

pire de l'abstraction en peinture (1860-
da parte, pp. 289ff.

ouses in their mind" en el original (N.

urpose of rendering nature with an ab-
pposite extreme of art". F. Kupka, La
989, p. 93.

Contacto celestial: el instante en la ciencia

JIMENA CANALES*

Introducción

Rudolph Carnap, positivista lógico, y una de las figuras más influyentes en la filosofía del siglo XX, definió la práctica de la Física como: "un modo de formación de conceptos que rastrea cada concepto a sus coordenadas de estado, esto es, a la asignación sistemática de números a puntos espacio-temporales¹." Para él, asignar números a puntos espacio-temporales era una actividad sencilla y poco problemática. La confianza de Carnap en esta área obviaba las profundas dificultades de hacer mediciones, dificultades que resaltaron sus contemporáneos y críticos.

En contra de Carnap, algunos filósofos utilizaron el ejemplo de la "ecuación personal" —un término que se refiere a las diferencias personales en las mediciones. El término surgió a mediados del siglo XIX, cuando los astrónomos notaron que diferentes observadores asignaban tiempos ligeramente diferentes al momento en el que una estrella pasaba por las retículas de los telescopios. Estas pequeñas diferencias introducían errores de miles de kilómetros en constantes astronómicas como la distancia entre el Sol y la Tierra. En la Física, las medidas de fenómenos muy rápidos, como la velocidad de la luz, se veían afectadas por errores de miles de kilómetros por segundo. Las pequeñas diferencias individuales afectaban a la ciencia más allá de las determinaciones del tiempo y la simultaneidad; aparecían en las percepciones elementales de longitudes, ángulos, sonidos y brillo. En contraste con los bien conocidos errores al azar, estas diferencias se mantenían incluso cuando las observaciones eran repetidas y promediadas. Los psicólogos experimentales, considerando estas diferencias como puntos de inicio exactos y cuantitativos para el estudio de la *psique* humana, acuñaron un nuevo nombre para la ecuación personal; la llamaron "tiempo de reacción" y la asociaron con la velocidad de pensamiento.

Algunos filósofos de la ciencia repensaron el concepto de experimentación y representación refiriéndose explícitamente a la ecuación personal; Pierre Duhem, científico y filósofo, usó como ejemplo la ecuación personal para mostrar que incluso la observación más simple está cargada de teoría; el físico Ernst Mach la tomó como un síntoma del mal del *fin-de-siècle* que afectaba a la ciencia; y Franz Brentano, el precursor

* Harvard University.

de la fenomenología, dio una interpretación alternativa de la ecuación personal con la intención de validar sus métodos psicológicos introspectivos. En el siglo xx Albert Einstein y el influyente filósofo Henri Bergson la abordaron durante su conocido debate sobre la relatividad. Karl Popper y Michael Polanyi la incorporaron en sus filosofías.

Para mí, la ecuación personal sirve como un hilo conductor para explorar el tema de la representación. La ecuación personal introdujo un componente individual y temporal a las representaciones científicas. Estas funcionan como actividades productoras de conocimiento basadas en la duración; no es posible seguir las considerando como simples técnicas para producir imágenes —innegablemente útiles, pero auxiliares. Estos cambios en el significado de la representación están conectados a una serie de cambios en el significado de los experimentos. Mientras la experimentación ha sido largamente considerada como una manera de eliminar las ilusiones sensoriales, el tiempo de reacción afectaba también a los experimentos. Las teorías filosóficas que consideraban a los experimentos como medios para superar las ilusiones sensoriales perdieron su poder explicativo conforme el problema de la ecuación personal ganó terreno.

Este artículo aborda el tema de los componentes temporales de las representaciones: cómo son afectadas por el tiempo del evento que se representa, el tiempo del representador, y el tiempo que lleva producir la representación. A mediados de 1860 astrónomos y fisiólogos habían determinado que los impulsos nerviosos sensoriales viajaban a la sorprendentemente baja velocidad de 65 metros por segundo. La velocidad de la transmisión sensorial, combinada con el tiempo que la mente necesita para transmitir, discernir y reaccionar a un estímulo, producía errores alarmantes. Experimentos sobre la velocidad de la luz, la electricidad y el sonido estaban cada vez más sujetos a cuestionamiento precisamente por la existencia de una tardanza entre la sensación, la percepción y la reacción. Incluso representaciones simples como la medida de la temperatura con un termómetro o de una corriente eléctrica con un galvanómetro, eran afectadas por la cuestión de dónde finalizaba el instrumento, dónde empezaban los elementos individuales y dónde y cómo ocurría la observación científica.

A partir de la segunda mitad del siglo xix, científicos y filósofos se preocuparon cada vez más por los efectos temporales del pensamiento y de la transmisión sensorial. Las representaciones ahora tenían un componente que no se había contemplado. Para elucidar este cambio colocaré brevemente el problema de la representación en un contexto más amplio recurriendo a la teoría cartesiana de los nervios. Después, rastrearé brevemente la introducción de un elemento temporal en el modelo cognitivo empleado por John Locke en 1689. Utilizaré estos dos ejemplos muy esquemáticos y cortos para abordar mejor la especificidad histórica del problema del siglo xix.

1600

Descartes consideraba que la transmisión de imágenes en el cuerpo ocurría de forma *instantánea*; cuando describía la reacción de una persona a un estímulo, la reacción

va de la ecuación personal con
spectivos. En el siglo xx Albert
ron durante su conocido debate
incorporaron en sus filosofías.

ilo conductor para explorar el
lujo un componente individual
n como actividades productoras
e seguirlas considerando como
ente útiles, pero auxiliares. Estos
nectados a una serie de cambios
imentación ha sido largamente
s sensoriales, el tiempo de reac-
osóficas que consideraban a los
sensoriales perdieron su poder
nal ganó terreno.

s temporales de las representa-
que se representa, el tiempo del
entación. A mediados de 1860
impulsos nerviosos sensoriales
etros por segundo. La velocidad
ue la mente necesita para trans-
ores alarmantes. Experimentos
estaban cada vez más sujetos a
tardanza entre la sensación, la
bles como la medida de la tem-
ica con un galvanómetro, eran
umento, dónde empezaban los
ervación científica.

icos y filósofos se preocuparon
o y de la transmisión sensorial.
no se había contemplado. Para
de la representación en un con-
los nervios. Después, rastrearé
el modelo cognitivo empleado
muy esquemáticos y cortos para
el siglo XIX.

en el cuerpo ocurría de forma
ona a un estímulo, la reacción

y el estímulo ocurrían *al mismo tiempo*: "... Tal como sucede cuando se tira del extremo de una cuerda y se provoca que una campana colgada al otro extremo suene al mismo tiempo²." A diferencia de otros científicos, Descartes consideraba que el sistema nervioso ocupaba un papel esencial, pero para él la conducción nerviosa era instantánea. Él no estudió en términos temporales. Su analogía *instantánea* de "cera y sello" ha llevado a historiadores y filósofos a enfocarse en cómo, desde la antigüedad, el intelecto fue modelado como una cámara o un espejo. Pero desde el inicio de los tiempos modernos en adelante, diferentes modelos de cognición comenzaron a desgarrar estas metáforas estáticas y visuales, y fueron entonces modelados con base en patrones temporales.

Filósofos e historiadores frecuentemente han interpretado a Locke de la misma manera en que lo han hecho con Descartes, enfocándose en su modelo estático de la cámara oscura. Trataré de revertir esta tendencia y me enfocaré, en su lugar, en modelos cognitivos *temporales*. Si es que puede decirse que Locke modeló la cognición basada en la visión, éste era un tipo de observación que trabajaba a través del tiempo —más cinematográfica que fotográfica. Locke, efectivamente, evocó la analogía de la cámara oscura para explicar la "comprensión," pero sus características principales no eran de generación de imágenes; lo que resultaba esencial para él era la *permanencia y el orden* de imágenes *secuenciales*. Locke prefería comparar a la mente con una linterna mágica. "Nuestras ideas", explicaba, "se suceden las unas a las otras en nuestras mentes a cierta distancia, como sucede en las imágenes dentro de una linterna, que gira por el calor de una vela³."

Durante el siglo XIX el "ritmo" preciso del cerebro *como* si fuera una linterna mágica sería medido en repetidas ocasiones y se volvería un objeto de intenso debate, tanto en astronomía y física como en fisiología y psicología. Los cuerpos no son iguales y esto podía tener repercusiones dramáticas en la ciencia. Al tiempo que científicos y filósofos investigaban las cualidades instrumentales, de tipo mecánico del cuerpo humano, comenzaban a preguntarse cómo las diferencias individuales de los cuerpos y de sus partes afectaban al conocimiento. Si los instrumentos eran comparados con los sentidos y los sentidos con instrumentos, ¿cómo se podría estar seguro del momento preciso en que ellos terminaban y comenzaba la percepción?

1800

Según la versión más común de la historia de la ecuación personal, la primera vez que estas diferencias fueron medidas de forma exacta fue en 1795, cuando el astrónomo de la corte real en Gran Bretaña despidió a un asistente cuyas observaciones diferían sistemáticamente de las suyas⁴. El incidente de 1795, como la Revolución Francesa de 1789, fungió como símbolo para una nueva causa. Como el año 1789, 1795 también fue profundamente politizado. Fue (dice la historia) un momento en el que el autori-

tario astrónomo de la corte real injustamente reprimió la manera de ver de su asistente. Las diferencias individuales sólo podían salir a la luz en un observatorio organizado de forma diferente, donde los observadores subordinados no pudieran ser tan fácilmente despedidos. El estudio de la "ecuación personal" fue tomado entonces por el astrónomo Prusiano Friederich Bessel. En 1833 se publicó un artículo con ese título.

Durante este periodo también se descubrió una "ecuación personal" en las medidas físicas y no sólo en las astronómicas. En 1835 el astrónomo británico Francis Baily (1744-1844) notó un problema que surgió cuando trató de distinguir los puntos con los cuales se marcaban las medidas de las reglas. *Dado que estos puntos parecen estrellas*, explicaba, todas las medidas eran afectadas por el problema astronómico de la ecuación personal. El trabajo de Baily era alarmante, pues mostraba que el problema notado por los astrónomos estaba también presente en las observaciones pasivas y deliberadas. Baily se jactaba de ser el primero en "notar públicamente" una "circunstancia" que "nunca había sido exhibida de forma tan evidente como en la presente ocasión⁵."

1834.	Nº of Obs.	Scales.	Person. Equat.	Mean.	Observers.
April 5	10	Ast. Soc.	div. 0·19	div. 0·19	Murphy and Baily.
April 2	10	Shuckburgh	6·64	6·64	Murphy and Donkin.
April 3	10	Russian	7·19	} 7·04	Murphy and Donkin jun.
April 4	10	Ast. Soc.	6·89		
March 22	5	Ast. Soc.	4·80	} 4·72	Murphy and Henderson.
March 24	20	Danish	5·70		
April 3	10	Shuckburgh	5·76		
April 4	10	Russian	1·47		
April 5	10	Ast. Soc.	4·96		
March 24	8	} Danish	3·27	} 4·08	Murphy and Johnson.
March 25	10		4·89		
March 24	10	Danish	4·40	4·40	Baily and Donkin.
April 4	10	Ast. Soc.	3·08	3·08	Baily and Henderson.
April 3	10	Russian	4·30	} 3·07	Henderson and Donkin jun
April 5	10	Ast. Soc.	1·84		
April 3	10	Shuckburgh	1·36	1·36	Johnson and Henderson.

Figura 1. Tabla de Francis Baily tomada del: "Report on the new Standard Scale of this Society. Drawn up at the request of the Council, by F. Baily, Esq. F. R. S. and C., and one of the Vice-Presidents of the Society. Presented December 11, 1835." *Memoirs of the Royal Astronomical Society* 9 (1836): 35-184, en la página 94. La cuarta columna muestra la ecuación personal del observador cuando mide diferentes escalas de longitud

la manera de ver de su asistente. un observatorio organizado de no pudieran ser tan fácilmente nado entonces por el astrónomo ículo con ese título.

ecuación personal” en las medi- rónomo británico Francis Baily ntó de distinguir los puntos con *que estos puntos parecen estrellas,* ma astronómico de la ecuación aba que el problema notado por ones pasivas y deliberadas. Baily una “circunstancia” que “nunca presente ocasión⁵.”

Observers.

Murphy and Baily.
Murphy and Donkin.
Murphy and Donkin jun.

Murphy and Henderson.

Murphy and Johnson.
Baily and Donkin.
Baily and Henderson.
Henderson and Donkin jun
Johnson and Henderson.

new Standard Scale of this Society. R. S. and C., and one of the Vice- *moirs of the Royal Astronomical Society* la ecuación personal del observador

En su reporte a la Real Sociedad Astronómica escribió:

Creo que muy rara vez ocurre que dos personas, tomadas indiferentemente, coincidirán precisamente en sus medidas de una línea, o de un punto con la mirilla del micrómetro; sino que casi siempre existirá una pequeña diferencia entre sus resultados: de forma similar a lo que ocurre en las observaciones realizadas con los instrumentos de tránsito, donde esta anomalía se conoce como la ecuación personal, un término que emplearé en esta ocasión⁶.

Tras citar cómo “los curiosos hechos a los que aquí se hace referencia han sido detallados en el *Astronomische Beobachtungen*”, Baily investigó su fuente; vaciló entre pensar que las diferencias individuales se debían “a un estado peculiar de la visión o a un modo peculiar de hacer las disecciones,” pero algo estaba claro; “cada individuo tiene alguna causa real o imaginaria por la que prefiere seleccionar la porción precisa de línea o punto bajo consideración, misma que puede diferir entre diferentes personas...”⁷



Figura 2. Figura de Francis Baily tomada del: “Report on the new Standard Scale of this Society. Drawn up at the request of the Council, by F. Baily, Esq. F. R. S. and C., and one of the Vice-Presidents of the Society. Presented December 11, 1835.” *Memoirs of the Royal Astronomical Society* 9 (1836): 35-184, en la página 94. El Comité de Baily propuso el uso de alambres de los instrumentos de medición como tangentes, tal como se muestra

Parte del problema surgió porque “el punto no era circular, sino de una forma irregular semejante a una pera”. En lugar de dividir el estándar con “enormes e irregulares” puntos, Baily sugería usar las líneas rectas y pequeñas que usamos hoy⁸. Pero el problema no desapareció. Tuvo que lidiar con la “fatiga”, incrementó el número de observaciones, midió el valor de la ecuación personal de diferentes observadores, y los intercambió de un lado de la regla al otro. Peleó contra la “atención distraída del observador” utilizando un secretario⁹. Sus resultados mostraron las dificultades inherentes de hacer “copias verdaderas¹⁰.” El estándar debería mantenerse “alejado de las manos de cualquier trabajador o experimentador torpe o inexperimentado¹¹” y sólo sería manejado por aquellos “versados en las medidas micrométricas¹².” Cualquier cosa que tocara un instrumento de medición alteraba su longitud; el enfoque se cambió entonces al almacenado de la regla y las cosas que afectaban ese almacenaje —no sólo la temperatura, sino también las paredes y los pisos del laboratorio. Problemas infinitamente regresivos se expandieron desde el interior del observador al laboratorio y al mundo exterior¹³. El resultado, por momentos, parecía autodestructivo. ¿Cómo podrían los científicos romper el círculo en que tanto el observador como las reacciones eran afectados? En plena desesperación,

él recomendó que todas las medidas que involucraran reglas, incluso aquellas tomadas con un micrómetro, debieran ser autografiadas.

Contacto

La historia común de la ecuación personal mantiene que después del trabajo de Bessel, estas investigaciones permanecieron en cierto estado de letargo hasta los inicios de la década de 1850, cuando el fisiólogo alemán Herman von Helmholtz dio un valor tentativo para el tiempo de reacción. El 1868 el prominente fisiólogo y oftalmólogo holandés Franciscus Cornelis Donders, continuó con los trabajos de Helmholtz; en una famosa declaración, menciona que ha sido la primera persona que ha medido "la velocidad de los actos mentales" junto con su estudiante Johan Jacob de Jaeger.

El problema resurgió con fuerza renovada unos años después del anuncio de Donders, cuando los científicos alrededor del mundo no lograban ponerse de acuerdo sobre el momento preciso en que el planeta Venus hacía contacto aparente con el Sol. Este desacuerdo amenazaba la constante más importante de la mecánica celeste: el paralaje solar¹⁴. Éste parámetro permitía a los astrónomos determinar la velocidad de la luz y la distancia de la Tierra al Sol. Con estos valores podían asignar dimensiones absolutas al Sistema Solar y, utilizando las Leyes de Newton deducir las masas de los planetas. En un momento en el que todos los estándares de medida, desde el metro hasta el segundo, estaban en discusión, el paralaje solar prometía ser un estándar natural con el cual todos los demás podrían ser deducidos. Aún más importante, el debate que lo rodeaba estaba conectado a preguntas filosóficas sobre el valor de los métodos geométricos en Astronomía, sobre la relación de la Astronomía con la Física, sobre la exactitud matemática de las medidas y la naturaleza del espacio-tiempo. Todos estos asuntos sublimes estaban íntimamente relacionados con preocupaciones terrestres de gobierno, prestigio nacional y poderío militar.

En 1874 y 1882 los tránsitos bicentenarios del planeta Venus a través del Sol eran considerados por la comunidad científica como la mejor manera de determinar el paralaje solar —siempre que se pudieran superar las diferencias individuales¹⁵. Teniendo lugar sólo dos veces cada cien años, éstos sólo eran visibles en lugares exóticos lejos del continente europeo. Durante el tránsito, los astrónomos tenían que cronometrar exactamente el momento del contacto aparente de Venus con el sol, pero una misteriosa "gota oscura" que apareció entre Venus y el Sol junto con las diferencias individuales en su observación, manchó la reputación de los métodos astronómicos tradicionales¹⁶.

En un artículo publicado en la revista *La Nature*, Wilfrid de Fonvielle, un importante divulgador de la ciencia, describió "lo que fue visto" en los tránsitos de 1761 y 1769. Encontró discrepancias incluso cuando los astrónomos observaban hombro con hombro y con los mismos instrumentos; sugirió que esas discrepancias se debían principalmente a la "gota oscura", que él describió como "un objeto misterioso con

reglas, incluso aquellas tomadas

que después del trabajo de Bessel, de letargo hasta los inicios de la era de von Helmholtz dio un valor preeminente al fisiólogo y oftalmólogo en los trabajos de Helmholtz; en suma, la primera persona que ha medido "la distancia" ante Johan Jacob de Jaeger.

Los años después del anuncio de que no lograban ponerse de acuerdo sobre el contacto aparente con el Sol. El problema de la mecánica celeste: cómo determinar la velocidad de los cuerpos podían asignar dimensiones a Newton deducir las masas de los cuerpos de medida, desde el metro que prometía ser un estándar natural. Aún más importante, el debate sobre el valor de los métodos astronómicos con la Física, sobre la naturaleza del espacio-tiempo. Todos estos problemas con preocupaciones terrestres de

el planeta Venus a través del Sol de la mejor manera de determinar las diferencias individuales¹⁵. Teniendo en cuenta los tránsitos visibles en lugares exóticos lejos de Europa, los astrónomos tenían que cronometrar los tránsitos con el sol, pero una misteriosa discrepancia en las diferencias individuales en los tránsitos astronómicos tradicionales¹⁶.

En 1822, Wilfrid de Fonvielle, un inventor francés, fue el primero en "ver" un tránsito visto en los tránsitos de 1761. Los astrónomos observaban hombro con hombro que esas discrepancias se debían a un objeto misterioso con

variaciones muy extrañas." Otros astrónomos también reportaron que el "tránsito de 1769 fue completamente obstaculizado por el fenómeno de la "gota oscura," arrojando "todo tipo de resultados discordantes." No sólo los observadores estaban en desacuerdo sobre lo que vieron, se quejaba el astrónomo Hervé Faye, sino que "después de todo un siglo de discusiones, no han podido ponerse de acuerdo sobre las circunstancias físicas del fenómeno, y sobre el significado verdadero de las importantes observaciones de 1769¹⁷."

Conforme el siglo avanzaba, los astrónomos repudiaban cada vez más los métodos geométricos que habían caracterizado a la astronomía del siglo anterior. En el siglo XVIII el astrónomo inglés Edmond Halley (1656-1747), había afirmado que el paralaje solar se podía determinar con exactitud combinando triangulaciones euclidianas simples con observaciones directas del contacto aparente de Venus con el Sol. Pero más de cien años después del descubrimiento de Halley, los astrónomos comenzaron a dudar de la posibilidad de cronometrar con precisión el contacto entre estos dos cuerpos celestiales. Algunos matemáticos se metieron a la grieta existente entre la ostensible simpleza de los métodos geométricos de Halley y sus resultados, aparentemente caóticos, para cuestionar las bases mismas de las matemáticas. Como la certeza geométrica se volvió cada vez más difícil de alcanzar, se propusieron muchas "soluciones". Éstas incluyeron máquinas que producían tránsitos artificiales para entrenar a los observadores y para medir los retrasos en sus reacciones, y nuevas cámaras que fotografiaban el evento a intervalos cortos. Aún así, ninguno de ellos pudo eliminar fuertes dudas frente a los clamores científicos sobre la verdad absoluta.

Durante el siglo XIX, cuando los astrónomos revisaban las observaciones del tránsito del siglo XVIII, la conclusión era inevitable: diferentes personas habían visto diferentes cosas. Más allá de las enormes consecuencias políticas y jurídicas del desacuerdo, los problemas inmediatos eran insuperables: Si el paralaje solar se mantenía cerca del valor actual, los astrónomos tendrían que proponer la existencia de un improbable noveno planeta; y si las diferencias en las observaciones eran causadas por la atmósfera venusina, entonces la posibilidad de que Venus fuera un planeta semejante a la Tierra tendría que ser considerada seriamente. El gobierno se interesó en el problema de las diferencias individuales aún antes de que se enterara el público en general. El problema, explicaba un astrónomo, debía ser resuelto "sin importar el costo¹⁸."

Cinematografía

Los nuevos instrumentos y técnicas para capturar este momento modificaron dramáticamente las ciencias exactas. Para fotografiar el tránsito de 1874, el astrónomo Jules Janssen inventó un controvertido instrumento, llamado provocadoramente el "revólver fotográfico"; fotografiaba a Venus a intervalos regulares de aproximadamente un segundo. Poco después de su invención, el aparato de Janssen fue modificado y llevado a otras áreas de la ciencia y la cultura, las más famosas siendo el laboratorio fisiológico

de Jules Marey y después al estudio de los hermanos Lumière, donde gradualmente fue transformado en lo que pronto se conocería como la cámara cinematográfica. Aunque los instrumentos de Marey y Lumière eran bastante diferentes del original de Janssen, las aplicaciones del "revólver" al estudio de los seres vivos, así como su uso inverso para sintetizar imágenes, fueron para Janssen pruebas de su maravillosa habilidad para crear consenso en cuestiones visuales¹⁹. Desde el momento en que Janssen apuntó su revólver hacia Venus (1874), hasta el momento en que él actuó en una de las primeras películas que se exhibirían públicamente (1895), el aparato pasó por una dolorosa gestación íntimamente ligada al debate sobre cómo representar eventos efímeros.

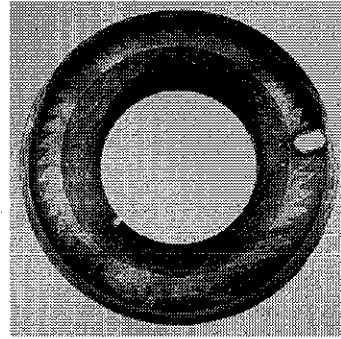


Figura 3. Fotografía tomada con el revólver de Janssen que muestra el contacto de Venus con el Sol. Tomada de Monique Sicard, "Passage de Vénus. Le revolver photographique de Jules Janssen." *Études photographiques*, no. 4 (1998): 45-63

Pese a cierto éxito inicial, Janssen no pudo convencer a la mayoría de sus colegas de las ventajas del revólver. De hecho, el financiamiento estatal y el esfuerzo oficial para determinar el paralaje solar no lo adoptaron como su instrumento principal. Incluso los defensores de la fotografía estaban divididos. Algunos se inclinaban a favor de la fotografía secuencial y por las ventajas de los métodos mecánicamente reproducibles, mientras que otros preferían los ya probados pero irreproducibles daguerrotipos (véase figura 3).

Disciplina

Para abordar el problema de las observaciones divergentes, la Comisión para el Tránsito de Venus respaldó ciertos métodos e instrumentos oficiales. Liderada por el famoso químico y estadista Jean Baptiste Dumas, la Comisión decidió apoyar a observadores bien entrenados y utilizar ciertos instrumentos fotográficos. La Comisión financió el trabajo de Wolf, quien ya había abordado el problema de las discrepancias individuales en las observaciones del tránsito de meridianos.

Tras un siglo de desacuerdos, en 1869 Wolf y su colaborador Charles André reportaron a la academia sus investigaciones para averiguar "en qué lado residía la verdad." Wolf y André utilizaron un aparato que artificialmente reproducía el tránsito

umière, donde gradualmente fue cámara cinematográfica. Aunque diferentes del original de Janssen, vos, así como su uso inverso para maravillosa habilidad para crear n que Janssen apuntó su revólver en una de las primeras películas asó por una dolorosa gestación eventos efímeros.

otografía tomada con el Janssen que muestra el Venus con el Sol. Tonique Sicard, "Passage e revolver photographi- Janssen." *Études photo-* no. 4 (1998): 45-63

a la mayoría de sus colegas de estatal y el esfuerzo oficial para instrumento principal. Incluso os se inclinaban a favor de la mecánicamente reproducibles, oducibles daguerrotipos (véase

s, la Comisión para el Tránsito ales. Liderada por el famoso decidió apoyar a observadores cos. La Comisión financió el las discrepancias individuales

colaborador Charles André guar "en qué lado, residía la mente reproducía el tránsito

de Venus a través del Sol. Wolf apuntó un telescopio desde el Observatorio de París hacia la biblioteca del Senado en el *Jardin du Luxembourg* (a una distancia de unos 1,300 metros), donde André operaba una serie de lámparas y pantallas que imitaban a Venus y al Sol. Cuando Wolf veía un contacto "aparente", inmediatamente presionaba el botón de un aparato telegráfico que enviaba una señal de vuelta al Senado y la comparaba con el tiempo del contacto "real". La conclusión más importante de su artículo fue que la "gota oscura" no era necesariamente un impedimento para la observación y que, con los instrumentos apropiados y un entrenamiento adecuado, los observadores podían prácticamente ver el contacto geométrico esperado, siglos antes, por Halley, quien no había anticipado las diferencias en las representaciones de los momentos de contacto. Por el momento, Wolf y André reivindicaron los métodos de observación que habían sido profundamente criticados.

Mientras Wolf mantenía qué teorías astronómicas y fisiológicas pudieran explicar la "gota oscura," parte del problema persistía. En un artículo publicado en la popular *Revue Scientifique*, cautamente admitió que "esto, sin embargo, no quiere decir que los observadores van a notar exactamente el mismo tiempo o que van a experimentar el contacto de la misma manera." De hecho, la experiencia demostró que los observadores no cronometraban el contacto en la misma forma, lo que probaba que "el contacto de dos discos nunca es un fenómeno puramente geométrico." Entonces, argumentaba, los observadores deben ser comparados entre sí "para así determinar sus ecuaciones personales, si existen." Le Verrier, el director del Observatorio de París, respaldó la sugerencia de Wolf, insistiendo en enviar a las futuras expediciones "sólo a aquellos observadores que hayan sido comparados entre sí²⁰."

De acuerdo a Edmond Dubois, quien escribió un popular recuento del tránsito de Venus, las conclusiones de Wolf y André mostraban que "persistían diferencias casi constantes y muy significativas entre diferentes observadores, especialmente al estimar el tiempo de... contactos." Ni los experimentos realizados en el venerable Senado pudieron reconciliar el paralizante problema. Rudolphe Radau, un científico y divulgador, discutió el trabajo de Wolf y André en la *Revue des Deux Mondes*: "Pese a todo, existe una constante diferencia entre la estimación del momento de los contactos entre dos observadores —una diferencia debida a causas fisiológicas." Los miembros de la Comisión no confiaron plenamente en la máquina de entrenamiento de Wolf y André, e incluyeron la fotografía para intentar sobrepasar el recalcitrante problema de las diferencias individuales. Incluso Wolf y André, quienes no eran inicialmente defensores de la fotografía, se convencieron de su utilidad²¹.

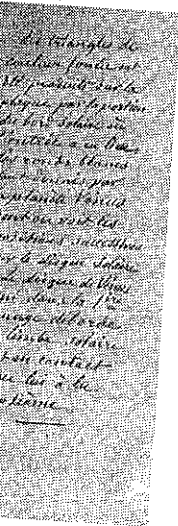
Fotografía

Desilusionado por la naturaleza transitoria de los breves instantes de calma que los astrónomos ingleses llaman "a glimpse," Faye promovió la "simple pero fecunda idea de eliminar al observador y reemplazar su ojo y cerebro por una placa sensible conectada a

nado y puesto en marcha décadas
sus observaciones con "una des-
n dibujos," pero más importante
automático".

o interviene con sus agitaciones
y las ilusiones de sus sentidos y
"observador" —como la fotografía
acceso a la naturaleza misma:
parece ante nuestros ojos²³." La
servaciones fotográficas serían
que no involucraban los errores
cluso Wolf, "está a salvo de esta

o: "La observación del tránsito
a, "el mensajero del *Bureau de*
en "fenómenos transitorios,"
u nuevo procedimiento para
bautizado como el "revólver
otografiar en un mismo plano
n "esperaba que las imágenes
n espantosamente complican



XIXe siècle: hom-

Aunque Janssen estaba en desacuerdo con las prescripciones oficiales de la Comisión con respecto a la fotografía, "un espíritu de disciplina" lo llevó a seguir los métodos prescritos durante la expedición que se le encargó dirigir a Japón²⁷. Sin embargo, junto con los instrumentos oficialmente autorizados, Janssen llevó algunos no autorizados, incluyendo su controvertido "revólver".

Controversia

A pesar de los grandes gastos y esfuerzos del gobierno, la controversia respecto a los métodos e instrumentos para descubrir el "verdadero" valor del paralaje solar persistió incluso después de 1874²⁸. Aún antes de que los barcos zarparan para Saint Paul y Campbell, Beijing (Pekín), Nueva Caledonia (Nouméa), Vietnam (Saigón) y Japón, el optimismo sobre los métodos de la Comisión estaba desvaneciéndose. Un crítico, el mecánico Montagne, quien en el último momento se rehusó a participar en la expedición, acusó a los astrónomos. Ellos sabían que no podrían obtener la precisión deseada. Montagne exigió una "discusión pública" para "eliminar todas las dudas y errores." Otras críticas surgieron de lugares más poderosos. "El *Compte-Rendu* no dijo nada" sobre las protestas hechas por Fizeau y Cornu contra Janssen, ni sobre las objeciones de Le Verrier contra la Comisión durante el encuentro en la *Académie des Sciences*, justo antes de que los barcos zarparan.

Para complicar las cosas aún más, la predicción más temida de muchos astrónomos se realizó cuando después del tránsito notaron que las fotografías obtenidas con las cámaras eran tan distintas que resultaba imposible comparar sus resultados²⁹. Las mismas singularidades que plagaron el tránsito de Venus en el siglo anterior reaparecieron, y los científicos fueron incapaces de determinar el momento "real" en que se daba el contacto aparente del planeta con el Sol. Sin embargo, la Academia no se dio por vencida: se creó una *Sous-Commission* para deducir el paralaje a partir de las medidas tomadas de las fotografías —de nuevo con resultados alarmantemente desalentadores. Fizeau, quien estaba a cargo del proyecto, explicó que iba "lento pero seguro." Pero Victor Puiseux, un matemático que había trabajado en el *Bureau de Calculus des Longitudes*, desafió los resultados fotográficos al considerarlos inferiores a los obtenidos por las observaciones directas³⁰. Al final Fizeau y Cornu, quienes se encontraban en esos momentos completamente involucrados en formas alternativas para determinar el paralaje solar mediante medidas de la velocidad de la luz, se dieron por vencidos, y anunciaron que la temida ecuación personal reaparecía cuando se medían las fotografías³¹.

Las críticas de los métodos fotográficos no sólo vinieron de miembros de la Comisión, sino que se convirtieron en problemas importantes para la filosofía y las matemáticas. Wolf consideraba absurdo el ideal de Faye de "eliminar al observador." Los observadores, decía, siempre serán necesarios para obtener el "conocimiento auténtico y absoluto." Mientras la diferencia entre la placa fotográfica y la retina humana le demostraba a Janssen la superioridad de la primera, la mayoría de los astrónomos

en los inicios de la década de 1880 estaban en desacuerdo. De hecho, para Wolf la superioridad del ojo consistía en su estabilidad a través del tiempo. Mientras diferentes cámaras y diferentes métodos fotográficos producían diferentes resultados (por ejemplo colodión contra gelatina y bromuro), "el ojo humano, al contrario, es un órgano que permanece igual, y las observaciones del ojo son, en todo momento, comparables entre sí." De la misma forma, para Wilhem Föster, director del Observatorio de Berlín, la superioridad de la observación directa consistía en que, mientras la fotografía instantánea guardaba sólo un momento, un buen observador hacía un trabajo más valioso al promediar varias instancias³². Föster encontró que el error probable de las fotografías podía ser hasta cinco veces más grande que el de la medición directa con el micrómetro; también describió fotografías que mostraban imágenes pentagonales de Venus, y otras en las que el planeta aparecía sucesivamente como "mordido" y después completo. El problema de la irradiación fotográfica se unió al problema del centelleo; y existían también otros fenómenos "aún no explicados". Además de la incertidumbre arrojada por las fotografías mismas, él se quejaba de la "considerable" cantidad de trabajo necesaria para medirlas³³. Föster y sus seguidores, por lo tanto, relegaron a la fotografía a su función pictórica original de proveer imágenes del Sol, la Luna y de los cúmulos de estrellas. Pese a cierto desacuerdo, la conclusión mayoritaria en la *Conférence Internationale* fue que las observaciones directas de Venus eran mejores que las fotográficas.

Los asistentes a la conferencia preguntaron: "¿Debemos continuar utilizando la fotografía, y a qué grado?" La respuesta generalizada fue que "los ensayos fotográficos tomados como un todo han arrojado una gran incertidumbre sobre el valor del paralaje solar." Estos desconcertantes resultados "llevaron a la comisión francesa a limitar el uso de la fotografía," volver a métodos más antiguos que anteriormente habían sido desacreditados, y recomendaron que los observadores "acompañaran sus notas con un dibujo³⁴." Para 1882 prácticamente todos estaban de acuerdo en que las observaciones no fotográficas eran mejores.

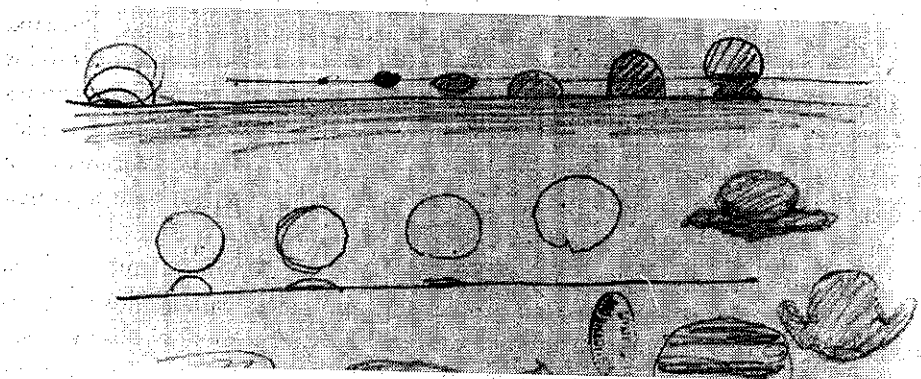


Figura 5. Dibujo de los contactos extraído de la libreta personal de notas de Janssen, utilizada durante su expedición a Japón. Obtenida de la *Bibliothèque de l'Institut de France*.

acuerdo. De hecho, para Wolf la
s del tiempo. Mientras diferentes
diferentes resultados (por ejemplo
, al contrario, es un órgano que
do momento, comparables entre
r del Observatorio de Berlín, la
e, mientras la fotografía instan-
r hacía un trabajo más valioso al
error probable de las fotografías
ción directa con el micrómetro;
pentagonales de Venus, y otras
ordido" y después completo. El
na del centelleo; y existían tam-
a incertidumbre arrojada por las
ntidad de trabajo necesaria para
ron a la fotografía a su función
y de los cúmulos de estrellas.
a *Conférence Internationale* fue
ue las fotográficas.

emos continuar utilizando la
e que "los ensayos fotográficos
mbre sobre el valor del paralaje
comisión francesa a limitar el
ue anteriormente habían sido
compañaran sus notas con un
uerdo en que las observaciones



de notas de Janssen, utilizada
titut de France.

Cooperación

Estos asuntos se volvían más urgentes ya que el próximo tránsito de Venus (1882) se aproximaba rápidamente —sería el último hasta los años 2004 y 2012. El *Ministre d'Instruction Publique* criticó como, en 1874, "sin acuerdo previo" las naciones "actuaron en forma independiente y personal." Una vez más Faye levantó su voz, expresando la esperanza de "que la experiencia adquirida a tan alto costo en 1874, fuera útil en 1882 y de que, esta vez todas las naciones civilizadas unirían sus esfuerzos en un plan común." Aceptando la necesidad de cooperación internacional, en 1881 se llevó a cabo una *Conférence Internationale du Passage de Venus*³⁵.

Durante la reunión, científicos de todo el mundo reconocieron que el tránsito de 1874 había causado un gran daño al prestigio de los astrónomos: "El público científico estaba sorprendido de ver que después de siete años, sólo existían algunas pocas y parciales publicaciones sobre las observaciones de 1874³⁶." Algunos asistentes consideraban que las "publicaciones apresuradas y separadas" del tránsito venidero debían ser prohibidas y trataron de convencer a los astrónomos de "retrasarlas hasta que todos estuvieran de acuerdo." Dumas también abogó por una publicación común para salvaguardar "la dignidad de cada país." A través de la moderación "la autoridad de los astrónomos aumentará", clamaba el director del Observatorio de Berlín. Claramente estaba siendo demasiado franco cuando, refiriéndose a la relación entre los astrónomos y el gobierno dijo: "La libertad científica puede ser restringida un poco para asegurar un resultado definitivo que sea útil a los Gobiernos, quienes tienen derechos especiales tras los recursos extraordinarios que han aportado." No todos estaban de acuerdo en la necesidad de tal acuerdo. Antoine d'Abbadie, uno de los pocos defensores de la fotografía presentes en la conferencia, opinaba que cada país "debería defender su libertad y publicar sus observaciones a su manera" pero la mayoría estaba contra él. Como paliativo, Dumas argumentaba que la cooperación no era "nada extraordinario" sino una:

consecuencia natural de la evolución científica. Antes —continuaba—, la ciencia progresaba mediante el esfuerzo aislado de los observadores; después, la necesidad de cooperación entre colegas de la misma nación se comenzó a sentir, creando academias y sociedades nacionales de aprendizaje. Hoy, esto no es suficiente, y se siente constantemente la necesidad de la búsqueda de colegas internacionales.

Para entonces casi todos los astrónomos reconocían, junto con Faye y Janssen, que en la planeación de las expediciones para el tránsito de 1874, deberían haberse "puesto de acuerdo sobre el tipo de instrumentos y adoptar en todos lados las mismas dimensiones para obtener observaciones más comparables³⁷."

Física

El debate sobre el valor del paralaje solar se movió más allá de los confines de la Astronomía y hacia los dominios de la Física. Para la mayoría de los científicos, el éxito de

Janssen con su revólver —aunque espectacular— era una ilusión. A la luz del fracaso de la Astronomía para establecer un único y respetable valor para el paralaje solar, un nuevo papel para la Física emergía en lo que se refería a medidas precisas —en particular, en relación con la determinación de la velocidad de la luz.

Si bien las medidas terrestres de la velocidad de la luz podían ser utilizadas para determinar el paralaje solar, por años este método pareció poco confiable. Sólo las medidas astronómicas podrían “convencer al espíritu inmediatamente” del valor verdadero del paralaje³⁸. Tradicionalmente, los métodos astronómicos eran utilizados para determinar constantes físicas, como la velocidad de la luz —no al revés. Necesitamos sólo recordar cómo, durante el siglo xvii, Ole Rømer, el astrónomo danés que trabajó en el Observatorio de París, calculó la velocidad de la luz a partir de las determinaciones astronómicas del paralaje solar. Siglos después esta tradición fue abandonada. Se realizarían experimentos físicos para determinar la preciosa constante astronómica. En 1875 los asistentes a las lecturas vespertinas de la *Royal British Institution* fueron advertidos de los papeles “invertidos” de la Física y la Astronomía: “ahora el progreso de la ciencia requiere de un enfoque inverso; el valor exacto de la velocidad de la luz permite, mediante los cálculos a la inversa, el cómputo de la distancia promedio del Sol o del paralaje solar, esto es, el mismo elemento que es dado directamente por el tránsito de Venus³⁹.” Le Verrier, el director del Observatorio de París, fue fundamental en desarrollar esta transformación. Observando que su propio valor del paralaje solar coincidía limpiamente con el de Foucault, obtenido a partir de la velocidad de la luz, pidió ayuda a los físicos. Con el apoyo de Le Verrier, Fizeau tomó el reto de “demostrar la posibilidad de medir la velocidad de la luz en la superficie de la Tierra usando solamente métodos físicos”.

Antes de los tránsitos muchos científicos creían que era natural utilizar la distancia de la Tierra al Sol como el estándar para medir los cielos; pero lo que era natural para los científicos cambió después de que el tránsito produjo —nuevamente— sólo resultados defectuosos. Le Verrier, quien se había opuesto firmemente al proyecto desde su inicio, apoyó con mayor fuerza a los físicos. Su estrategia no tenía precedentes en los círculos científicos. Él insistía en que las determinaciones físicas del paralaje solar y de la velocidad de la luz no deberían seguir siendo consideradas inferiores a las astronómicas. Incluso el viejo valor de Foucault para la velocidad de la luz, irónicamente, “encontró adeptos entre los astrónomos” un cuando “no era aceptado entre los físicos⁴⁰.” El nuevo papel tomado por la Física probó ser duradero, dirigiéndose rápidamente hacia la búsqueda de ese huidizo principio de la mecánica clásica, el éter que supuestamente “llenaba” el espacio vacío.

Para Cornu, de la *École Polytechnique*, determinar la velocidad de la luz era un método más simple, barato y seguro para determinar el paralaje solar. El tiempo de reacción, sin embargo, lo llevó a realizar cambios en la instrumentación que difirieron marcadamente de los realizados anteriormente. Antes de diseñar sus instrumentos Cornu estudió cuidadosamente el famoso libro *Optiks* de Helmholtz. Pero para el final de la

década de
respondía
rales de la
con la ve
percibir y
que se con

En la
explicaba
greso de la
estaban di
del tránsi
puesto qu
astrónom
través del
Cor
damente”
nerviosos
conclusió
demostra

Luz

Unos año
experime
radas me
apenas 10
informar
de que se
contendi

El e
hacia la i
antes por
finamen
burbujas
metrolog
milímetr
probar e
para pro
en colab
El
del Bure

década de 1870, la óptica de Helmholtz estaba cayendo en una lenta decadencia; ya no respondía a las preocupaciones existentes referentes a los aspectos individuales y *temporales* de la representación. Como muchos astrónomos antes que él, Cornu experimentó con la velocidad de la transmisión sensorial y con el tiempo que le tomaba al cerebro percibir y reaccionar. Sabía que pequeñas diferencias sensoriales causaban errores que se convertían en miles de kilómetros por segundo, y trató de eliminarlos.

En la introducción a la "*Détermination nouvelle de la vitesse de la lumière*," Cornu explicaba el nuevo orden: "la *astronomía de hoy invierte esos papeles* y demanda del progreso de la Óptica el valor de esta constante⁴¹." Remarcaba cómo estos experimentos estaban directamente relacionados con los problemas que plagaban las expediciones del tránsito de Venus: "Estos experimentos tiene una verdadera importancia actual puesto que nos permiten determinar con exactitud el valor del paralaje solar, que los astrónomos de todas las naciones están demandando del próximo tránsito de Venus a través del Sol al precio de costosos viajes, tan difíciles como arriesgados⁴²."

Cornu no pudo solucionar el problema de la ecuación personal, "desafortunadamente", explicó, "casi todos estos retrasos eran parte del dominio de los fenómenos nerviosos, es decir, esencialmente variables, siguiendo circunstancias externas⁴³." Su conclusión fue cuidadosa: "con respecto a haberlas eliminado por completo, no existe demostración que pueda proveer esta certidumbre⁴⁴."

Luz

Unos años después, el físico norteamericano Albert A. Michelson realizó nuevamente experimentos relacionados con la velocidad de la luz (1878). Se adentró en las "elaboradas memorias de Cornu sobre la determinación de la velocidad de la luz" gastando apenas 10 dólares, y posteriormente siguió su trabajo con el famoso experimento que informaría las controversias sobre la teoría de la relatividad de Einstein. Incluso antes de que se acercara el segundo tránsito en 1882, el trabajo de Michelson ya era un fuerte contendiente entre las determinaciones alternativas del valor del paralaje solar.

El debate sobre la ecuación personal cambió la dirección de estos experimentos hacia la interferometría. Los efectos de la interferencia habían sido estudiados desde siglos antes por Newton, quien investigó las bandas que se forman alrededor de los materiales finamente laminados, como el aire atrapado entre dos lentes, el aceite en agua, o las burbujas de jabón. En 1864 Fizeau se asistió de la interferometría para su trabajo en metrología y descubrió las pequeñísimas contracciones (de la millonésima parte de un milímetro) que hoy llevan su nombre. Michelson, quien utilizó el interferómetro para probar el efecto del éter en la velocidad de la luz (y de acuerdo a algunos historiadores, para probar la teoría de la relatividad de Einstein), primero perfeccionó sus métodos en colaboración con el *Bureau International des poids et mesures*.

El patrocinador de Michelson en París era René Benoît (1844 – 1922), director del *Bureau International des poids et mesures*. Benoît se sorprendía de la naturaleza mis-

teriosa de la ecuación personal; cómo variaba de acuerdo a la "disposición momentánea del observador," y cómo era "complicado entender de qué depende este fenómeno"⁴⁵. Encontró esperanza en los métodos interferométricos previamente utilizados por Fizeau⁴⁶. Respaldo el trabajo de Michelson al igual que el de Alfred Pérot y Charles Fabry, quienes siguieron los pasos de Fizeau y Michelson al construir un interferómetro para determinar la longitud del metro patrón⁴⁷. Asimismo redirigió el trabajo del *Bureau International des poids et mesures* en esa dirección.

Los métodos interferométricos de Michelson son usualmente considerados como unos de los más precisos de todos los tiempos —esta impresionante precisión, de hecho, le granjeó el Premio Nobel de Física en 1907. Con ellos, le dio un nuevo impulso a la ciencia newtoniana de la interferometría, esperando que pudiera eliminar los errores sensoriales individuales que enfrentaba la ciencia. Sus experimentos con la velocidad de la luz fueron realizados para eliminar el elemento de reacción, diferencias individuales en la observación y en respuesta directa al uso de métodos fotográficos y cinematográficos patrocinados por Faye y Janssen.

Estándares

Los problemas de las representaciones no concluyentes del tránsito de Venus estaban conectados con debates matemáticos, filosóficos y científicos sobre los estándares de medida absolutos que habían surgido durante el siglo de la termodinámica. Este problema era urgente tanto a nivel de la mecánica celeste (el paralaje solar, las constantes de aberración, las masas y diámetros de los planetas, el perihelio de mercurio, las manchas solares, la naturaleza del Sol, etc.), como al nivel de la metrología (el largo del metro, la duración de un segundo, etcétera).

Seducido por la autoridad de los estándares derivados de la naturaleza, el astrónomo Camille Flammarion tenía la esperanza de que una vez que los astrónomos determinaran el paralaje solar, los científicos tendrían "el metro del *système du monde*." Asimismo, Cornu esperaba contribuir a este problema de "capital importancia," puesto que el paralaje solar "definiría las dimensiones absolutas del Sistema Solar."⁴⁸ Especialmente tras la falla al deducir la longitud del metro a partir de la circunferencia de la tierra, encontrar un estándar alternativo liberaría a los científicos de los problemas del convencionalismo —o incluso peor, del nominalismo. Como lo decía Faye, el paralaje solar era "la clave para la arquitectura de los cielos" y la máxima "piedra de toque, una verificación precisa de las teorías de la mecánica celeste"⁴⁹.

Fonvielle, quien había alertado al público en general sobre las discordancias de los pasados tránsitos de Venus, hacía burla de los astrónomos que buscaban un estándar natural de medida. Al final de su libro *Le Mètre international définitif*, comentaba cínicamente sobre la variedad de valores del paralaje solar que habían resultado de las expediciones británicas, norteamericanas, francesas, alemanas y rusas: "hay tantas grandes naciones como hay distancias del Sol a la tierra. Es terriblemente irritante

erdo a la "disposición momentánea de qué depende este fenómeno"⁴⁵. Previamente utilizados por Fizeau⁴⁶, Alfred Pérot y Charles Fabry, quienes usaron un interferómetro para determinar la longitud de onda de la luz roja, el trabajo del *Bureau International*

son usualmente considerados como el estándar —esta impresionante precisión, establecida en 1907. Con ellos, le dio un nuevo significado al metro, esperando que pudiera eliminar la incertidumbre de la ciencia. Sus experimentos con la interferencia de luz, diferencias de fase y el uso de métodos fotográficos y

es del tránsito de Venus estaban basados en los estándares de longitud de onda de la termodinámica. Este problema del paralaje solar, las constantes de gravitación universal, helio de mercurio, las manchas solares y la metrología (el largo del metro,

derivados de la naturaleza, el asunto que una vez que los astrónomos usaron el metro del *systeme du monde*. "de capital importancia," puesto en el Sistema Solar."⁴⁸ Especialmente a partir de la circunferencia de la Tierra, científicos de los problemas del mundo. Como lo decía Faye, el paralaje solar máxima "piedra de toque, una

general sobre las discordancias de los astrónomos que buscaban un estándar definitivo, comentaba que habían resultado de Alemania y rusas: "hay tantas cosas." Es terriblemente irritante

que no sea posible que cada nación tenga su propio planeta para su uso individual y estén obligados a recibir prosaicamente calor de ese banal cuerpo celestrial que ilumina a los otros⁵⁰. El intento de determinar un estándar absoluto de medida a partir de las observaciones del tránsito de Venus tuvo un destino similar al intento anterior de deducir el metro a partir de la medida de la circunferencia de la Tierra, forzando a los científicos a reevaluar sus afirmaciones sobre la verdad absoluta. Sin embargo, los viejos hábitos son difíciles de dejar: algunos ahora abrigaban todas sus esperanzas en los nuevos intentos de Fizeau y Michelson de basar los estándares de medida en las longitudes de onda, y otros como Fonvielle abogaban sobre el uso de la velocidad de la luz como un estándar absoluto para las medidas —un sueño que no se realizó hasta la publicación del artículo de 1905 de Einstein y la aparición de nuevas interpretaciones de los experimentos de Michelson-Morley⁵¹.

El director del *Bureau International des poids et mesures* explicó cómo al *fin de siècle* los científicos estaban muy cerca de alcanzar el viejo ideal jacobino. Utilizando métodos interferométricos, explicaba, la unidad métrica podría ser comparada con la longitud de las ondas luminosas producidas bajo condiciones controladas: "de esta forma, es interesante notar cómo la concepción primitiva de relacionar la unidad de medida a una referencia constante natural (o a una que sea exactamente reproducible a voluntad), que se consideró una quimera por mucho tiempo, ha vuelto al *fin de siècle*." Benoît reconocía que basar los estándares de medidas en las longitudes de onda era, posiblemente, no tan grandioso como el intento jacobino de basar el metro en la circunferencia del mundo, pero esta idea, "al final no es tan distinta"⁵².

Conclusiones

En las Matemáticas y la Filosofía, los resultados del tránsito abrieron debates que involucraban a la geometría como método de representación. Antes del tránsito, la mayoría de los científicos hubieran estado de acuerdo con Flammarion en que la "Geometría ha justificado su nombre ganando la posesión del globo terrestre"⁵³. Pero para el caso de los tránsitos, los métodos geométricos tradicionales fueron insuficientes. De acuerdo con Faye, el problema de las diferencias en las observaciones surgió porque "[Los astrónomos] han razonado demasiado como geómetras." Incluso Wolf, quien estuvo cerca de reivindicar los métodos "geométricos" propuestos por Halley, llegó a aceptar que "el contacto entre dos discos nunca es un fenómeno puramente geométrico." Puiseux, por su parte, el experto en astronomía matemática quien desafió los resultados fotográficos del tránsito, explicó cómo "en realidad" el contacto de Venus con el Sol no ocurre con "la simpleza geométrica que se había supuesto."

Para enfrentar estos problemas, los científicos encontraron nuevas técnicas para determinar el momento del contacto, tales como la crono-fotografía. Si bien estas técnicas, localizadas entre las culturas científica y popular, se hicieron más exitosas que nunca tras el tránsito de Venus; las críticas permanecieron. El filósofo Henri Bergson

criticó la tendencia científica de alinear imágenes temporales secuencialmente. No sólo él y sus seguidores montaron una campaña en contra de simple distinción cinematográfica entre lo discreto y lo continuo en la vida y en la lógica, si no que —a pesar de los mejores esfuerzos gubernamentales— los resultados de los tránsitos probaron incluso a los más crédulos las dificultades —incluso quizás la imposibilidad— de liberar a las representaciones de las diferencias individuales.

Bergson describió la práctica de utilizar imágenes estáticas secuenciales para ilustrar movimiento a lo largo del tiempo y lo apodó "el método cinematográfico". Refiriéndose no sólo a la moderna cámara cinematográfica, sino a la proclividad de la mente humana de alinear las imágenes temporales de forma espacial, criticó sus limitaciones y propuso que los científicos "dejaran el método cinematográfico a un lado" y buscaran, en su lugar, un "segundo tipo de conocimiento"⁵⁴. En una discusión en la que trató de enfatizar la naturaleza artificial y construida de nuestras representaciones de los fenómenos físicos, el matemático Louis Couturat lanzó el contra ejemplo del tránsito. "Un eclipse, o mejor aún, el tránsito de Venus a través del Sol," argumentaba, era prueba de que algunos fenómenos eran precisos y delimitados. Bergson estaba en desacuerdo, insistiendo en que los fenómenos naturales nunca estaban claramente delimitados: "es el astrónomo quien," con el método cinematográfico, "atrapa, la posición del planeta en la curva continua que sigue." No sólo era la forma de Venus la que era difícil de captar —incluso con el revólver de Janssen— sino todas las formas: "no existe la forma, pues la forma es inmóvil y la realidad es movimiento. Lo que es real es el continuo cambio de forma: *la forma es sólo una imagen instantánea de la transición*"⁵⁵.

La visión de Bergson y sus discípulos tuvo importantes repercusiones tanto para la ciencia como para la filosofía de la ciencia. Por ejemplo, el renombrado filósofo William James decía que Bergson lo había llevado a "dejar la lógica, justamente, directamente e irrevocablemente"⁵⁶. Estas críticas, sostenidas en parte por la falta de credibilidad de los resultados de las observaciones del tránsito, se tornaron en una justificación poderosa y duradera de la necesidad de un cuestionamiento filosófico y sostenido sobre la naturaleza de la representación científica.

Bergson no fue el único que rechazaba los métodos de Janssen y que abordaba los temas del espacio y el tiempo de otras maneras. De hecho, a la luz de los muy disputados resultados de los tránsitos, la Física comenzó a jugar un papel cada vez más preponderante en relación con las medidas de precisión. Como respuesta al problema de las diferentes observaciones y en contraste directo con el enfoque cinematográfico de Janssen, se desarrollaron nuevos métodos para determinar la velocidad de la luz, dirigidos por Fizeau, Cornu y Michelson, los cuales llegaron a rivalizar con los métodos astronómicos para determinar el paralaje solar y para encontrar un estándar de medida absoluto. En un dramático revés de los papeles tradicionales de la astronomía geométrica y la Física, tras la guerra franco-prusiana los métodos físicos se fueron gradualmente percibiendo como los que ofrecían evidencias más sólidas.

Si seguimos a Bergson y “nos mantenemos en el intervalo” descifrando la conexión entre el estímulo y la reacción en las prácticas científicas, podemos rastrear una historia diferente de la historia de las representaciones científicas⁵⁷. Éstas aparecen como representaciones en el tiempo, sin fronteras y comprometidas con la individualidad. También podemos aprender de los críticos cinematográficos más allá de Bergson que continuaban pensando en breves instantes de contacto durante el siglo xx. Por ejemplo, Walter Benjamin, utilizó el término de “dinamita de un décimo de segundo,” para referirse a la velocidad de los cuadros cinematográficos⁵⁸. Esta dinamita está ahí para ser explotada —yo la he utilizado para estudiar los métodos de los científicos empleados para establecer los momentos de contacto. Las historias de los tránsitos de Venus y de la medición de la velocidad de la luz revelan la complejidad de esta tarea— tarea esencial aún en las medidas más mundanas.

Permítaseme regresar a la descripción de Carnap sobre la práctica de la ciencia como “la asignación sistemática de números a puntos espacio-temporales” con la que inicié. Para Carnap asignar números a puntos espacio-temporales era la forma más simple de representar un fenómeno; era una forma primaria de representación sobre la cual los científicos podían después elaborar. Pero incluso un vistazo superficial a las prácticas científicas del siglo xix demuestra que apuntar y etiquetar puntos espacio-temporales necesita considerarse como parte de un esfuerzo centenario para contender con los fugaces fenómenos de la modernidad. Es exactamente este problema —de cómo etiquetar momentos de contacto celestes y terrestres— lo que me ha interesado.

Notas

- ¹ En el original se lee: “a mode of concept formation which traces every concept back to state-coordinates, that is, to systematic assignments of numbers to space-time points.” Rudolf Carnap, “Psychology in Physical Language”, en: A. J. AYER (ED.), *Logical Positivism*, Nueva York: The Free Press, 1959 (1932-1933), 197.
- ² René Descartes, “Treatise on Man”, en: *The Philosophical Writings of Descartes*, Cambridge: Cambridge University Press, 1985, 101.
- ³ En el original se lee: “succeed one another in our minds at certain distances, not much unlike the images in the inside of a lantern, turned around by the heat of a candle.”
- ⁴ Reevaluaciones del recuento estándar incluyen: Jimena Canales, “Exit the Frog, Enter the Human: Physiology and Experimental Psychology in Nineteenth-Century Astronomy,” *British Journal for the History of Science* 34 (junio 2001), Simon Schaffer, “Astronomers Mark Time: Discipline and the Personal Equation,” *Science in Context* 2 (1988), Henning Schmidgen, “Zur Genealogie der Reaktionsversuche in der experimentellen Psychologie”, en: CHRISTOPH MEINEL (ED.) y el trabajo de Christoph Hoffmann, *Instrument-Experiment Historischen Studien*, Berlín: Diepholz, 2000.
- ⁵ En el original se lee: “has never been exhibited before in so remarkable a manner as on the present occasion.” Francis Baily, “Report on the new Standard Scale of this Society. Drawn