de Mach imagina las paredes del cubo constituidas por varias leguas de grosor; lo cual es usualmente interpretado como un impedimento para la afirmación de Newton. Véase Norton (1996, pp. 347-9) y Mach (1893, p. 284). Véase también Norton (2004) para otra pareja de experimento mental – anti experimento mental y para críticas de epistemologías alternativas.

absurdo, pero si la estiro, lo que estaría afuera sería o un cuerpo o un lugar...” (Simplicio, *Phys.* 467, 26-32, citado en Sorabji, 1988, p. 125).

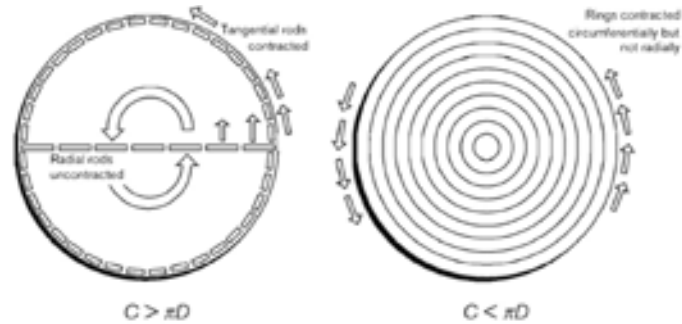


Figura 2.2 ¿Cuál es la geometría del espacio para un observador que se mueve circularmente?

2.2.2 ¿Cuál es la geometría del espacio para un observador que se mueve circularmente?

En un momento decisivo en el curso del descubrimiento de la teoría general de la relatividad, en algún punto de 1912, Einstein se percató de que la geometría del espacio para un observador en aceleración no podría ser euclidiana. Mostró lo anterior para el caso de un observador en movimiento circular uniforme, dentro de la relatividad especial, por medio de un experimento mental sobre un disco que gira rígidamente (véase Stachel, 1980). Einstein imaginó que la geometría de la superficie del disco es investigada por el método usual de colocar sobre la superficie reglas de medición. Si el diámetro del disco es D , ¿cuál sería la medida de su circunferencia C ? ¿Sería la euclidiana, donde $C = \pi D$? Las longitudes de las barras de medición colocadas radialmente no son afectadas por la contracción de Lorentz de la relatividad especial, debido a que el movimiento es perpendicular a su longitud. Pero las barras colocadas tangencialmente a lo largo de la circunferencia se mueven en la dirección de su longitud y se contraerán. Así, serán necesarias *más* barras para cubrir la circunferencia que las esperadas de acuerdo con la geometría euclidiana. Esto es, mediremos una circunferencia no-euclidiana, donde $C > \pi D$ (véase la figura 2.2).

Mientras que el experimento mental de Einstein da lugar a una geometría no-euclidiana donde $C > \pi D$, un anti experimento mental da lugar al

resultado opuesto, una geometría donde $C < \pi D$. La alternativa fue propuesta, por ejemplo, por Joseph Petzold en una carta a Einstein fechada el 26 de julio de 1919 (véase Stachel, 1980, p. 52). Resulta, en efecto, que si el disco giratorio es concebido como anillos giratorios concéntricos y apretujados, entonces los anillos no son contraídos radialmente, de este modo el diámetro del disco no se ve afectado. Pero como los anillos son contraídos en la dirección de la circunferencia, esto es, en la dirección del movimiento debido a la rotación, entonces su longitud es *menor* que la correspondiente longitud euclidiana. En otras palabras, la longitud sobre el disco se ajusta a $C < \pi D$.

Otro anti experimento mental, investigado por Ehrenfest en 1910 y Varicak en 1911, da lugar al resultado euclidiano: $C = \pi D$. Las posiciones de los marcadores de distancia sobre el disco giratorio son transferidas en algún instante a un papel calca sobrepuesto que no gira y las figuras geométricas sobre el disco son reconstruidas. El resultado, sostuvo Varicak, sería la recuperación de figuras euclidianas, porque la superficie del papel calca estático se ajusta a la geometría euclidiana (véase Klein et. al., 1993, pp. 478-80).

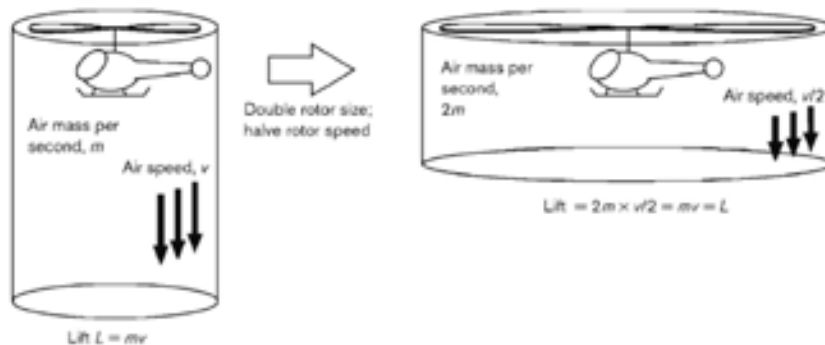


Figura 2.3 El efecto del incremento de tamaño y la reducción de velocidad del rotor de un helicóptero.

2.2.3 ¿Cuál es el impulso de un rotor infinito en reposo?

Imagínese el rotor de un helicóptero. Cuando gira, genera impulso como una fuerza de reacción que resulta del momento transmitido a la corriente de aire que dirige hacia abajo. Si el rotor mueve una masa m de aire en un segundo a la velocidad v , entonces el impulso L generado es simplemente

mv . ¿Qué pasaría si duplicáramos el radio del rotor? Para responder, asumamos que es parte del diseño de los rotores de diferentes tamaños que la velocidad de las corrientes de aire que generan es proporcional a la velocidad rotatoria del rotor. (Esto puede lograrse aplanando más las aspas del rotor, que están más alejadas del centro). Debido a que el área alcanzada por el rotor se ha incrementado en un factor de $2^2 = 4$, si dejamos fija la velocidad rotatoria, en un segundo el rotor moverá una masa de aire de $4m$ a una velocidad v . De modo que el impulso se habrá incrementado en un factor de 4, a $4mv$. Para mantener el impulso constante a $L = mv$ deberíamos ahora también reducir la velocidad rotatoria del rotor en un factor de 2, lo cual reduce la velocidad del aire a la mitad $v/2$ y también reduce la masa movida de $4m$ a $2m$. El impulso es ahora $(2m)(v/2) = mv = L$, lo cual es el impulso original L .³

En pocas palabras, el impulso permanece constante en L cuando se dobla el tamaño del rotor y se reduce su velocidad a la mitad. Repita este proceso interminablemente en el pensamiento, duplicando indefinidamente el tamaño del rotor y reduciendo a la mitad la velocidad rotatoria. En el caso límite de una infinita cantidad de duplicaciones, tenemos un rotor de tamaño infinito que no está girando pero que todavía genera el impulso original L .

En el anti experimento mental obvio no se produce impulso alguno para un rotor infinitamente grande en reposo. Un rotor de tamaño finito que no gire no genera impulso. Esto sería verdad si duplicáramos su tamaño. En el caso límite de una infinita cantidad de duplicaciones, tendríamos un rotor infinitamente grande que no gira y que no genera impulso.

El desafío. Es difícil resistir el enigma de determinar cuál (si es que hay alguno) de los miembros de una pareja ofrece el resultado correcto y qué es lo que está equivocado en el otro. Este tipo de ejercicio es parte de lo divertido de los experimentos mentales. Pero no es mi preocupación central aquí.

³ El poder (mínimo) requerido para mantener la sustentación es solo la energía cinética del aire movido por unidad de tiempo, esto es, $P = mv^2 / 2$. Así que en este proceso el poder es reducido a la mitad $(2M) (v/2)^2 / 2 = mv^2 / (2 \times 2) = P/2$. De ese modo, en el límite del rotor infinito, no se necesita ningún poder para mantener el impulso L . “Así debe ser como los ángeles funcionan. Amplias envergaduras de alas” – Jeremy Butterfield.

Mi interés más bien es preguntar cómo diferentes epistemologías diagnostican la existencia de las parejas de experimentos en competencia; cómo explican el porqué uno tiene éxito y el otro fracasa; y cómo las epistemologías pueden hacer esto mientras preservan la fiabilidad de los experimentos mentales como instrumentos de investigación.

2.3 Los experimentos mentales son argumentos

¿Por qué son argumentos? Mi explicación de los experimentos mentales está basada en el supuesto de que el puro pensamiento no puede dar lugar al conocimiento, a parte de, quizá, las verdades lógicas. Todo lo que el pensamiento puro puede hacer es transformar lo que ya sabemos. Éste es el caso de los experimentos mentales: solo pueden transformar el conocimiento existente. Si los experimentos mentales producen conocimiento, entonces requerimos que las transformaciones que efectúan preserven cualquier verdad que esté en nuestro conocimiento existente; o que haya al menos una alta probabilidad de su preservación. El único modo que conozco de efectuar esta transformación es a través de la argumentación; el primer caso es deductivo y el segundo inductivo.

Así, llego a la tesis central de mi explicación:

- (1) Los experimentos mentales son argumentos.

Esta tesis forma la base de mi anterior explicación de los experimentos mentales (Norton, 1991, 1996).⁴ Para ponerlo de otro modo, si los experimentos mentales son capaces de producir conocimiento, es solo porque son argumentos pintorescos disfrazados. Ello no nos asegura que todos los experimentos mentales produzcan de hecho conocimiento. Pueden fallar justo de la misma manera en que los argumentos fallan, esto es, tanto pueden proceder de premisas falsas como emplear razonamientos falaces.

Cómo se introduce la experiencia a un experimento mental. Los experimentos mentales no necesitan producir conocimiento del mundo natural.

⁴ En mi explicación original (Norton, 1991), requería que: Los experimentos mentales son argumentos que: postulan estados de cosas hipotéticas o contrafácticas, e invocan particulares irrelevantes para la generalidad de la conclusión. donde (i) y (ii) son condiciones necesarias, pero no suficientes, para que un argumento sea un experimento mental. El análisis de Norton (1991) fue pensado, en parte, para investigar las ramificaciones de la existencia de esas condiciones necesarias.

Por ejemplo, hay experimentos mentales en las matemáticas puras (por ejemplo, véase Brown, 1993b, pp. 275-6) y estos, como he argumentado, son argumentos meramente pintorescos (véase Norton, 1996, pp. 351-3). Sin embargo, los experimentos mentales que me interesan aquí son aquellos de las ciencias naturales que producen conocimiento contingente del mundo natural. De acuerdo con el empirismo, los experimentos mentales solo pueden hacer eso si se les suministra conocimiento del mundo natural; esto es, si este conocimiento comprende una porción de las premisas con las que el argumento se desarrolla. Podría introducirse como conocimiento del mundo sostenido explícitamente. Por ejemplo, aseguramos basados en la autoridad de una teoría empírica, la relatividad especial, que una barra en movimiento se encoje en la dirección de su movimiento. O podría introducirse como conocimiento tácito. Por ejemplo, sabemos simplemente que el espacio de nuestra experiencia nunca se agota, nunca hemos visto un límite en el espacio más allá del que no pudiéramos pasar, a menos de que ya hubiera algo por delante del límite que nos obstruya.

No busco aquí argumentar a favor del empirismo; el debate entre el empirismo y otras epistemologías es tan antiguo como la filosofía misma y probablemente aquí no se avanzará al respecto de manera fundamental. Sin embargo, el empirismo es la epistemología abrumadoramente predominante en la filosofía de la ciencia, de manera que una explicación que acomode los experimentos mentales dentro del empirismo de una manera simple y directa debería ser aceptada por *default*, como opuesta a cualquier otra explicación más extravagante. Reclamo este estatus por *default* para la postura aquí defendida.

Dos formas de entender la tesis. La tesis de que los experimentos mentales son argumentos requiere de alguna elucidación. ¿Es la tesis meramente que los experimentos mentales no pueden hacer más que argumentar cuando se trata de justificar afirmaciones? ¿O es, además, que la ejecución real de un experimento mental es solo la ejecución de un argumento? Siguiendo a Norton (1996, p. 354), defiendiendo la versión más fuerte, pero deseo motivar a ambas:

(1a). (*Contexto de justificación*).⁵ Todos los experimentos mentales pueden ser reconstruidos como argumentos basados en presupuestos tácitos o explícitos. La creencia en la conclusión resultante del experimento mental está justificada solo en la medida en que el argumento reconstruido puede justificar la conclusión.

(1b). (*Contexto de descubrimiento*). El comportamiento real de un experimento mental consiste en la ejecución de un argumento, aunque esto puede no ser obvio, debido a que el argumento podría presentarse únicamente en una forma abreviada y con premisas suprimidas.

Justificando (1a). Como indiqué más arriba, la primera tesis (1a) se deriva del presupuesto de que el pensamiento puro no puede dar lugar a nuevo conocimiento. Existe una segunda y más práctica justificación. Hasta donde sé, todos los experimentos mentales pueden de hecho ser reconstruidos como argumentos, y tengo poca esperanza de encontrar alguno que no pueda serlo. De hecho, esta expectativa suministra una prueba muy rigurosa de la tesis (1a). Esta puede ser rechazada simplemente encontrando un experimento mental que no pueda ser reconstruido como un argumento. Norton (1991, 1996) contiene muchos ejemplos de reconstrucción de experimentos mentales típicos de diversas áreas de las ciencias físicas, incluyendo aquellos que han sido presentados como opacos para tal reconstrucción. La facilidad de llevar a cabo su reconstrucción sugiere que no será encontrado un contraejemplo. Las reconstrucciones son más bien generalmente directas y frecuentemente difieren poco de la narrativa original del experimento mental. El experimento mental del disco en rotación de Einstein es un ejemplo típico, que puede ser reconstruido, en resumen, como sigue:

(D1) En la geometría euclidiana, la circunferencia medida de un disco es π veces su diámetro. (Premisa)

(D2) La geometría de un disco que no gira es euclidiana. (Premisa)

⁵ Dada la condición (ii) arriba expuesta, de que los experimentos mentales como argumentos invocan particulares no relevantes para la generalidad de la conclusión, la tesis (1a) supone que los experimentos mentales podrían ser eliminados de nuestro discurso sin pérdida de poder demostrativo, aunque los argumentos reales que los replacen podrían incluso ser más difíciles de seguir. Esta es la "tesis de la eliminación" (Norton, 1991, p. 131).

(D3) El movimiento de un elemento radial sobre un disco que gira es perpendicular a su longitud, de modo que (de acuerdo con la relatividad especial) la longitud no es alterada. (Premisa)

(D4) El movimiento de un elemento circunferencial sobre un disco que gira es a lo largo de su longitud, de modo que (de acuerdo con la relatividad especial) la longitud es reducida. (Premisa)

(D5) Por lo tanto, la circunferencia medida de un disco que gira es mayor que π veces el diámetro medido. (De D2, D3, D4)

(D6) Por lo tanto, la geometría de un disco que gira no es euclidiana. (De D1, D5)

Justificando (1b). La situación con (1b), la segunda tesis, no es tan directa. Es tanto una tesis en la filosofía de los experimentos mentales como también una tesis en la psicología empírica. Quizá la prudencia debería aconsejarnos afirmar solo (1a) y permanecer agnósticos sobre (1b), esperando el veredicto del trabajo empírico en psicología. De hecho, aceptar (1a) con agnosticismo frente a (1b) ya equivale a una fuerte restricción empirista sobre lo que los experimentos mentales nos pueden enseñar. Sin embargo, me parece que esta explicación reducida es innecesariamente modesta. Hay varios indicios a favor de (1b).

A pesar de su reputación exótica, los experimentos mentales nos convencen por medios muy prosaicos. Nos llegan como palabras sobre papel. Las leemos y, al hacerlo, seguimos los pasos para completar el experimento mental. Nos convence sin experiencias exóticas de momentos místicos o estados mentales extáticos. A este nivel de descripción, los experimentos mentales no difieren de las lecturas de la más amplia literatura en cuanto a escritura convincente. Una larga tradición en lógica informal mantiene que esta actividad es meramente argumentación y que la mayoría de nosotros tenemos cierta facilidad natural para ella. El texto nos induce a llevar a cabo argumentos tácitamente y se insiste en que reconstruir los argumentos de manera explícita es una poderosa herramienta de diagnóstico. Propongo simplemente en relación a (1b) que las cosas no son diferentes en los experimentos mentales. La parsimonia sugiere que hagamos de ésta, la más simple de las explicaciones, nuestro presupuesto por *default*.

La tesis (1a) suministra una razón más fuerte para aceptar (1b). Cualquiera que pueda ser la actividad de la experimentación mental, si aceptamos (1a),

creemos que el alcance de la experimentación mental coincide exactamente con el alcance de la argumentación. Si la experimentación mental establece algún otro camino al conocimiento, ¡qué curioso que debiera imitar tan perfectamente a la argumentación! ¿Cómo podremos explicar esta coincidencia, si no por la simple suposición de que la experimentación mental es simplemente argumentación disfrazada? Análogamente, no concederíamos poderes especiales a un clarividente cuyas predicciones coincidieran precisamente con lo que pudo ser leído en nuestro anuario de graduación del bachillerato. Sospecharíamos fuertemente de una fuente bastante prosaica del conocimiento del clarividente.

Parejas de experimento mental – anti experimento mental. Esta explicación de la naturaleza de los experimentos mentales puede fácilmente dar cabida a la existencia de estas parejas. Podemos tener dos argumentos cuyas conclusiones se contradicen. De ahí se sigue que al menos uno de los argumentos no es correcto; pues tiene una premisa falsa o una inferencia falaz. El diagnóstico es el mismo para una pareja de experimentos mentales que producen resultados contradictorios. El argumento de al menos uno de ellos tiene una premisa falsa o un paso falaz, y resolvemos el problema encontrándolo. Así, la existencia de estas parejas no presenta un obstáculo especial a la fiabilidad de los experimentos mentales. Si éstos fallan, lo hacen por una razón identificable, aunque encontrar la premisa falsa o la falacia pudiera no ser fácil. Los experimentos mentales tienen la misma transparencia y fiabilidad que la argumentación ordinaria.

2.4 La tesis de la fiabilidad

Existe una justificación más amplia para la epistemología de los experimentos mentales aquí defendida que es independiente del empirismo. Se resume como sigue:

Tesis de la fiabilidad. Si los experimentos mentales pueden ser usados de manera epistémicamente fiable, entonces deben ser argumentos (construidos de manera muy amplia) que justifican sus resultados o son reconstruibles como tales argumentos.

La tesis será explicada y justificada más abajo. Para evitar confusiones, enfatizo aquí que esta tesis invoca una noción de argumentación que es mucho más general que la que usualmente es invocada en los textos de

lógica, por lo que la afirmación es más débil de lo que en principio puede parecer. No obstante, sugeriré más abajo que los esfuerzos de los lógicos para codificar nuevas prácticas de inferencia garantizan que las lógicas familiares actuales, de la deducción y la inducción, serán suficientes en la práctica como la lógica de los actuales experimentos mentales confiables.

Fiabilidad. Los experimentos mentales son considerados comúnmente como más que solo generadores de hipótesis interesantes. La experimentación mental también es considerada como un modo fiable de investigación. Considero que lo anterior significa que podemos tener buenas razones para creer el resultado de, al menos, algunos experimentos mentales; esto es, hay una manera de usar los experimentos mentales tal que tenemos motivos para creer en sus resultados.

Nos sentiríamos con derecho a creer en la fiabilidad de los experimentos mentales si sus conclusiones fueran infalibles o, al menos, que casi siempre lo fueran. Tomemos un oráculo como analogía. Podríamos no saber cómo funciona el oráculo, pero podríamos tener buenos motivos para creer en su fiabilidad si tiene un sólido historial de predicciones exitosas. La complicación con los experimentos mentales es que no contamos con tal historial. Los experimentos mentales han mostrado ser demasiado maleables. Partidarios de virtualmente todas las teorías científicas, desde las más profundas hasta las profundamente falsas, han tenido poco apuro en evocar experimentos mentales que hablen a su favor. La existencia de las parejas de experimento mental – anti experimento mental exhibe el problema vívidamente. La situación es más parecida a una plétora de oráculos generando salvajemente predicciones indiscriminadas, que además están deseosos de predecir cualquier cosa que se nos apetezca. ¿Por qué entonces al menos algunos de nosotros creemos que los experimentos mentales pueden ser usados de manera fiable? ¿Existe un criterio de fiabilidad para los experimentos mentales dignos de confianza? Tal criterio es posible, pero se requerirá una pequeña desviación para encontrarlo.

La noción más general de una lógica. Es fácil pensar en la lógica como un dominio de investigación fijo, de modo que cuando buscamos reconstruir un experimento mental como un argumento debemos confiar en una codificación fija de la lógica que ya se encuentra en la literatura sobre lógica. Esta visión subestima la ingenuidad de los lógicos y la fertilidad de la lógica. En

siglos recientes, la historia de la lógica es una historia de desarrollo. La lógica deductiva se ha desarrollado de la simple lógica silogística de Aristóteles a múltiples variantes de lógica de predicados y lógica simbólica. La lógica inductiva se ha desarrollado de la muy difamada inducción enumerativa a una apabullante abundancia de posturas, que abarca desde elaboraciones de inducción enumerativa, hasta explicaciones que utilizan los recursos de la teoría matemática de la probabilidad. Algunas veces el desarrollo es conducido simplemente por el reconocimiento de que es posible ésta o aquella extensión de una lógica existente. En otras ocasiones, el desarrollo es impulsado por el reconocimiento de que existen formas no codificadas de argumentos en uso. En los últimos uno o dos siglos, en tanto la ciencia se ha vuelto considerablemente más complicada, también lo han hecho las maniobras inductivas de los científicos. Esto ha sido un estímulo para el crecimiento de la lógica inductiva y la teoría de la confirmación que busca sistematizar sus métodos de inferencia.

¿Qué tan lejos puede llegar esta extensión de la lógica? Habremos ido demasiado lejos si sostenemos que tenemos una nueva lógica, pero todo lo que hacemos es suministrar una lista de inferencias válidas, sin ninguna conexión aparente entre las inferencias de la lista. Para que la extensión sea tomada como una lógica, debe existir algún rasgo sistemático e identificable en las inferencias permitidas de modo que podamos distinguir las válidas de las inválidas. En la nueva lógica, un argumento válido tendrá dos partes: el rasgo identificable y los aspectos peculiares de la inferencia específica en uso. Estas partes son simplemente la distinción familiar entre la forma y el contenido de un argumento; es decir, la distinción entre un esquema y las proposiciones, términos y cosas parecidas insertadas dentro de sus espacios en blanco. Para contar como una lógica en este sentido más general, la especificación de las formas admisibles debe admitir alguna sistematización; por razones prácticas, esperaríamos que dichas formas sean manejables y comunicables.

Hasta donde puedo ver, esta distinción sistematizada de forma y contenido es todo lo que necesitamos para sostener que tenemos una lógica en el sentido más general. Uno podría estar tentado a imponer mayores restricciones. Pero las restricciones que emergen naturalmente me parecen demasiado restrictivas. Podríamos demandar, por ejemplo, que el contenido

deba limitarse a proposiciones finitas formadas a partir de un alfabeto finito de símbolos, como se hace en la lógica simbólica tradicional. Pero ello excluiría la teoría bayesiana de la confirmación, la cual actualmente es la forma más popular de lógica inductiva, pues su contenido puede incluir funciones con valores reales de continuos (de densidades de probabilidad) que representan estados de creencias. O bien, manteniendo la noción de que las lógicas son preservadoras y no creadoras de la verdad, podríamos demandar que los argumentos sean suministrados con premisas cuya verdad sea conocida de manera independiente. Pero ello contradeciría la práctica estándar de la lógica deductiva de usar tautologías como premisas, cuando las tautologías son proposiciones de las que la lógica misma nos asegura su verdad en el sentido de ser aseveradas. O bien, podríamos querer insistir en que las formas de los argumentos permitidos no fueran tan indiscriminadas, por ejemplo, que pudieran permitir las contradicciones. Pero especificar qué se considera como “demasiado indiscriminado” podría ser difícil. De hecho, la argumentación inductiva estándar puede terminar permitiendo contradicciones. (Considérese la inducción enumerativa sobre los cisnes blancos de Europa y luego sobre los cisnes negros de Australia). Así, en lugar de negar el término honorífico de “lógica” a tales sistemas indiscriminados, deberíamos pensar a las lógicas indiscriminadas meramente como menos útiles y evitarlas, tanto como podríamos ignorar una lógica, en el otro extremo, que discrimine tanto como para no permitir nada.

El criterio. Buscamos ahora el criterio que identifique a los experimentos mentales exitosos, esto es, aquellos que tienen éxito en justificar sus resultados. Sin él, no tenemos manera de determinar si algún experimento mental nuevo será exitoso en justificar su resultado; como tampoco habrá manera de revisar que una afirmación de justificación exitosa esté propiamente hecha.

El criterio no puede ser algo externo al experimento mental; esto es, algo acerca de la persona que crea el experimento mental o acerca del contexto en el que es propuesto. Un experimento mental es muy portátil y se mueve a donde quiera que su explicación escrita vaya. Independientemente de su historia, leemos la explicación de un experimento; lo recreamos en nuestras

mentales; y decidimos su éxito o fracaso. De modo que el criterio debe encontrarse dentro del experimento mental mismo.

¿Qué podría ser este criterio interno? No puede residir en el hecho bruto de que este experimento mental *específico* es exitoso; o en el hecho bruto del éxito de alguna colección dispar de experimentos mentales. Precisamente porque son hechos *brutos*, tendría que ser suministrado externamente un certificado de verdad, que, por separado, deba ser llevado junto con los experimentos mentales para asegurar su éxito al lector. El criterio interno debe ser alguna propiedad identificable de un experimento mental exitoso compartida con otros, o alguna relación identificable entre los experimentos mentales exitosos. El criterio no puede abarcar todo dentro del experimento mental, algunos elementos dentro de él pueden ser cambiados libremente. El célebre elevador de Einstein podría ser de madera, acero o latón. Así, un experimento mental exitoso tiene una propiedad estructural compartida por otros experimentos mentales y un contenido variable e independiente. Pero la exigencia es justamente que los experimentos mentales estén regidos por la muy general noción de una lógica introducida más arriba, esto es, por esquemas dentro de los cuales podamos insertar variables independientes de contenido. El criterio es simplemente que o el experimento mental use una forma argumental permitida por una lógica o que pueda ser reconstruido como tal.

El criterio designa cuáles experimentos mentales son exitosos en justificar sus resultados. Así que no deberíamos esperar que la lógica asociada sea una codificación locamente arbitraria de argumentos admisibles. Si hemos de reconocer a la lógica como delimitadora del éxito de los experimentos mentales, debe haber algo en la lógica que evidentemente confiera el poder de un experimento mental para justificar su conclusión. Por ejemplo, las lógicas deductivas están caracterizadas por su preservación de la verdad y las lógicas inductivas por la preservación de su probabilidad, de modo que un experimento mental que use dichas lógicas tendrá un resultado justificado si procede de premisas verdaderas. Además, deberíamos esperar que los esquemas de esta lógica no fueran muy complicados, de modo que puedan ser usados tácitamente por aquellos que tienen la habilidad de usar experimentos mentales de manera fiable.

En suma, suponemos que los experimentos mentales están regidos por una lógica simple que permite que un experimento mental sea capaz de justificar su resultado.

¿Serán suficientes las lógicas familiares? Un argumento evolutivo. La fiabilidad de los experimentos mentales nos lleva a concluir que la experimentación mental está gobernada por una lógica generalizada. Sin embargo, no prescribe la naturaleza de la lógica más allá de las expectativas de asegurar una justificación y tener un uso lo suficientemente manejable. En principio, la lógica podría ser de un tipo muy exótico. Veremos más abajo que algunas explicaciones representan a los experimentos mentales como una manipulación de modelos mentales. Quizá dichas explicaciones están acompañadas de su propia lógica exótica. Esa eventualidad estaría bastante de acuerdo con mi postura de los experimentos mentales como argumentos. De hecho, sería una agradable extensión de la misma.

Sin embargo, creo que hay algunas razones para creer que no requerimos de una lógica nueva y exótica. Al esbozar más arriba la noción general de lógica, mencioné el carácter evolutivo de la literatura sobre lógica en tiempos recientes. Nuevas prácticas inferenciales crean nuevos nichos y lógicas nuevas evolucionan para cubrirlos. Ahora bien, la actividad de la experimentación mental en la ciencia fue identificada y discutida prominentemente hace un siglo por Mach (1906), pero los experimentos mentales han sido usados en la ciencia activamente por muchos siglos atrás. De modo que los lógicos y filósofos interesados en la ciencia han tenido amplia oportunidad de identificar cualquier nueva lógica que pudiera ser introducida por la experimentación mental en la ciencia. De forma que mi presunción es que tal lógica *ya* ha sido identificada, en la medida en que sería útil para la generación y justificación de resultados científicos. No espero que los experimentos mentales requieran de lógicas que no se encuentren ya en el repertorio estándar. El anterior no es, por supuesto, un argumento decisivo; quizá los lógicos solo han sido flojos o ciegos. Lo que este argumento sí sugiere, sin embargo, es que sería difícil extraer una nueva lógica de los experimentos mentales que sea de importancia para sus resultados científicos – o ¡ya hubiera sido extraída!

La posición en contra de la probabilidad de una nueva lógica es reforzada por nuestro fracaso para identificar un experimento mental en la ciencia

que no pueda ser reconstruido como un argumento usando el *corpus* familiar de las lógicas deductiva e inductiva. Mi propia postura es que los experimentos mentales justifican por medios ya usados de manera más general en la ciencia, lo que hace aún más probable que su lógica implícita ya haya sido investigada y codificada.

Independencia del empirismo. Hemos inferido de la fiabilidad de los experimentos mentales el resultado de que son argumentos o pueden ser reconstruidos como argumentos. Esta inferencia no requiere la presunción del empirismo. Asumamos por el momento que los experimentos mentales de alguna manera acceden a una fuente de conocimiento no empírica. Debido a que creemos que los experimentos mentales pueden equivocarse, pero pueden ser usados de modo fiable, el análisis anterior puede ser repetido para llegar al mismo resultado.

2.5 Explicaciones alternativas de los experimentos mentales

Desafíos. Hasta aquí, he tratado de mostrar que la noción de experimento mental como argumentos pintorescos disfrazados nos permite desarrollar una epistemología empirista simple para los experimentos mentales en las ciencias naturales. Como indiqué en la introducción, aquí mi preocupación es mínimamente con el problema epistémico de los experimentos mentales. No tengo ilusiones de que concebir a los experimentos mentales como argumentos pintorescos diga todo lo que pueda ser dicho sobre ellos. Lo que sí afirmo, sin embargo, es que ello proporciona una epistemología completa en el sentido de que todo lo que hay que aprender acerca del poder epistémico de un experimento mental puede ser recuperado a partir de considerarlo como un argumento.

Hay otras explicaciones de los experimentos mentales y más abajo trataré de enlistar las más importantes. Algunas claramente contradicen la postura aquí desarrollada. Otras pueden ser compatibles con ella, asimiladas típicamente como un refinamiento de la postura que defiendo. Mi propósito en esta sección es defender mi epistemología de los experimentos mentales. Así que disientiré de aquellas explicaciones solo en la medida en que contradigan dicha epistemología.

Una defensa genérica. Al formular respuestas a esas alternativas, me ha llegado a parecer que tales respuestas son sacadas de una pequeña lista de

respuestas genéricas que es sugerida por mi postura, la cual es lo suficientemente flexible para dar cuenta de todos los desafíos. En la medida en que las alternativas difieren de mi postura, aquellas ofrecen algún factor extra – llamémoslo “factor X” – que supuestamente los experimentos mentales manifiestan, pero no lo argumentos. De ello se concluye que:

-los experimentos mentales no pueden ser argumentos, pues los argumentos carecen de este factor X; o

-el factor X confiere algún poder epistémico adicional a los experimentos mentales, de modo que la explicación de los experimentos mentales como argumentos pintorescos no puede ofrecer una epistemología completa.

Si los experimentos mentales son argumentos pintorescos y esta postura apoya una epistemología viable, entonces la objeción debe fallar. Podría fallar en alguna de las siguientes cuatro formas:

(3a) *Negación*. Los experimentos mentales no manifiestan el supuesto factor X; o

(3b) *Incorporación*. Los argumentos también pueden manifestar el factor X; o

(3c) *Irrelevancia epistémica*. El factor X es irrelevante para el poder epistémico de un experimento mental; o

(3d) *Falta de fiabilidad*. Un experimento mental no puede, de manera fiable, hacer uso del canal epistémico propuesto por el factor X. (Así, si el factor X es esencial para los experimentos mentales, estos no serían epistémicamente fiables).

De la lista anterior, tanto las respuestas (3a) como (3b) deben lograr el rechazo de la objeción de que el factor X muestra que los experimentos mentales no son argumentos. Cualquiera de las respuestas (3a)-(3d) debe lograr el rechazo de la objeción de que el factor X muestra una deficiencia en mi epistemología de los experimentos mentales. Resulta muy natural unir las respuestas (3b) y (3c) para un factor X que puede ser manifestado por argumentos particulares, mientras al mismo tiempo agregar que ese factor es irrelevante para el poder epistémico del argumento. O bien podríamos querer negar que existe el factor X, esto es, la respuesta (3a), mientras

también insistimos que aun si de algún modo fuese esencial a los experimentos mentales, ello socavaría su fiabilidad (3d).

2.5.1 Platonismo

Brown (1991, 1993a, b, y este volumen) ha promovido una epistemología radical de los experimentos mentales. Sostiene que las leyes de la naturaleza residen en un mundo platónico y que el tipo correcto de experimentos mentales nos permite asir esas leyes de manera directa. Si bien su epistemología difiere de la mía de manera extrema, simpatizo bastante con un aspecto de su proyecto. Si se decide evitar la postura empirista simple que defiende, entonces ninguna posición a medias puede ser suficiente. Si se está comprometido a explicar cómo podemos obtener conocimiento del mundo sin experiencias relevantes del mundo, solo una muy radical epistemología alternativa sería suficiente. Brown no se ha detenido ante la defensa de tal epistemología. Sin embargo, como explico en Norton (1993, 1996), no creo que la alternativa de Brown tenga éxito.

En seguida presento mi crítica, aumentada con ideas desarrolladas más arriba. El factor X de Brown es que los experimentos mentales nos permiten asir directamente las leyes del mundo platónico. Varias de las respuestas (3) son aplicables.

(3a) *Negación*. No creo que exista un mundo habitado por leyes platónicas. Debido a que el debate acerca de tales mundos va más allá de lo que nos preocupa aquí, me centraré en señalar que nada en el fenómeno de los experimentos mentales requiere de tales mundos platónicos ni de la percepción platónica asociada. He tratado de mostrar en otro lado (Norton, 1996) que los ejemplos favoritos de Brown de los experimentos mentales platónicos pueden ser acomodados bastante bien dentro de mi postura. Además, como he sugerido más arriba, si una epistemología empirista austera de los experimentos mentales es exitosa, debería ser aceptada como la opción por *default*. Dejemos de lado las dudas acerca de los mundos platónicos. Aun si aceptamos la existencia de tales mundos, es un serio problema para la explicación de Brown el que no tengamos un entendimiento sistemático de cómo funciona la percepción platónica y cuándo es que funciona. Las dificultades que surgen de esta ambigüedad pueden ser expresadas de dos maneras:

(3b) *Incorporación.* ¿Podría ser simplemente que la argumentación es la manera de acceder al mundo platónico? En ese caso, la explicación de Brown de los experimentos mentales sería anexada a la postura de los experimentos mentales como argumentos y su explicación se mantendría solo como un compromiso con una ontología superflua.

(3d) *Falta de fiabilidad.* Cuando un experimento mental depende de la percepción platónica, si la percepción es más que la mera argumentación, no tendríamos manera de saber, dentro del experimento mental, que la percepción fue exitosa y que no tuvo lugar una percepción equivocada. La epistemología de percepciones platónicas no provee medios para establecer un arbitrio entre las afirmaciones en competencia de parejas de experimento mental – anti experimento mental.

Brown (1991, pp. 65-6) trata de desviar estas preocupaciones sobre la ambigüedad de la percepción platónica esbozando una analogía con las percepciones ordinarias. Estas últimas son aceptadas aun cuando el proceso completo desde la visión hasta la formación de creencias sigue siendo escasamente entendido. Acepto también la réplica que me ha hecho Brown (1993a) de que las percepciones ordinarias fueron creíbles mucho antes de que tuviéramos las elaboradas explicaciones modernas sobre la percepción, tal como la visión entendida como la recepción de fotones en la retina y demás explicaciones. Sin embargo, lo crucial para que la analogía entre las dos formas de percepción no sea adecuada está relacionado con la fiabilidad. Con la percepción ordinaria, aun experiencias muy simples nos ofrecen rápidamente abundantes indicadores sobre cuándo las percepciones ordinarias tienen éxito o fracasan. La vista falla si cubrimos nuestros ojos, pero solo la percepción de la profundidad falla si cubrimos uno solo de nuestros ojos; la vista, el sonido y el olfato son aumentados por la proximidad y debilitados por la distancia; la vista se ve afectada ante una luz débil, pero el olfato es aumentado por brisas favorables –y así sucesivamente, en variaciones innumerables. Con la percepción platónica, no tenemos nada que sea comparable que nos diga cuándo percibimos de manera adecuada y cuándo de manera inadecuada.

La “refutación” de la hipótesis del continuo. Brown ha concebido un ingenioso candidato para un experimento mental platónico en su capítulo dentro de este volumen (véase el capítulo 2). Si bien no estoy de acuerdo en

que su ejemplo tenga éxito, estamos de acuerdo en que la fase crucial es el establecimiento de lo que Brown (2004) denomina el Axioma de Simetría de Freiling (ASF), el cual afirma que para cada función f que mapea números reales en conjuntos contables de número reales, siempre podemos encontrar un par de reales x, y tal que y no está en $f(x)$ y x no está en $f(y)$. Lo cual resulta ser equivalente a la negación de la hipótesis del continuo.

Brown atribuye el reconocimiento de la verdad del ASF a la percepción platónica. En la medida en que funciona del todo, yo solo encuentro que es el resultado de una argumentación prosaica de un tipo informal – justo el tipo de cosas que sostengo surge comúnmente en los experimentos mentales. El reconocimiento depende de ver que hay una probabilidad cero de escoger un número al azar de un conjunto de medida nula. Inferimos ese resultado de un razonamiento por analogía con el lanzamiento de dardos. En una diana real solo hay una pequeña probabilidad de pegar en las delgadas líneas de los círculos. La probabilidad desciende a cero para líneas infinitamente delgadas, el análogo de un conjunto de medida nula.

Brown insiste también en que no hay un argumento matemático formal y preciso que corresponda a este experimento mental. No tendría ningún problema si estuviera en lo correcto, dado que siempre he señalado que los experimentos mentales pueden ser argumentos informales. Sin embargo, Brown ha establecido erróneamente las matemáticas relevantes para este caso. El ASF no puede ser derivado como un teorema de la teoría de conjuntos Zermelo-Frankel con el axioma de elección, donde entendemos que tal teorema es un resultado que puede ser derivado sin premisas adicionales. Sin embargo, ciertamente podría ser derivado si estuviesen permitidas las premisas adicionales adecuadas. Dada la cantidad liberal de material adicional vago introducido en la discusión del lanzamiento de dardos, no veo cómo excluir que tales premisas no estén ya a nuestra disposición.

Finalmente, aunque es nuevamente irrelevante a las cuestiones que nos separan, creo que –después de todo– nuestras intuiciones relacionadas con el lanzamiento de dardos no nos permiten llegar al ASF, ya sea por medio de un argumento o de una intuición platónica, y, de ese modo, la refutación completa está equivocada (véase Norton, 2004).

2.5.2 Constructivismo

Kuhn (1964) y Gendler (1988) han descrito cómo los experimentos mentales pueden tener como función revelar problemas dentro del sistema de conceptos de un científico permitiendo reformarlo. Como Kuhn (1964, p. 252) sugiere, estos experimentos mentales más bien enseñan a los científicos acerca de su aparato mental; de modo que evitan el problema de enseñarnos algo acerca del mundo sin recurrir a nueva información del mundo. Por ejemplo, Kuhn trae a colación los experimentos mentales de Galileo que fuerzan a los aristotélicos a distinguir los conceptos de velocidad promedio y velocidad instantánea. También Gendler analiza un famoso experimento mental de Galileo que fuerza a los aristotélicos a ver la incompatibilidad de asumir que masas más pesadas caen más rápido, pero que las masas unidas caen a una velocidad intermedia. La salida a este problema es el reconocimiento de que todos los cuerpos caen de la misma manera.

Esta visión constructivista es interesante e importante. Desde el punto de vista epistemológico, tengo dos reacciones. En primer lugar, cualesquiera sean sus méritos, esta postura no puede proveer una epistemología completa de los experimentos mentales en la ciencia. Existen muchos experimentos mentales en la ciencia que no producen una reforma en los sistemas conceptuales de los científicos. Los experimentos mentales pueden simplemente demostrar los resultados dentro de una teoría. Mach (1893, p. 269) hace uso de uno para mostrar que su definición de igualdad de la masa debe ser transitiva o la conservación de la energía sería violada). Esto conduce a la respuesta (3a) *Negación*, en tanto que no todos los experimentos mentales manifiestan este factor X.

En segundo lugar, Gendler (1998, secciones 3.1 y 3.2) ha insistido que la mera argumentación no puede reconfigurar los esquemas conceptuales, esto es, el factor X de la objeción. Sin embargo, hasta donde puedo apreciar, la reconfiguración constructivista es completamente compatible con la postura de que los experimentos mentales son argumentos.⁶ Así, mi respuesta aquí es la (3b) *Incorporación*, apoyándome en el bien conocido poder

⁶ Boorsboom *et al.* (2002) subestiman, de manera similar, la argumentación cuando afirman que un experimento mental particular en la teoría de la probabilidad no puede ser reconstruido como un argumento, debido a que no es una derivación dentro de una teoría, sino que crea un entramado conceptual para una teoría.

de la argumentación para producir la reforma de esquemas conceptuales. Un ejemplo célebre y muy profundo es suministrado por la paradoja de Russell a la teoría de conjuntos ingenua. Un principio básico de la teoría de conjuntos ingenua es que cualquier propiedad define un conjunto – aquellas entidades que manifiestan la propiedad. Russell reveló lo insostenible de esta concepción en una celebrada *reductio ad absurdum*. Si el principio se sostiene, entonces el conjunto de todos los conjuntos que no pertenecen a sí mismos como miembro es un conjunto legítimo. Pero ello tiene propiedades contradictorias, pues se sigue fácilmente que este conjunto debe tanto ser miembro como no ser miembro de sí mismo. La *reductio* está completa; el principio debe ser rechazado y nuestro sistema conceptual debe ser modificado de manera profunda.

Ahora bien, existen complicaciones para la modificación anterior. Cualquier argumento por reducción al absurdo termina en una contradicción. En principio, cualquier premisa del argumento –tácito o explícito– podría considerarse que ha sido refutada. En cada caso llegamos a diferentes subconjuntos de creencias consistentes. De manera análoga, para cualquier conjunto dado de premisas podríamos derivar arbitrariamente muchas conclusiones; la pura lógica en sí misma no nos dice qué deberíamos derivar. Simplemente como el formato de las premisas podría sugerir que derivemos una conclusión en lugar de otra, así la formulación retórica de un experimento mental podría conducirnos a un resultado en lugar de otro. En contra de Gendler, no veo ningún poder epistémico especial en este hecho. ¿Es su propuesta de que el formato de un experimento mental nos conduce de algún modo al verdadero subconjunto consistente de creencias en el sentido de que trasciende el alcance de los argumentos?⁷ ¿Cómo se adquiere este poder?

La explicación alternativa ofrecida por Gendler (1998, pp. 414-15) es que se llega a la reconfiguración por “un tipo de *participación constructiva* de parte del lector”; “la persona que conduce el experimento se pregunta a sí misma “¿qué sostendría/juzgaría/esperaría si me encontrase en las circunstancias XYZ?” y entonces *descubre* la aparente respuesta” (él énfasis es de la

⁷ Esto parece ser importante en la reflexión de Gendler (1998, sección 2.4) en la que el experimentador mental galileano ignora muchas escapatorias lógicamente admisibles que provienen de la contradicción producida por la reducción al absurdo.

autora). Mi preocupación es la fiabilidad de este procedimiento. En la medida en que involucra algo más que la mera argumentación, ¿por qué deberían ser creíbles los resultados de tal introspección? Gendler menciona la idea de Mach de cúmulos de conocimiento experiencial tácito. Aun si tenemos acceso a estos cúmulos, necesitan ser transformados en un resultado final. Si la transformación no es a través de la argumentación, entonces ¿cómo es que puede preservar la verdad? ¿Cómo puede la participación constructiva permitirnos decidir sobre las parejas de experimento mental – anti experimento mental? En pocas palabras, si la reconfiguración no es efectuada por la argumentación, mi respuesta es la (3d) *Falta de fiabilidad*.

2.5.3 Visualización y simulación

Los experimentos mentales parecen tener acceso a una habilidad peculiar de la mente para simular el mundo real. En cuanto hacemos uso del experimento mental, observamos un experimento desplegarse no con nuestros sentidos reales sino con nuestro ojo de la mente en el laboratorio del pensamiento puro.⁸ ¿Deberíamos considerar que esta habilidad garantiza el valor epistémico de los experimentos mentales, esto es, nuestro inaprensible factor X? No lo creo. Este valor no puede ser sostenido *solamente* por la habilidad de la mente de visualizar o, en términos generales, de la simulación. Si eso fuera todo lo que cuenta, se podría fácilmente confeccionar un experimento mental espurio en el cual la conservación de la energía es violada. En mi laboratorio del pensamiento conecto el árbol de levas de un (minuciosamente imaginado) motor eléctrico girando rápidamente a un (minuciosamente imaginado) generador, y posteriormente dirijo la corriente eléctrica generada a través de una instalación que la lleva nuevamente al motor; y noto que en mi simulación mental hay un excedente de energía eléctrica, como lo revela la lectura positiva de un vatímetro (de brillante latón). Ejemplos como el anterior muestran que cualquier poder epistémico atribuido a la habilidad mental de visualizar o simular debe ser,

⁸ Gooding (1992, p. 285) afirma: “La percepción visual es crucial porque la habilidad para visualizar es necesaria para la mayoría sino es que todos los experimentos mentales”.

en el mejor de los casos, algo complementario.⁹ Una descripción que trata de explicar este poder epistémico complementario debe enfrentar el problema de que la mente puede visualizar o simular de muchas maneras engañosas; debe explicar cómo tales visualizaciones pueden ser epistémicamente potentes en un caso y no serlo en otros (tal como en el caso de las parejas de experimento mental – anti experimento mental) y cómo podríamos decidir entre estos.

Mi postura es que un mero escaparate retórico, por razones psicológicas, podría facilitar la aceptación del resultado. En muchos casos, es fácil ver esta superficialidad, debido a que los elementos visualizados pueden ser suministrados de muchas maneras que no afectan el resultado. Cuando el personaje Salviati de Galileo imaginó una piedra grande y una pequeña lanzadas desde una alta torre, pudo también haber imaginado una bala de cañón y una bala de mosquete, o un tabique y un guijarro. Todo lo que importa es que una es más pesada que la otra y que ninguna experimenta mucha resistencia del aire. El poder epistémico del experimento mental proviene de lo que es común a muchas de las formulaciones, esto es, el argumento. Los detalles variables, poderosamente visualizados, son epistémicamente neutrales; al cambiarlos no se cambia el resultado. En suma, mi respuesta hacia mucho del discurso sobre visualización y simulación es que debe ser rechazado como epistémicamente irrelevante –esto es, la respuesta (3c) *Irrelevancia epistémica*.

2.5.4 Modelos mentales

Existe una excepción a la última respuesta. En un acercamiento más prometedor, Nersessian (1993) y Palmieri (2003) apelan a la literatura sobre modelaje mental en ciencias cognitivas para explicar las simulaciones en los experimentos mentales. Esta literatura da cuenta de la cognición relevante para la formación de modelos mentales que guían nuestra cognición. Un

⁹ Arthur (1999, p. 228) propone un poder epistémico complementario en la visualización cuando concluye "... no pienso que los experimentos mentales son simplemente reducibles a argumentos sin una pérdida epistémica... Los experimentos mentales van más allá de los argumentos al proveer una reconstrucción imaginativa de un fenómeno particular que fácilmente podemos visualizar –o... asir–".

ejemplo extremadamente simple –una versión más simplificada que la de Johnson-Laird (1989, p. 472)– es esbozada de las siguientes afirmaciones:

El tenedor está a la izquierda del plato.

El cuchillo está a la derecha del plato.

Estas afirmaciones permiten la formación del modelo mental:

Tenedor Plato Cuchillo

Este modelo mental, a su vez, permite otras afirmaciones, tales como:

El plato está a la derecha del tenedor.

El tenedor está a la izquierda del cuchillo.

Si estos modelos mentales pueden de algún modo estar fundados apropiadamente en la experiencia, entonces ¿por qué no deberían producir conocimiento del mundo si son usados en experimentos mentales? Para mí, la pregunta importante es cómo pueden hacer lo anterior de manera *fiable*. En seguida explico cómo. Estos modelos están contruidos a partir de plantillas dentro de las cuales introducimos objetos particulares. En el ejemplo de arriba, la plantilla es:

Objeto 1 Objeto 2 Objeto 3

Sustituyendo tenedor/plato/cuchillo por objeto 1/objeto 2/objeto 3. Si la plantilla refleja de manera correcta la naturaleza del espacio, entonces el modelo resultante puede ser usado de manera fiable. Pero en este momento vemos inmediatamente que esta fiabilidad es adquirida exactamente por incorporar el tipo de lógica generalizada discutida más arriba en el contexto de la sección 2.4 (“La tesis de la fiabilidad”). Las plantillas son solo esquemas de una lógica generalizada. Así, mi respuesta es la (3b) *Incorporación*. El uso de la literatura de modelos mentales implementa exactamente el tipo de lógica generaliza que tenía en mente. El conocimiento del mundo ingresa al experimento mental en plantillas fácticas que se cimientan en escenarios físicos imaginados.¹⁰

¹⁰ Que las plantillas en lógica también puedes ser contingentes es de hecho algo muy familiar. Es un hecho contingente que “si algo es humano, entonces es mortal”. El hecho también permite inferencias, de “Sócrates es humano” se nos permite inferir que “Sócrates es mortal”.

En principio, los modelos mentales podrían funcionar de este modo en los experimentos mentales. Sin embargo, la cuestión no se puede dar por concluida. Que el modelaje mental puede ser una buena explicación de nuestra cognición ordinaria no implica que sea una buena explicación de los experimentos mentales, como una actividad altamente artificiosa dentro de la ciencia con un nombre engañosamente simple. Lo que atenúa mi optimismo es que no conozco un ejemplo de un experimento mental en ciencia que depende esencialmente de tal modelaje mental; o al menos todos los buenos candidatos que he revisado son indistinguibles de la argumentación relacionada con imágenes y esquemas, tanto como las pruebas en la geometría euclidiana son simplemente argumentos acerca de figuras particulares. Además, hay muchos casos en los cuales lo más relevante del experimento mental es una derivación matemática explícita en una teoría física, lo cual *de manera inequívoca* es un argumento. (Un ejemplo es el experimento mental en la versión de Bohr del reloj-en-la-caja de Einstein: su contenido esencial es la computación de una corrección relativista a la medición del tiempo de un proceso – véase Bishop (1999)).

¿Qué hay de los restantes casos en los que la decisión es poco clara? El modelaje mental y la argumentación tradicional pueden ser muy cercanas y, por ese motivo, podría ser difícil distinguirlos. Los teóricos de la cognición permiten que los supuestos modelos mentales de los experimentos mentales puedan ser reconstruidos como argumentos. Hacer la conversión contraria podría también ser posible: las argumentaciones explícitas de los experimentos mentales pueden ser simuladas por modelos mentales. ¿Con cuál nos quedamos? Cuando son similares, me inclino por la argumentación, debido a que la experimentación mental es por mucho una actividad más refinada que la simple cognición acerca de la ubicación de los cuchillos y los tenedores sobre la mesa. Debe ser algo comunicable en pocas palabras y sin ambigüedades, y su resultado debe ser verificable objetivamente – condiciones que sugieren la necesidad de algo más seguro, tal como la argumentación. O quizá los procesos evolutivos descritos arriba en la sección 2.4 (“La tesis de la fiabilidad”) ya han seleccionado de la lógica generalizada de los modelos mentales aquellas lógicas que explícitamente podrían servir a la ciencia.

Dejo la cuestión para aquellos con conocimientos en ciencias cognitivas, debido a que considero que la caracterización de la experimentación mental como argumento está intacta, si la actividad es considerada confiable. Sin embargo, el alcance del programa es limitado por la presencia de argumentación explícita (como derivaciones dentro de las teorías) como el corazón de muchos experimentos mentales.

2.5.5 Experimentalismo

Los experimentos mentales son denominados de esa manera debido a que imitan a los experimentos reales, como los últimos medios epistémicos al mundo, al menos desde la postura empirista. ¿Podrían los experimentos mentales conseguir algún poder epistémico de su imitación de los experimentos como último ideal empirista? El experimentalismo responde de manera afirmativa. La imitación es el factor X. Mi respuesta principal es la (3c) *Irrelevancia epistémica*. La razón es simple y obvia. Imitar un experimento no es simplemente lo mismo que hacer un experimento; no se aprende del mundo por el mero hecho de fingir tener contacto con él. En este punto, dejo de lado si la respuesta (3b) *Incorporación* también es una respuesta adecuada, debido a que no deseo indagar qué significa para un experimento mental ser como-un-experimento en el sentido de que (supuestamente) obtiene su poder epistémico. Ciertamente, si todo lo que se necesita para ser como-un-experimento es que el experimento mental describa un experimento imaginario y que incluso trace su ejecución, entonces lo anterior puede ser hecho por un argumento.

Hay dos explicaciones generales de cómo los experimentos mentales obtienen poder epistémico de su carácter de ser como-un-experimento. Sorensen (1992, p. 205) define un experimento mental como "...un experimento... que pretende lograr su meta sin el beneficio de la ejecución". Tienen el poder "de justificar creencias de la misma manera en que lo hacen los experimentos no ejecutados" (p. 213). Este último poder se deriva del hecho de que los experimentos ordinarios convencen (¿justifican?) de dos maneras: la primera, al "proporcionar información fresca acerca del mundo"; y, la segunda, por "...la investigación de sillón: por la rememoración, delegación, reacomodo y limpieza" (p. 251). Los experimentos mentales se valen solo de la segunda manera. En tanto que esta es simplemente

un sinónimo de la argumentación, quizá proveniente del conocimiento tácito, la posición de Sorensen estaría obviamente de acuerdo, en el fondo, con mi postura. Pero aparentemente Sorensen no acepta que los experimentos mentales son argumentos.¹¹ Recordemos la discusión de la sección 2.4 (“La tesis de la fiabilidad”), ello lleva a la respuesta (3d) *Falta de fiabilidad*, a menos que Sorensen pueda ofrecer alguna vía, fiable y conservadora de la verdad, que transforme o reacomode lo que aquí se ha dicho.

La segunda explicación considera que el poder epistémico de un experimento mental proviene de su comprensión como algún caso límite idealizado de experimentos concretos o posibles (para tal explicación y ejemplos de ello, véase Laymon, 1991). El problema inmediato con esta explicación es que no puede proveer una epistemología completa, debido a que muchos experimentos mentales no son casos límite idealizados.¹² En tanto que no todos los experimentos mentales manifiestan este factor X, la respuesta es la (3a) *Negación*. En aquellos casos en los cuales el factor X está presente, la respuesta es la (3c) *Irrelevancia epistémica*. A menos que simplemente estemos infiriendo los resultados de propiedades asumidas de un caso

¹¹ Siendo más exactos, Sorensen se niega a replicar con “una negación directa” (p. 214) y procede, en su lugar, con una transparente evasión al problema. Sorensen ofrece una “tesis de igualdad”: “los experimentos mentales son argumentos si y solo si los experimentos son argumentos” e insiste que, si creemos que los experimentos mentales son argumentos, tenemos la carga de la prueba para mostrar que los experimentos reales son argumentos. Lo que hace que la evasión sea curiosa es que no parece haber buenas razones para aceptar la tesis de la igualdad. Ni siquiera es claro lo que afirma. ¿Significa la expresión “los experimentos (reales) son argumentos” que ellos son *exclusivamente* argumentos, lo cual es obviamente falso? ¿Significa más bien que los experimentos reales contienen *algo* de argumentación, una afirmación que podría ser fácilmente apoyada si aceptamos que la noción de experimento incluye incluso alguna interpretación mínima de los datos puros leídos por el experimentador?

¹² Por ejemplo, un experimento mental fácilmente establece que la reversibilidad del tiempo de la ley física no está directamente expresada en los fenómenos. Los fenómenos manifiestan una determinante unidireccionalidad en el tiempo. Para entender esto necesitamos simplemente imaginar que localizamos un proceso familiar en un dispositivo capaz de revertir el orden del tiempo. Si el dispositivo es lo suficientemente grande para alojar a un banquete, encontraríamos a los comensales elegantemente vestidos regurgitando el contenido de sus estómagos, masticando de regreso los prístinos bocados, llevándolos modestamente a sus platos con sus tenedores – un proceso compatible con las leyes físicas pero que sin embargo nunca es visto. El experimento mental no emplea un acercamiento continuo a algún límite ideal, tal como la eliminación gradual de la fricción. De hecho, el experimento mental es más efectivo entre más evitamos la idealización; esto es, entre más realista hagamos los procesos sujetos a la regresión del tiempo.

límite ideal, ¿por qué debería nuestra imaginación del caso límite tener algún poder epistémico? No seguiré esta línea debido a que Laymon (1991) parece estar de acuerdo conmigo, en tanto que analiza los experimentos mentales como argumentación tácita.

2.5.6 Otras posturas

El anterior estudio panorámico omite diversas posturas.¹³ La más prominente de estas es la de Mach (1906). Mach explica los experimentos mentales como la manipulación de la experiencia pura instintivamente obtenida por medio de esquemas simples, tales como las variaciones de condiciones que determinan un resultado. Por ejemplo, Mach considera (p. 138) la distancia sobre la Tierra de una piedra que cae; si la distancia es incrementada en el pensamiento hasta la altura de la Luna, esperaríamos todavía que la piedra caiga a un grado disminuido, sugiriendo que la Luna, que está compuesta de muchas piedras, también caiga en dirección a la Tierra. La dificultad con la postura de Mach es que es fácilmente asimilada a casi cualquier postura. En mi caso, veo a la experiencia pura como la proveedora de premisas para los argumentos que implementan las manipulaciones. Nersessian (1993, p. 292) ve muchas similitudes entre la postura de Mach y la suya. Gendler (1998, p. 415) acude a Mach en alguna etapa de su explicación. Sorensen (1991) encuentra una epistemología evolutiva en Mach. De ese modo, no estoy seguro cómo caracterizarla.

Bishop (1999) ha propuesto la demostración más ingeniosa de por qué los experimentos mentales no pueden ser argumentos. Reflexionando sobre el famoso experimento mental del reloj-en-la-caja de Einstein, que fue llevado a cabo en un espacio-tiempo clásico, Bohr lo replicó en un espacio-tiempo relativista llegando a un resultado diferente. Bishop insiste en que hay un único experimento mental, pero que puede ser reconstruido como dos argumentos; así los experimentos mentales no pueden ser argumentos.

¹³ Véase también Kühne (2001), que incluye un recuento de las posturas de Ørsted sobre la experimentación mental. Dejo de lado también la afirmación de McAllister (1996), según la cual la experimentación mental es evidentemente inerte a menos que se acepte la doctrina galileana de los fenómenos, debido a que su postura no proporciona una epistemología alternativa, pero explora los fundamentos de todas las epistemologías de los experimentos mentales. Para críticas a esta postura, véase Norton (2004).

Desde mi postura, la dificultad es que Einstein y Bohr *realmente* tienen dos experimentos mentales diferentes, aunque similares; a los que les corresponde dos argumentos diferentes, aunque similares. Podemos convertir los dos experimentos mentales en uno solo haciendo a un lado los aspectos relacionados con el espacio-tiempo. Los diferentes escenarios espacio-tiempo son entonces los responsables de los diferentes resultados. Si lo anterior es aceptado, entonces la misma estrategia funciona para los argumentos. Ignorando las premisas pertenecientes al escenario espacio-tiempo, los dos argumentos se forman a partir de las mismas premisas experimentales. Los argumentos conducen así a resultados diferentes solo debido a las diferencias en las premisas pertenecientes al escenario espacio-tiempo.

Finalmente, deseo corregir una confusión persistente en relación con mi propuesta. Algunos (por ejemplo, Gooding, 1993, p. 283; Hacking, 1993, p. 303) señalan que exijo que el argumento dentro de un experimento mental debe ser *deductivo*; otros sugieren que el argumento debe ser *simbólico* (o que así lo he apuntado en un manuscrito de algún trabajo); y otros (Boorsboom et al., 2002) señalan que los argumentos deben ser derivados dentro de alguna teoría acabada. Una breve revisión de lo que he escrito mostrará que ninguna de estas restricciones son parte de mi postura, la cual permite tanto la argumentación inductiva e informal, como premisas que no están dentro de una teoría fija.¹⁴

2.6 Conclusión

He defendido mi postura de que los experimentos mentales en ciencia son meramente argumentos pintorescos. Su alcance epistémico siempre puede ser replicado por un argumento y la mejor manera de explicar esto es simplemente siendo argumentos. He insistido también que los experimentos mentales pueden ser usados de manera fiable si son gobernados por algún tipo de lógica, aun cuando sea de un tipo muy general; asimismo, he propuesto que la evolución de la literatura sobre lógica deductiva e inductiva extraerá y codificará la lógica implícita de los experimentos mentales. Así, los experimentos mentales son argumentos, pero no porque los

¹⁴ Häggqvist (1996, pp. 89-91) me critica precisamente porque me considera demasiado indulgente al admitir inferencias inductivas en el tratamiento de experimentos mentales como argumentos.

experimentadores mentales hayan buscado limitarse a los modos existentes en la literatura sobre argumentación; sino porque la literatura sobre argumentación se ha adaptado a los experimentos mentales.

La postura de los experimentos mentales como argumentos provee un entorno natural para una explicación empirista de los experimentos mentales. En tanto que un experimento mental provee información novedosa acerca del mundo, esa información fue introducida en los argumentos como premisas empíricamente fundadas. Mi postura podría no ser la única que apoye una epistemología empirista. He expuesto otras explicaciones más arriba y, al menos, el constructivismo, el modelaje mental y el experimentalismo podrían apoyar a una epistemología empirista. Sin embargo, también he sostenido que tales explicaciones son meramente variantes de la postura que defiendo, en tanto que son viables y, ese hecho, en sí, podría explicar su hospitalidad con el empirismo.¹⁵

Reconocimientos

Agradezco a Greg Foster y Wendy Parker por sus valiosos comentarios y a Jim Brown por más de 15 años de debates estimulantes.

[Traducción de Jonatan García Campos]

¹⁵ ¿Cuál es mi respuesta a las parejas de experimento mental – anti experimento mental? En el caso del disco en movimiento, el anti experimento mental fracasa. Un anillo rígido no puede ser puesto en movimiento preservando su rigidez; se rompería en pedazos debido a la contracción de Lorentz. En el caso del rotor infinito, el presupuesto que es falso es que en el caso límite de muchas duplicaciones infinitas (del rotor en movimiento) se produce un sistema físico admisible. Se requiere de una corriente de aire para el impulso, pero éste está ausente en el caso límite. Algunas veces los casos límites pueden producir sinsentidos.

Bibliografía

- Arthur, R., 1999, *On thought experiments as a priori science*, International Studies in the Philosophy of Science, vol. 13, pp. 215-229.
- Bishop, M., 1999, *Why thought experiments are not arguments*. Philosophy of Science, 66, pp. 534-541.
- Boorsboom, G., Mellenbergh, G., and van Heerden, J., 2002, *Functional thought experiments*, Synthese, 130, pp. 379-387.
- Brown, J., 1991, *The Laboratory of the Mind: Thought Experiments in the Natural Sciences*, Routledge, London.
- 1993a, *Seeing the laws of nature* [respuesta del autor a Norton, 1993]. Metascience, 3 (new series), pp. 38-40.
- 1993b, *Why empiricism won't work*, en Hull et al., *op. cit.*, pp. 271-279.
- 2004, *Peeking into Plato's heaven*, *Philosophy of Science*, 71, pp. 1126-1138.
- Gendler, T. S., 1998, *Galileo and the indispensability of scientific thought experiments*, The British Journal for the Philosophy of Science, vol. 49, pp. 397-424.
- Gooding, D., 1993, *What is experimental about thought experiments?* En Hull et al., *op. cit.*, pp. 280-290.
- Hacking, I., 1993, *Do thought experiments have a life of their own? Comments on James Brown, Nancy Neresessian and David Gooding*, en Hull et al., *op. cit.*, pp. 302-8.
- Häggqvist, S., 1996, *Thought Experiments in Philosophy*, Almqvist & Wiksell International, Stockholm.
- Horowitz, T. y Massey, G. J. (eds.), 1991, *Thought Experiments in Science and Philosophy*. Rowman and Littlefield, Savage, MD.
- Hull, D. Forbes, M. y Okruhlik, K. (eds.), 1993, *PSA 1992: Proceedings of the 1992 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, vol. 2, Philosophy of Science, East Lansing, MI.

- Johnson-Laird, P. N., 1989, "Mental models", en M. Posner (ed.), *Foundations of Cognitive Science*, The MIT Press, Cambridge, MA, pp. 469-500.
- Klein, M., Kox, A. J., Renn, J. and Schulmann, R., 1993, "Einstein on length contraction in the theory of relativity", en *The Collected Papers of Albert Einstein*, vol. 3: *The Swiss Years, 1909-1911*, Princeton University Press, Princeton, NJ, pp. 478-480.
- Kuhn, T. S., 1964, "A function for thought experiments", en *L'Aventure de la Science, Mélanges Alexandre Koyré*, vol. 2, Hermann, Paris, pp. 307-34. Reimpreso en *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*, 1977, University of Chicago Press, Chicago, pp. 240-265.
- Kühne, U., 2001, *Die Methode der Gedankenexperimente: Untersuchung zur Rationalität naturwissenschaftler Theorienform*. Manuscript.
- Laymon, R., 1991, *Thought experiments by Stevin, Mach and Gouy: thought experiments as ideal limits and as semantic domains*. In Horowitz y Massey, *op. cit.*, pp. 167-91.
- Mach, E., 1893, *The Science of Mechanics: A Critical and Historical Account of its Development*, 6th edn., trans. T. J. McCormack., 1960, Open Court, La Salle, IL.
- 1906, "Über Gedankenexperimente", en *Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung*, 2nd edn, Verlag von Johann Ambrosius, Leipzig, pp. 183-200. Traducida de la 5ta edición como: "On thought experiments", en *Knowledge and Error: Sketches on the Psychology of Enquiry*, trans. T. J. McCormack. Dordrecht: D. Reidel, 1976, pp. 134-147.
- McAllister, J., 1996, *The evidential significance of thought experiment in science*. *Studies in History and Philosophy of Science*, 27, pp. 233-250.
- Nersessian, N., 1993, "In the theoretician's laboratory: thought experimenting as mental modeling", en Hull *et al.*, *op. cit.*, pp. 291-301.
- Norton, J. D., 1991, "Thought experiments in Einstein's work", en Horowitz and Massey, *op. cit.*, pp. 129-148.

1993, *Seeing the laws of nature* [revisión de Brown, 1991], *Metascience*, vol. 3 (new series), pp. 33-38.

1996, *Are thought experiments just what you thought?* *Canadian Journal of Philosophy*, vol. 26, pp. 333-366.

2004, *On thought experiments: Is there more to the argument?* *Philosophy of Science*, vol. 71, pp. 1139-1151.

Palmieri, A., 2003, *Mental models in Galileo's early mathematization of nature*, *Studies in History and Philosophy of Science, Part A*, vol. 34(2), pp. 229-264.

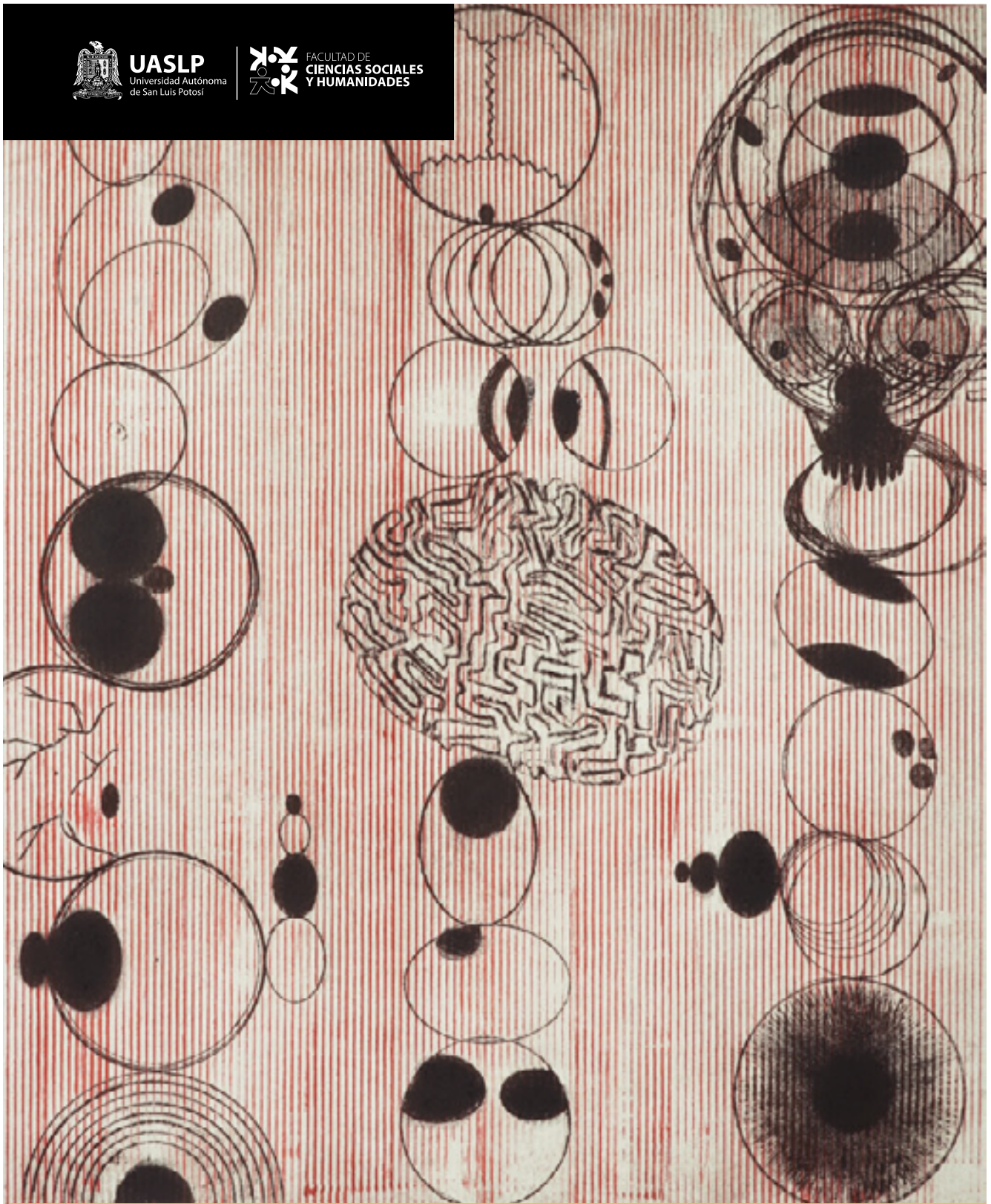
Pais, A., 1982, *Subtle is the Lord... The Science and Life of Albert Einstein*, The Clarendon Press, Oxford.

Sorabji, R., 1988, *Matter, Space and Motion: Theories in Antiquity and their Sequel*. Duckworth, London.

Sorensen, R., 1991, *Thought experiments and the epistemology of laws*, *Canadian Journal of Philosophy*, vol. 22, pp. 15-44.

1992, *Thought Experiments*, Oxford University Press, Oxford.

Stachel, J., 1980, Einstein and the rigidly rotating disk, en A. Held (ed.), *General Relativity and Gravitation. One Hundred Years after the Birth of Albert Einstein*, vol. 1, Plenum Press New York, pp. 1-15. Reimpreso en D. Howard y J. Stachel (eds.) 1989: *Einstein and the History of General Relativity: Einstein Studies Vol. 1*. Boston: Birkhäuser, pp. 48-62.



TRABAJANDO EN EL LABORATORIO DE LA MENTE: NATURALEZA Y ALCANCE DE LOS EXPERIMENTOS MENTALES

Jorge Ornelas, Armando Cíntora y Paola Hernández
Editores

**TRABAJANDO EN EL LABORATORIO DE LA MENTE:
NATURALEZA Y ALCANCE DE LOS EXPERIMENTOS MENTALES**

Jorge Ornelas, Armando Cíntora y Paola Hernández

Editores



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí



FACULTAD DE
**CIENCIAS SOCIALES
Y HUMANIDADES**
Grupo de trabajo Ramón Alcorta

Primera edición: 2018

Trabajando en el laboratorio de la mente: naturaleza y alcance de los experimentos mentales

Rector:

M. en Arq. Manuel Fermín Villar Rubio
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Director:

Dr. Miguel Aguilar Robledo
Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades

Editores:

Jorge Ornelas, Armando Cíntora, y Paola Hernández

Revisión editorial:

Jorge Ornelas

Diseño y maquetación

Lucía Ramírez Martínez

Imagen de portada:

“Tzompantli”, Obra de Roberto Turnbull

Queda prohibida la reproducción parcial o total, directa o indirectamente del contenido de la presente obra, sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito de los editores, en términos de lo así previsto por la Ley Federal del Derecho de Autor y, en su caso, por los tratados internacionales aplicables.

Hecho en México.

ISBN: 978-607-535-061-5