



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

VALORES Y OBJETIVIDAD EN LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA DE  
HENRI POINCARÉ

TESIS  
QUE PARA OPTAR AL GRADO DE:  
DOCTOR EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

PRESENTA:  
FEDERICO RICALDE SÁNCHEZ

TUTORES PRINCIPALES

Dra. Ana Rosa Pérez Ransanz  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS

Dr. Ricardo Vázquez Gutiérrez  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

Ciudad de México. Enero 2020.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# ÍNDICE

## 0 INTRODUCCIÓN

0.1 El papel de los valores en la filosofía de la ciencia contemporánea .....	4
0.2 El debate sobre la bancarrota de la ciencia a finales del siglo XIX .....	9
0.3 La filosofía de la ciencia de Poincaré: una lectura axiológica .....	12
0.4 Estructura de la tesis .....	16

## Capítulo 1. La experiencia fenomenológica.

1.0 Introducción .....	19
1.1 La intuición pura del tiempo fenomenológico .....	20
1.2 La intuición sensible del espacio fenomenológico .....	25
1.3 Intuición y convención en el contexto de la experiencia fenomenológica .....	33
1.4 Caracterización de la noción de hecho bruto .....	36
1.5 Conclusiones .....	39

## Capítulo 2. Valores y objetividad en la práctica matemática

2.0 Introducción .....	41
2.1 La lógica y el infinito matemático: el problema de las definiciones impredicativas....	45
2.2 La generalización matemática .....	50
2.3 El valor de la generalización matemática: el papel de la comprensión .....	56
2.4 Los múltiples fines de la práctica matemática .....	61
2.5 Utilidad y belleza matemática: economía y elegancia .....	67
2.6 Conclusiones .....	79

### Capítulo 3. Valores y objetividad en la práctica físico-matemática

3.0 Introducción .....	84
3.1 La generalización predicativa: los enunciados de hechos brutos .....	87
- Elección juiciosa y comprensión .....	93
3.2 De los enunciados brutos a los científicos: el papel de las convenciones científicas....	99
- Las definiciones de medida: el tiempo mensurable .....	105
3.3 La generalización inductiva: los enunciados de hechos científicos .....	114
3.4 Los principios y las leyes universales .....	130
3.5 Conclusiones .....	136

### Capítulo 4. El valor de la ciencia: la defensa de Poincaré

4.0 Introducción .....	145
4.1 El debate sobre la bancarrota de la ciencia: el credo científico .....	146
4.2 Los argumentos de Tolstoi: la relatividad histórica de la verdad científica .....	152
4.3 Los argumentos de Carpenter: el carácter ficcional de la ciencia .....	154
4.4 La defensa de Poincaré: el convencionalismo moderado .....	158
4.5 Conclusiones .....	163

CONCLUSIONES GENERALES .....	165
------------------------------	-----

Bibliografía .....	172
--------------------	-----

# INTRODUCCIÓN

## 0.1 El papel de los valores en la filosofía de la ciencia contemporánea

Tradicionalmente la reflexión filosófica en torno a la relación entre ciencia y valores se ha desarrollado bajo la tensión de dos tendencias aparentemente opuestas. Por un lado, el reconocimiento de que la ciencia es una actividad social que se desarrolla en contextos culturales, políticos y económicos, por lo que de manera irremediable es una actividad que influye y se ve influenciada por valores provenientes de estos contextos. Por el otro, el ideal de que la ciencia es una actividad que produce un conocimiento objetivo, esto es, un conocimiento de carácter factual, cuya justificación se establece por métodos imparciales, ajenos a los deseos particulares, o a la influencia de grupos sociales externos a la comunidad científica.

Como resultado de esta tensión, durante el último siglo las posiciones filosóficas se han distribuido entre dos polos. En un extremo, las posiciones que reconocen la legitimidad del ideal de la objetividad científica. Estas posiciones se caracterizan por aproximarse a un “purismo” epistémico de la ciencia; es decir, la tesis de que los valores contextuales no deberían influir en todos los aspectos de la práctica científica; en particular, las actividades relacionadas con la justificación del conocimiento científico (relación teoría-evidencia) se deben de mantener “puras” frente a la influencia de esta clase de valores.<sup>1</sup> La razón es que

---

<sup>1</sup> Esta posición puede identificarse en posturas (afines al empirismo lógico) en las que se establece una distinción, o bien, entre el contexto de descubrimiento y justificación, por ejemplo, en la filosofía de H. Reichenbach, o bien, entre lo epistémico y lo pragmático, como en la filosofía de R. Carnap. Cf. Reichenbach, H. *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press. 1938; Cf. Carnap, R. “Empiricism, Semantics & Ontology” en *Meaning and Necessity: A Study in Semantics and Modal Logic*, University of Chicago Press, 1956. Cabe señalar que dentro del mismo empirismo lógico ya había posturas disidentes sobre este tema. Cf. Neurath, O. “The Lost Wanderers and The Auxiliary Motive (*On the psychology of Decision*)” en *Philosophical Papers 1913-1946* (Robert S. Cohen and Marie Neurath (eds.)), Vol. 16. Dordrecht, Boston, and Lancaster: D. Reidel. 1983. Para una exposición de la postura de Neurath sobre el tema, Cf. Howard, D. “Lost Wanderers in the Forest of Knowledge: Some Thought on the Discovery-Justification Distinction” en *Revisiting Discovery and Justification: Historical and Philosophical Perspectives in the Context Distintcio* (Schickore, J., Steinle, F. (eds.)), Dordrecht: Springer, 2006. pp. 3-22. Para una discusión general sobre si el empirismo lógico se suscribe al ideal de la objetividad científica, cf. Roberts, J. “Is logical empiricism committed to the ideal of value-free science?” en *Value-Free Science? Ideals and Illusions* (Kincaid, H., Dupré, H., Wylie, A. (eds.)), Oxford University Press, 2007. pp. 143-163.

el *valor* de la ciencia radica en su objetividad y la intromisión de valores “no-epistémicos” en los procesos de justificación atentan contra ésta.<sup>2</sup> En el otro extremo, las posturas que no reconocen la legitimidad del ideal de la objetividad científica. Estas posiciones suelen adoptar un impurismo epistémico de la ciencia, con base en el cual sostienen que la actividad científica no puede, ni debe, estar libre de valores contextuales. En consecuencia, la noción de objetividad científica subyacente a este ideal debe modificarse por una versión menos restrictiva, o bien, el ideal debe reemplazarse por otro de distinta clase (por ejemplo, la solidaridad).<sup>3</sup>

En las últimas décadas, la discusión parece decantarse hacia el intento de articular un impurismo epistémico bajo una reforma del ideal de la objetividad científica.<sup>4</sup> En este

---

<sup>2</sup> La distinción entre valores epistémicos y no epistémicos ya está presente en Kuhn, T. “Objetividad, juicios de valor y elección de teoría” en *La Tensión Esencial*, F.C.E. 1982. Esta distinción ha sido desarrollada y defendida por filósofos posteriores. Cf. McMullin, E., “Values in Science”, *Proceedings of the 1982 biennial meeting of the Philosophy of Science Association*, (Peter Asquith y Thomas Nickles (eds.)) vol. 1., 3-28. 1982; Cf. Laudan, L. *Science and Values: The aims of science and their role in scientific debate*. University of California Press. 1984; Lacey, H. “Scientific understanding and the control of nature,” en *Science and Education*, 8, 1999. pp. 13-35; Laudan, L. “The epistemic, the cognitive & the social” en *Science, Values, and Objectivity* (Peter K. Machamer & Gereon Wolters (eds.)). University of Pittsburgh Press. 2004. pp. 14-23; Dorato, M. “Epistemic and No Epistemic Values in Science” en *Science, Values, and Objectivity. op. cit.* pp. 52-77. Para algunas críticas respecto a esta distinción, cf. Longino, H. “Cognitive and Non-Cognitive Values in Science: Rethinking the Dichotomy” en *Feminism, Science, and the Philosophy of Science*. (Lynn Hankinson Nelson & Jack Nelson (eds.)) Kluwer Academic Publishers. 1996 pp. 39-58; Cf. Douglas, H., Machamer, P. “Cognitive and Social Values” en *Science and Education*, 8, 1999. pp. 45-54. Las críticas de la filosofía feminista han sido particularmente agudas para identificar el papel de los valores no epistémicos/cognitivos en las prácticas de inferencia científica, para un panorama sobre este tema: Cf. Crasnow, S. “Feminist Philosophy of Science: Values and Objectivity” en *Philosophy Compass* 8/4, 2013, pp. 413 – 423.

<sup>3</sup> Longino, H. *Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry*. Princeton University Press. 1990; Douglas, H. *Science, Policy and the Value-Free Ideal*. University of Pittsburgh Press, 2009; Rorty, R. “¿Objetividad o Solidaridad” en *Objetividad, Relativismo y Verdad*, Paidós, 1996 pp. 39-56; Cf. Feyerabend, P. “La ética como la medida de la verdad científica”, “Los universales como tiranos y mediadores” en *La conquista de la abundancia*, Paidós Ibérica, 2000.

<sup>4</sup> Para los fines de esta investigación no estoy haciendo una distinción entre el ideal del purismo epistémico y el ideal de la ciencia libre de valores. Por lo tanto, se asume que la noción de objetividad subyacente al primer ideal puede elucidarse en los términos característicos de la noción de objetividad propia del segundo; esto es, la idea de que la objetividad científica radica en la neutralidad de su conocimiento (la ciencia no produce juicios de valor), la imparcialidad de sus métodos (no hay influencia de valores contextuales en los procesos de justificación científica) y la autonomía de su organización social (los fines de la ciencia no están impuestos por agendas ajenas a las de la propia comunidad científica). Sobre el ideal de la ciencia libre de valores, Cf. Lacey, H. *Is Science Value Free? Values and Scientific Understanding*, Routledge London & New York. 1999; Sobre una historia del ideal de la ciencia libre de valores, Cf. Douglas, H. *Science, Policy and the Value-Free Ideal, op. cit.* cap. 4. Sobre la diferencia entre el ideal del purismo epistémico y el ideal de la

sentido, los esfuerzos se han dirigido a modificar la noción de objetividad subyacente al ideal tradicional, para que pueda atender a una serie de críticas que su versión original no logra manejar. Estas críticas se pueden agrupar en tres clases:

Las críticas de corte epistemológico parten de que la relación entre teoría-evidencia no puede establecerse con plena certeza, de tal modo que, o bien, se generan instancias de sub-determinación teórica que exigen involucrar juicios de valor en los procesos de elección científica, o bien, se requiere de juicios de valor para sopesar los riesgos involucrados en la aceptación de una hipótesis (dado que es potencialmente falsa).<sup>5</sup> Por consiguiente, el foco de esta clase de críticas se concentra en analizar el rol que desempeñan los juicios de valor en la práctica científica, para argumentar que se involucran de manera irremediable en los procesos de justificación científica y que la clase de valores que orientan estas decisiones no son, ni tienen por qué ser, de naturaleza puramente “epistémica” o “cognitiva” (por lo que la distinción entre valores epistémicos y contextuales es inasequible).

Las críticas de corte político parten del hecho de que en algunas sociedades contemporáneas los científicos desempeñan un rol como consultores o creadores de políticas públicas. Por lo tanto, el científico contemporáneo tiene responsabilidades morales, pues dada su autoridad en ciertos temas, sus afirmaciones pueden tener consecuencias sociales. Sin embargo, esta responsabilidad moral parece ser incongruente con la imagen del científico que subyace al ideal de la objetividad científica. Pues bajo el punto de vista de este ideal, un buen científico se caracteriza por restringir los factores

---

ciencia libre de valores, Cf. Biddle, J “State of the field: Transient underdetermination and values in science” en *Studies in History and Philosophy of Science*, 44, 2013, pp. 124 -133. Sobre posturas que desarrollan una noción de objetividad alternativa al del ideal del purismo epistémico o el ideal de la ciencia libre de valores. Cf. Longino, H. *Science as Social Knowledge*, *op. cit.*; Douglas, H. *Science, Policy and the value-free ideal*, *op. cit.*; Carrier, M. “Values and Objectivity in Science: Value-Ladness, Pluralism and the Epistemic Attitude” en *Science & Education*, 22, 2013. pp. 2547-2568.

<sup>5</sup> Sobre el problema de la sub-determinación, las referencias clásicas son: Duhem, P. *La Teoría Física su objeto y estructura*, Herder, 2003, cap. 6; Quine, W. “Dos dogmas del empirismo” en *Desde un punto de vista lógico*, Orbis, 1985, pp. 49-81. Para una discusión sobre este problema en relación a la cuestión de los valores. Cf. Biddle, J. “State of the field: Transient underdetermination and values in science”, *op. cit.*; Howard, D. “Lost Wanderers in the Forest of Knowledge: Some Thought on the Discovery-Justification Distinction”, *op. cit.*; Longino, H. *Science as Social Knowledge*, *op. cit.* cap. 3. Sobre el problema del riesgo inductivo, la referencia clásica es: Rudner, R. “The Scientist Qua Scientist Make Value Judgements” en *Philosophy of Science*, Vol. 20, No. 1, 1953. pp. 1-6. Para una discusión contemporánea sobre el tema: Cf. Douglas, H. “Inductive Risk and Values in Science” en *Philosophy of Science*, Vol. 67, No. 4 (Dec., 2000), pp. 559-579; Cf. Douglas, H. *Science, Policy and the value-free ideal*. *op. cit.*

idiosincrásicos de tal modo que no atenten contra la neutralidad e imparcialidad de su investigación, sin importar su posible impacto social. Esta incongruencia es un indicador de que el ideal de la objetividad científica (sea realizable o no) ya no es un ideal vigente, pues es ajeno a la dimensión política de la actividad científica. El enfoque de esta clase de críticas se concentra en el elucidar cuál es el valor de la ciencia, en qué medida se identifica este valor con el ideal de objetividad científica y si es factible modificar este ideal para ser congruente con las necesidades sociales del ser científico contemporáneo.<sup>6</sup>

La tercera clase de críticas de corte histórico más que oponerse al ideal de la objetividad científica, se enfocan en mostrar que dicho ideal no es de carácter universal, pues tiene una historia, un origen y un posible fin.<sup>7</sup> A partir de estas investigaciones se pueden desprender consecuencias importantes respecto a los problemas en los que se enfocan las anteriores clases de críticas. Por un lado, la distinción entre valores epistémicos y contextuales que resulta un problema focal para las primeras clases de críticas, desde una perspectiva histórica se disuelve en una distinción más vaga entre valores positivos (virtudes) y negativos (vicios), relativos al momento histórico de una disciplina científica. Por otro lado, el reconocimiento de que el ideal de la objetividad científica puede perder vigencia – tal como sostienen las segundas críticas, resulta una consecuencia directa del hecho de que dicho ideal es de carácter histórico. Esto además indica que la respuesta a la cuestión de cuál es el valor de la ciencia no tiene una respuesta unívoca y que puede cambiar con el tiempo.

De este modo, con base en esta clasificación se pueden desprender algunas de las preguntas centrales que aborda la axiología contemporánea de la ciencia: ¿Cuál es el valor de la ciencia? ¿Cuál es el rol que desempeñan (o deben desempeñar) los juicios de valor en la práctica científica? ¿Qué clase de valores juegan (o deben jugar) un papel y en qué contexto? ¿Es la distinción entre clases de valores sustancial? ¿En qué radica ser un buen

---

<sup>6</sup> Cf. Douglas, H. *Science, Policy and the Value-Free Ideal*. *op. cit.*; Kitcher, P. *Science in a democratic society*, Prometheus Books, 2011.

<sup>7</sup> Sobre la historia detrás de la asociación entre objetividad y neutralidad valorativa: Cf. Proctor, R. *Value-Free Science? Purity and Power in Modern Knowledge*, Harvard University Press, 1991; Sobre, el surgimiento de la noción de objetividad científica en el siglo XIX, cf. Daston, L., Galison. P., *Objectivity*, Zone Books, Massachusetts University Press, 2007.



científico? ¿En qué medida la historia de la objetividad y de los valores nos ayuda a discernir estas cuestiones?

La presente investigación se circunscribe en esta discusión, por lo que pretende articular una posición respecto a estas preguntas. El propósito central es plantear un impurismo epistémico de la ciencia sin abandonar la idea de que el valor de la ciencia radica en su objetividad. Cabe señalar que no se quiere defender al ideal de la objetividad científica frente a las críticas contemporáneas. Al contrario, se considera que estas críticas son acertadas, por lo que el ideal tradicional de la objetividad científica parece insostenible. Más bien, lo que se busca es una respuesta a la siguiente pregunta: ¿Qué noción de objetividad resultaría compatible con una ciencia *no* libre de valores?

La tesis que se pretende defender es que la filosofía de la ciencia de H. Poincaré ofrece una postura a partir de la cual se puede resolver esta cuestión. En particular, se intentará mostrar que su noción de objetividad científica es compatible con un impurismo epistémico. A primera vista, podría parecer extraño apelar a la filosofía de Poincaré para esta cuestión, pues hay afirmaciones que parecieran indicar que su postura es del todo afín al ideal tradicional de la objetividad científica.<sup>8</sup> Sin embargo, si bien hay momentos en donde Poincaré discute la cuestión de la neutralidad o de la autonomía científica, como intentaré mostrar, su noción de objetividad no se elucida en los términos que lo hace el ideal de la ciencia libre de valores. Más aún, el análisis que Poincaré realiza sobre las prácticas de uso y construcción de los *objetos* matemáticos y físico-matemáticos muestra cómo se ven involucrados diferentes clases de valores y juicios de valor en estas actividades, sin que esto vaya en detrimento de su objetividad; al contrario, para Poincaré, un *buen* objeto científico se caracteriza porque instancia una diversidad axiológica que lo hace útil para satisfacer diversas necesidades (incluidas necesidades epistémicas) y para distintas clases de científicos.

Sin embargo, hay otra razón por la que la filosofía de la ciencia de Poincaré puede ofrecernos un buen punto de partida para abordar este tema. Y es que Poincaré desarrolla su noción de objetividad científica con el propósito de mostrar en qué radica el valor de la

---

<sup>8</sup> Lacey, H. *Is Science Value Free?*, Routledge, 1999. p. 1

ciencia y así ofrecer una respuesta a lo que E. Zola denominó la crisis escéptica del siglo XIX: el debate sobre la bancarrota de la ciencia.

## 0.2 El debate sobre la bancarrota de la ciencia a finales del siglo XIX.

El debate de la bancarrota de la ciencia se remonta a la década de 1880's en algunos países de Europa. Se identifica con el surgimiento de una oposición filosófica y teológica contra el denominado "credo científico"; esto es, la disposición, dominante en varios círculos artísticos, intelectuales y políticos de la época, de glorificar a la empresa científica. Esta oposición se desarrolló en distintas fases, a través de una serie de críticas que, en general, apuntaban a delimitar el dominio de validez de la ciencia, poner en entredicho la neutralidad moral de su práctica y argumentar su fracaso como empresa humana. En particular, se enfatizaba que en cuestiones religiosas, éticas o morales, las explicaciones científicas no son asequibles e incluso, dada su tendencia al materialismo y al determinismo, su aplicación podría resultar perjudicial. De este modo, la pretensión de que la empresa científica sería capaz de resolver todos los misterios del universo estaba injustificada, pues la ciencia había fallado en elucidar la naturaleza humana, las leyes de su conducta y su destino. En suma, la oposición argumentaba que el "credo científico" se justificaba en una idea de ciencia sin valor, es decir, en bancarrota. Dentro las críticas que se desarrollaron a lo largo de este debate caben rescatar las críticas de L. Tolstoi y E. Carpenter, como dos críticas que se complementan y que en su conjunto llegan a la conclusión de que la ciencia carece de valor epistémico y moral (en el capítulo 4 se desarrollan a mayor detalle el contexto y estas críticas).

Por un lado, el argumento de Tolstoi parte de la siguiente consideración: la historia de la ciencia muestra que parte del conocimiento valorado durante una época como científico, eventualmente deja de valorarse como tal. Dado que no tenemos derecho a suponer que la época actual es una excepción a lo anterior; entonces, por analogía: algunos de los conocimientos que actualmente son considerados científicos perderán necesariamente dicho valor. En otras palabras, algunas de las verdades científicas actuales serán devaluadas por los científicos del futuro a meras equivocaciones. Con base en lo anterior, Tolstoi plantea

que la distinción entre conocimiento científico y no-científico, sólo tiene sentido en relación a los criterios idiosincráticos de un contexto social e histórico determinado. Asimismo, dado que no hay criterios *a priori* que permitan distinguir qué conocimientos de la ciencia actual no serán devaluados por los científicos del futuro; entonces, no se puede afirmar que la ciencia actual es un progreso epistémico respecto a la ciencia del pasado. En general, lo que cabe suponer es que “la proporción de verdad y error” entre ambas es la misma. En este sentido, no cabe hablar de una verdad científica universal, sino de una sucesión histórica de afirmaciones que, durante un periodo, son valoradas como verdades por la comunidad científica de una época.

Sin embargo, aún cuando la ciencia carezca de valor epistémico, puede ser que tenga valor moral. Y es que, de acuerdo con Tolstoi, no importa si las verdades científicas no son de carácter universal, pues, en última instancia, la sociedad no confía en las verdades científicas, sino en los científicos y en el éxito práctico de su conocimiento. Por lo tanto, la cuestión respecto al valor moral de la ciencia requiere indagar si esta confianza está justificada. Para Tolstoi esto significa analizar el método y los fines de la práctica científica. Respecto a la metodología, Tolstoi asume la crítica de Carpenter sobre este tema. A partir de esto, su crítica se dirige a analizar el fin de la ciencia. Bajo su punto de vista, los científicos (desde los matemáticos hasta la sociólogos) articulan el fin de su práctica alrededor de la teoría de “la ciencia por la ciencia”, según la cual el fin de la investigación científica es el conocimiento de *todo* lo que existe. El problema con la esta finalidad, señala Tolstoi, es que es irrealizable; por consiguiente, lo que en realidad sucede es que el fin de la investigación lo deciden los científicos guiados por sus intereses egoístas. En este sentido, los científicos, o bien, deciden investigar “curiosidades inútiles” que no guardan relación alguna con los problemas de la vida, o bien, promueven desarrollos tecnológicos que sólo benefician a las clases altas. En todo caso, la ciencia carece de valor moral, pues preserva las condiciones precarias que sufre la humanidad. Ante esta situación, Tolstoi plantea abandonar el ideal subyacente a la teoría de la “ciencia por la ciencia”, y sustituirlo por otro ideal, en donde la *buena* ciencia tiene como finalidad mejorar las condiciones de la vida humana, se debe tratar de un conocimiento que nos diga cómo vivir para vivir bien.

Por otro lado, el argumento de Carpenter parte de una concepción de la práctica del científico como un conjunto de procesos de abstracción e idealización, por medio de los cuales dota de sentido a concepciones abstractas. Estas concepciones le permiten construir un andamiaje teórico, con el que produce predicciones y/o explicaciones. El presunto valor epistémico de las teorías científicas proviene, o bien, de que las concepciones científicas refieren genuinamente, o bien, de la capacidad predictiva o explicativa de las teorías. Por lo tanto, Carpenter argumenta que: 1) Las concepciones científicas no refieren a nada, pues son ficciones que cobran un sentido definido sólo bajo condiciones ideales o abstractas, es decir, condiciones que en la realidad no se cumplen. 2) La capacidad predictiva de una teoría no es razón suficiente para afirmar su verdad, sólo que es útil como una hipótesis. 3) Las explicaciones científicas no son válidas, pues hacen uso de concepciones científicas que dado su carácter ficcional no pueden considerarse verdaderas, por lo que no pueden funcionar como una premisa en un argumento deductivo; o bien, por su naturaleza abstracta, no pueden participar en una cadena causal. En suma, para Carpenter, las teorías carecen de valor epistémico, a lo mucho tienen un valor instrumental. Bajo su punto de vista, la ciencia ha fracasado por dos razones. En primer lugar, este fracaso se debe a un defecto de la racionalidad científica: la tendencia “a separar la parte lógica e intelectual del hombre de lo emocional e instintivo, y darle un lugar propio”. Segundo, por medio de este proceso, la ciencia intenta realizar una tarea imposible: “descubrir una representación permanentemente válida y puramente intelectual del universo”. Tal cosa, para Carpenter, no existe.

Con base en lo anterior, se tiene que el debate sobre la bancarrota de la ciencia fue una discusión que tenía como foco la cuestión del valor de la ciencia. Con base en argumentos metodológicos e históricos, los críticos al “credo científico” argumentaron que la ciencia carece de valor epistémico. Asimismo, se argumentó que el fin de la ciencia concebido como la investigación de *todo* lo que existe, o bien, la búsqueda de una representación puramente intelectual de la naturaleza, no son realizables. En el fondo, dice Carpenter, el problema radica en un defecto de la racionalidad científica y su tendencia a demarcar lo lógico de lo emocional; mientras que, para Tolstoi, el problema radica en que el criterio de

elección del científico es egoísta y moralmente cuestionable, pues no beneficia a la humanidad.

Como puede verse existe un paralelismo entre las cuestiones centrales del debate de la bancarrota de la ciencia, y las preguntas que aborda la axiología de la ciencia contemporánea. En el centro está la pregunta sobre el valor de la ciencia. En un caso, se rechaza que el valor de la ciencia radique en su capacidad de descubrir verdades universales; en el otro, se discute si la ciencia pueda ofrecer un conocimiento objetivo y ajeno a los valores idiosincrásicos propios del contexto del que surge. En ambos casos, se desarrollan críticas respecto a la naturaleza de la relación entre teoría y evidencia; asimismo, ambas discusiones coinciden en apuntar a que parte del problema surge de la pretensión del científico de eliminar la influencia de factores emocionales, personales y sociales de su razonamiento; por último, tanto los que afirmaban la bancarrota de la ciencia, así como los que rechazan el ideal del purismo epistémico, critican el ideal o la finalidad última de la ciencia y la necesidad de reemplazarlo, en el primer caso por ser moralmente cuestionable; en el segundo, por no estar vigente con las necesidades del científico.

De este modo, cabe cuestionar si la respuesta que ofreció Poincaré a principios del siglo XX, contra los que afirmaban la bancarrota de la ciencia es válida (una respuesta que cabe señalar no buscaba defender al científicismo del “credo científico”). Y más aún si ofrece un punto de partida para dar cuenta de los problemas que aquejan a la axiología de la ciencia contemporánea. Para esto cabe desarrollar una lectura de corte axiológico de la filosofía de la ciencia de Poincaré; una lectura que, hasta donde logro ver, aún no se ha realizado. Dicho lo anterior, uno de los objetivos de esta investigación es desarrollar esta lectura axiológica.

### 0.3 La filosofía de la ciencia de Poincaré: una lectura axiológica

Tradicionalmente, la filosofía de la ciencia de Poincaré suele introducirse en torno a dos problemas: por un lado, se le presenta a la luz de su filosofía de las matemáticas, como una postura que contrasta con el logicismo que se origina a finales del siglo XIX; por otro lado,

suele presentarse como una respuesta a los problemas epistemológicos que planteó el surgimiento de las geometrías no euclidianas, de tal manera que se identifica a su filosofía con el convencionalismo geométrico y, en menor medida, con el convencionalismo en física.<sup>9</sup> Un problema común con estos dos planteamientos es que suponen que la filosofía de Poincaré se desarrolló *exclusivamente* como una respuesta a los problemas científicos de su época, como si el contexto intelectual y social más amplio no hubiera afectado su desarrollo.<sup>10</sup> Asimismo, esta forma de presentación tiende a fragmentar su pensamiento, en el sentido de que se le expone, o bien, desde sus aspectos no convencionales (aritmética), o bien, desde los convencionales (geometría y mecánica), como si no hubiera conexiones íntimas entre los mismos.

Por lo tanto, al exponer a la filosofía de la ciencia de Poincaré como una respuesta al debate sobre la bancarrota de la ciencia, no sólo se pretende aportar a la caracterización del contexto intelectual (no científico) que, en parte, influyó en el desarrollo de su pensamiento. También se mostrará que presentada desde esta perspectiva, la filosofía de Poincaré cobra mayor coherencia interna; en particular, veremos que la relación entre valores y objetividad está presente en sus consideraciones epistemológicas tanto en matemáticas como en física.

Ahora bien, para reconocer el lugar que ocupan los valores en la filosofía de la ciencia de Poincaré, cabe recordar que su convencionalismo surge como una tercera vía en la epistemología de la ciencia, un camino entre el racionalismo y el empirismo que toma

---

<sup>9</sup> Sin embargo, como señala de Paz, es un error considerar que el convencionalismo físico de Poincaré sólo es una extrapolación de su convencionalismo geométrico. Por un lado, hay diferencias filosóficas entre las convenciones físicas y geométricas que obstruyen esta simple extrapolación; por el otro, hay razones históricas para considerar que el convencionalismo físico de Poincaré tiene un origen independiente a su convencionalismo geométrico. Cf. de Paz, M., *Mecánica y Epistemología en Henri Poincaré*, Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 2014, cap. 4; Cf. Giedymin, J. “On the origin and significance of Poincaré’s Conventionalism” en *Science and Convention: Essays on Henri Poincaré’s Philosophy of Science and the Conventionalist Tradition*, Oxford Pergamon Press, 1982 pp. 1-36; Giedymin, J. “Geometrical and Physical Conventionalism of Henri Poincaré in Epistemological Formulation” en *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 22, No. 1, 1991 pp. 1-22; Pulte, H. “Beyond the Edge of Certainty: Reflections on the Rise of Physical Conventionalism” en *Philosophia Scientiae*, 4 (1). 2000. pp. 47-68

<sup>10</sup> Una excepción al respecto se encuentra en de Paz, M. “The Third Way Epistemology: A Re-characterization of Poincaré’s Conventionalism” en *Poincaré, Philosopher of Science: Problems and Perspectives* (de Paz, M. & DiSalle R., (eds.)), Springer, 2014. pp. 47-50

elementos de estas corrientes y que tiene como foco central a la *decisión* del científico.<sup>11</sup> En otros términos, el convencionalismo de Poincaré sostiene que la ciencia no puede analizarse meramente en términos de juicios analíticos, sintéticos, o sintéticos *a priori*, se requieren también de convenciones, pues hay elementos que no se justifican en la experiencia, ni en el principio de contradicción, ni en alguna estructura cognitiva dada *a priori*, sino en la *elección* del científico. Lo que se argumentará a lo largo de esta investigación es que esta decisión convencional o “elección juiciosa” (el término es de Poincaré) se ve *guiada* por criterios de *comodidad*; es decir, *juicios de valor*. En este sentido, los juicios de valor juegan un papel central en la filosofía de la ciencia de Poincaré que ha sido poco reconocido.<sup>12</sup> Asimismo, se va a argumentar que la noción de juicio de valor se puede caracterizar en términos de una actividad no lógica; es decir, un ejercicio de la intuición que Poincaré denomina como *comprensión*. Un ejercicio que, como veremos, resulta fundamental para la construcción y uso de los *objetos* científicos. De este modo, el problema de elucidar el papel de los valores en la filosofía de la ciencia de Poincaré se convierte en la cuestión de analizar los procesos de construcción de los *objetos* científicos, para identificar el rol que juega la “elección juiciosa” en estos procesos y así reconocer los valores que guían esta decisión. Este será el eje que adoptaré a lo largo de los siguientes capítulos para analizar la filosofía de la ciencia de Poincaré.

Antes de concluir, cabe introducir la noción de objetividad de Poincaré. Para Poincaré, lo objetivo es aquello que es *inteligible* y *aplicable*. Por inteligibilidad nos dice Poincaré:

“La primera condición de la objetividad: lo que es objetivo debe ser común a muchos espíritus y, por consiguiente, se debe poder transmitir de uno a otro, pero como esta transmisión no se puede hacer sino por ese “discurso”..., estamos obligados a concluir: nada de discursos, nada de objetividad.

---

<sup>11</sup> Cf. de Paz, M. *op.cit.* p. 53.

<sup>12</sup> De los pocos filósofos que identifica a los criterios de comodidad con valores (cognitivos) es Yemima Ben-Menahem: “Choices between different conventions are made in the light of (cognitive) values, notably simplicity” (Ben-Menahem, Y. “Convention: Poincaré and Some of His Critics” en *The British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. 52, No. 3, 2001. p. 473, 489, 492); “Poincaré undertakes an examination of the physical sciences, focusing, as before, on those aspects of scientific reasoning that are, at least some extent, ‘up to us’, that is, those aspects that are matter of methodology, values, and convenience” (Ben-Menahem, Y. *Conventionalism*, Cambridge University Press, 2006. p.60). La gran mayoría de comentaristas no usa este término. Quizás esto se deba a la ambigüedad de la noción de valor. Sin embargo, para poder relacionar la filosofía de Poincaré con problemas de axiología contemporánea resulta central hacer esta identificación.

No tendrá, pues, valor objetivo, nada más que lo que sea transmisible por el “discurso”, es decir, lo inteligible”<sup>13</sup>

Respecto a la noción de aplicabilidad, nos dice Poincaré:

“Un conjunto absolutamente desordenado no podría tener valor objetivo, puesto que sería ininteligible, pero un conjunto ordenado puede no tener ninguno, si no corresponde a sensaciones efectivamente experimentadas”.<sup>14</sup>

Cabe señalar, que Poincaré plantea estas condiciones de objetividad en el contexto de la investigación empírica, en defensa de la objetividad de las leyes de la física-matemática. Por lo tanto, la noción de aplicabilidad debe entenderse como “correspondencia” con “sensaciones efectivamente experimentadas” sólo en el contexto de esta clase de investigación empírica. En otras palabras, lo que se plantea es que para poder usar la noción de objetividad de Poincaré en otras disciplinas científicas se requiere interpretar esta noción de aplicabilidad bajo otros términos. En particular, veremos que la noción de aplicabilidad en matemáticas se elucida en términos de “economía de pensamiento”. Esto implicaría que esta noción de objetividad es flexible, en el sentido de que la noción de inteligibilidad y aplicabilidad pueden cobrar significados distintos dependiendo la práctica científica. Esto es coherente con la idea de que la filosofía de la ciencia de Poincaré no debe leerse como una propuesta que ofrece una filosofía general de la ciencia, sino como una propuesta que realiza un análisis filosófico que es sensible a la práctica científica de la que se ocupa; en este sentido, encontramos que el rol que juegan la experiencia, las hipótesis, las convenciones y las hipótesis no es el mismo en toda práctica científica. Por lo tanto, la inteligibilidad y la aplicabilidad deben concebirse sólo como condiciones mínimas que una representación discursiva debe cumplir para considerarse objetiva. Lo que se va a defender es que los valores no van en detrimento de que una representación discursiva pueda satisfacer estas condiciones, al contrario contribuyen o, mejor aún, impulsan su objetividad (la cual adopta, bajo esta perspectiva, un carácter gradual).

---

<sup>13</sup> Poincaré, H. (1905) *El valor de la ciencia*, Espasa-Calpe. 1946. p.159

<sup>14</sup> *Ibíd*, p. 159



#### 0.4 Estructura de la tesis

Para lograr los propósitos hasta ahora expuestos, la investigación está estructurada de la siguiente manera. En el capítulo 1, se ahonda en la noción de experiencia de Poincaré a partir del análisis de los procesos de constitución del “objeto” fenomenológico o “hecho bruto”. Se analiza, en particular, el papel de la intuición del espacio sensible como una instancia en la que se requiere de la elección juiciosa (una valoración) para la definición de una “convención fundamental” con base en la cual se construye un “espacio sensible” *útil* para nuestra sobrevivencia en el entorno, a partir de una convención fundamental. Asimismo, se ahonda en las propiedades de los hechos brutos a partir de las cuales se elucida su fecundidad epistémica; es decir, su capacidad para funcionar como causa y corrección de nuestras hipótesis. Este último punto es central para comprender el aspecto empirista de la filosofía de la ciencia de Poincaré.

En el capítulo 2, se ahonda en los procesos de constitución de los objetos matemáticos. Como veremos, la naturaleza del objeto matemático plantea el problema de cómo expresar discursivamente las propiedades generales de elementos que pertenecen a totalidades infinitas. Se analiza el papel que juega la intuición pura del principio de inducción matemática para resolver esta cuestión. Se argumentará que a pesar de que la evidencia de un teorema matemático descansa en el ejercicio de una intuición pura (por lo tanto, no se involucran juicios de valor), esta evidencia no es suficiente para predicar la objetividad del teorema matemático. En efecto, se requiere además que este teorema sea *aplicable*. Es aquí donde se involucra la *comprensión* del matemático, como el desarrollo de una intuición a través de la cual el matemático aprende a sentir (o logra entrever) las relaciones que permiten sintetizar a una diversidad de teoremas bajo una organización que instancia valores específicos que dan cuenta de su utilidad y/o belleza. En este sentido, para Poincaré, el buen matemático no sólo debe demostrar, sino también inventar y aplicar; en otros términos, no sólo debe construir teoremas evidentes sino también económicos y elegantes. Pues sólo a partir de que un teorema instancia esta diversidad axiológica se

puede dar cuenta de su objetividad. Se concluye analizando qué función realizan los valores prácticos-cognitivos y estéticos en el contexto de la práctica matemática.

En el capítulo 3, se retoman algunos de los resultados de los últimos dos capítulos para ahondar en los procesos de construcción del objeto físico-matemático. De manera análoga al caso matemático, la naturaleza del hecho bruto plantea el problema de cómo expresar hechos infinitamente particulares, mediante recursos discursivos finitos. También en este contexto, la generalización ofrecerá una respuesta a esta cuestión; sin embargo, a diferencia de la generalización matemática que se realiza con base en una intuición pura, la generalización empírica está conforme con una elección juiciosa. Se analizan tres procesos de generalización empírica: la generalización predicativa, la generalización inductiva (leyes experimentales) y la generalización físico-matemática (leyes universales). Así como las convenciones científicas que suelen usar el físico a lo largo de estos procesos: las definiciones de medida y los principios de la mecánica. Como veremos, a lo largo de todo el proceso de constitución de estas leyes, el físico hace uso de convenciones e hipótesis guiado por valores epistémicos, práctico-cognitivos y estéticos. En este sentido, una buena ley físico-matemática es aquella que *unifica* una gran diversidad de hechos, bajo una expresión matemática *simple, fecunda y bella*. Se mostrará cómo estos valores no atentan contra la posibilidad de que las leyes experimentales puedan establecer una relación con la evidencia empírica, y cómo es que esta diversidad axiológica contribuye a su inteligibilidad y aplicabilidad.

En el capítulo 4, se ahonda en el debate de la bancarrota de la ciencia; por un lado, se ahonda en el contexto en el que surge el credo científico en Francia y en Inglaterra; por el otro se exponen a mayor detalle las críticas que en este contexto desarrollaron Tolstoi y Carpenter. Por último, se desarrolla la respuesta de Poincaré a estas críticas con base en los resultados obtenidos en los otros capítulos. Como veremos, esta respuesta radica en: 1) la convicción de Poincaré de que el valor de la ciencia no radica en su verdad (entendida en un sentido metafísico), sino en su objetividad, es decir, en su inteligibilidad y su aplicabilidad; 2) su noción de racionalidad científica como una racionalidad guiada por valores que posee una dimensión afectiva, a partir de lo cual rechaza que el científico sea una máquina racional que separa lo emocional de lo intelectual; 3) su noción de

convención, a partir del cual da cuenta del valor de las ficciones científicas; 4) su hipótesis respecto a la continuidad estructural de la ciencia, en virtud del carácter matemático de las leyes físicas y el carácter social de la elección juiciosa.

Por último, en las conclusiones generales, se sintetiza la postura de Poincaré respecto a la relación entre valores y objetividad, a partir de lo cual se elucida en qué medida esta posición ofrece un punto de partida fructífero para responder a los problemas actuales en axiología de la ciencia.

# Capítulo 1

## La Experiencia Fenomenológica

### 1.0 Introducción

“La experiencia es la única fuente de la verdad: sólo ella puede enseñarnos algo nuevo; sólo ella puede darnos la certeza”.<sup>15</sup>

El presente capítulo tiene como propósito ofrecer una caracterización de la noción de experiencia fenomenológica de H. Poincaré, a partir de la noción de “hecho bruto”. Poincaré adopta una noción de experiencia fenomenológica de corte kantiano, en el sentido de que las condiciones de posibilidad del “objeto” fenomenológico están en parte dadas por la estructura cognitiva del ser humano. En particular, su constitución formal depende de un proceso gradual en el que intervienen dos clases de intuiciones: la intuición *a priori* del tiempo fenomenológico y la intuición del espacio sensible. En la sección 1.1 y 1.2 se ofrece una exposición de este proceso gradual de constitución formal. Con base en lo expuesto, en la sección 1.3, se ahonda en la noción de intuición y convención que se ocupa en la constitución del espacio sensible. Se va a argumentar que esta clase de intuición se puede concebir como una facultad sintética que permite entrever, dentro de un conjunto de posibles acciones, aquellas series de actos que podrían resultar *útiles* para satisfacer un fin. En otros términos, dado un contexto, la intuición permite sintetizar posibles acciones bajo un sentido “conveniente” según un criterio de valoración. Se trata de una facultad que no necesariamente está dada *a priori*, sino que puede emerger de una interacción entre los recursos cognitivos disponibles por una persona y una situación problemática que define una finalidad a satisfacer. Sobre la noción de convención usada en este contexto, se mostrará cómo Poincaré identifica la noción de “convención” con una serie de decisiones que, en su conjunto, permiten la construcción de una definición analógica que, en parte, se

---

<sup>15</sup> Poincaré, H. (1902) *La ciencia y la hipótesis*, Espasa- Calpe. 1943, p. 133

justifica en su valor instrumental. En este sentido, se argumentará que esta clase de convenciones poseen un aspecto representacional y otro instrumental.

En la sección 1.4, se concluye con una caracterización de la noción de hecho bruto. Al respecto se plantea que la experiencia fenomenológica puede ser concebida como una totalidad de hechos brutos: ocurrencias empíricas conformadas por una infinidad de cualidades distinguibles según las reglas del espacio sensible y el tiempo fenomenológico. Dadas estas condiciones, la ocurrencia de los hechos brutos se define por ser variable e involuntaria. En primer lugar, la naturaleza variable de los hechos brutos implica que son particulares y subjetivos (su ocurrencia es relativa a una conciencia y a un cuerpo humano); en otras palabras, un hecho bruto es una variación única respecto a cualquier otro hecho bruto que pueda ser dado a lo largo de la experiencia de una conciencia. En segundo lugar, dado que la intuición del tiempo fenomenológico está dada *a priori* y que la intuición del espacio sensible puede considerarse como consecuencia de un rasgo evolutivo de la estructura cognitiva de la conciencia, se tiene que su intervención en la constitución formal del hecho bruto es involuntaria; en este sentido, la ocurrencia del hecho bruto se impone, es decir, es independiente de nuestras decisiones y deseos. Por último, desde un punto de vista epistemológico, el orden en el que está dado un hecho bruto ofrece una “objetividad” fenomenológica que, como veremos, permite que la experiencia pueda jugar un papel en el origen y en la aceptación de las generalizaciones científicas.

### 1.1 La intuición pura del tiempo fenomenológico

Como se comentó, Poincaré adopta una noción de experiencia fenomenológica de corte kantiano, en el sentido de que las condiciones de posibilidad del “objeto” fenomenológico están – en parte – dadas por la estructura cognitiva del ser humano.<sup>16</sup> De este modo, su

---

<sup>16</sup> La terminología de Poincaré respecto a los elementos constitutivos de la experiencia fenomenológica es ambigua y cambia a lo largo de su obra. Dentro de los términos que utiliza indistintamente se encuentran: estados de conciencia, impresiones, sensaciones, fenómenos o hechos. Por el momento, utilizaré la terminología ambigua que Poincaré emplea, pues me parece que su ambigüedad no entra en conflicto con el

análisis respecto a la naturaleza de la experiencia fenomenológica, parte de aquellas características que considera esenciales en toda ocurrencia empírica, para así cuestionar por sus condiciones de posibilidad en la estructura cognitiva humana. En este sentido, respecto a la noción del tiempo fenomenológico, nos dice Poincaré:

“Mientras no salimos del dominio de la conciencia, la noción de tiempo es relativamente clara. No solamente distinguimos sin dificultad la sensación del presente del recuerdo de las sensaciones pasadas o de la previsión de las sensaciones futuras, sino que *sabemos perfectamente* lo que queremos decir cuando afirmamos que, de dos fenómenos conscientes cuyo recuerdo hemos conservado, uno ha sido anterior al otro, o bien que, de dos fenómenos conscientes previstos, uno será anterior al otro”.<sup>17</sup>

Como puede observarse, para Poincaré, la distinción temporal que caracteriza a toda experiencia fenomenológica tiene la virtud de que nos permite saber “perfectamente” si un fenómeno sucede *ahora*, o según un *antes* y un *después*. Se trata de un criterio de clasificación que nos permite distinguir con certeza, entre lo actual y lo no actual; entre el presente, por un lado, y el pasado y el futuro, por el otro. En este contexto, la vivencia se entiende como la experiencia de lo actual; esto es: la experiencia que vive una conciencia al interactuar con una infinidad de sensaciones cualitativamente distintas que suceden de manera *simultánea*. Conforme a esto: “cuando decimos que dos hechos conscientes son simultáneos, queremos expresar que ambos se penetran profundamente, de tal modo que el análisis no los puede separar sin mutilarlos”.<sup>18</sup> En otras palabras, el contenido de una vivencia no es analizable según un antes y después, pues sucede ahora. Lo anterior quiere decir que todo análisis de la vivencia respecto al tiempo implica dejar experimentarla como actual. En palabras de Poincaré:

---

propósito de la presente exposición: presentar el papel de la intuición a priori del tiempo fenomenológico y de la intuición del espacio sensible, en el proceso de constitución formal del “objeto” fenomenológico. De este modo, siguiendo a Poincaré, en el contexto del tiempo fenomenológico, me referiré a los elementos constitutivos de la conciencia por medio de los términos que él utiliza, en este caso: estados de conciencia, fenómenos y hechos. Respectivamente, al tratar el tema del espacio sensible, me referiré a estos elementos como conjuntos de sensaciones o impresiones. Más adelante, una vez establecida el papel de estas intuiciones, ofreceré una caracterización más precisa de los elementos constitutivos de la experiencia fenomenológica por medio de la noción de hecho bruto.

<sup>17</sup> Poincaré, H. (1905) *El valor de la ciencia*, Espasa- Calpe., 1946, p.32

<sup>18</sup> *Ibidem*.

“Para que un conjunto de sensaciones se haya convertido en un recuerdo susceptible de ser clasificado en el tiempo, es menester que haya dejado de ser actual, que hayamos perdido el sentido de su infinita complejidad, sin lo cual habría permanecido actual. Es preciso que haya cristalizado, por decirlo así, alrededor de un centro de asociaciones de ideas, que será como una especie de rótulo. Sólo cuando hayan perdido así toda vida, podremos clasificar nuestros recuerdos en el tiempo, como un botánico ordena en su herbario las flores disecadas”.<sup>19</sup>

Por lo tanto, el recuerdo o la expectativa de todo hecho implican la reducción de la infinita complejidad de lo dado en la vivencia, en una complejidad analizable según una clasificación temporal. En otras palabras, una vivencia tiene que dejar de ser actual (es decir, infinitamente compleja), para que sea susceptible de ser esperada o recordada. Lo importante es reconocer que, si esto es el caso, entonces la forma en la que se experimenta el tiempo fenomenológico es consecuencia de que nuestra capacidad de clasificación temporal es *finita*. En efecto, si supusiéramos: “una inteligencia infinita, (...) una especie de gran conciencia que viera todo y clasificara todo *en su tiempo*, como nosotros clasificamos, *en nuestro tiempo*, lo poco que vemos”,<sup>20</sup> se tendría que:

“... esta inteligencia suprema no sería sino un semidiós; infinita en un sentido, sería limitada en otro, puesto que del pasado no tendría más que un recuerdo imperfecto, y no podría tener otro, de no ser así, todos los recuerdos le serían igualmente presentes y no existiría el tiempo para ella”.<sup>21</sup>

En suma, para Poincaré, la forma en la que se ordena temporalmente lo dado en la experiencia, recae en el hecho de que nuestra memoria para clasificar nuestros recuerdos y expectativas es finita. Pues si ésta fuera infinita, no habría experiencia del tiempo fenomenológico, todo se experimentaría en un presente perpetuo. Más aún, para Poincaré, la finitud de nuestra clasificación temporal sugiere que es una estructura *formal discontinua* dada *a priori*. En otras palabras, implica que el orden temporal conforme al cual se sucede lo dado en la experiencia es independiente de su contenido. Y si esto es el caso, entonces,

---

<sup>19</sup> *Ibíd.*, pp. 32-33.

<sup>20</sup> *Ibíd.*, p. 39

<sup>21</sup> *Ibídem*

dicha estructura no es una contingencia empírica, sino una forma de la experiencia fenomenológica que *preexiste* en nuestro espíritu.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Sobre este punto, señala Poincaré (*Ibid.*, p. 33): “Estos rótulos no pueden existir sino en número finito. Según eso, el tiempo fenomenológico sería discontinuo. ¿De dónde proviene entonces esa sensación de que entre dos instantes cualesquiera hay otros instantes? Clasificamos nuestros recuerdos en el tiempo, pero sabemos que quedan casillas vacías. ¿Cómo podría ser posible esto si el tiempo no fuera una forma preexistente en nuestro espíritu? ¿Cómo sabríamos que hay casillas vacías si esas casillas sólo nos fueran reveladas por su contenido?”.

La cuestión de cuál es la estructura que tiene el tiempo fenomenológico para Poincaré es ambigua. Por un lado, Poincaré se compromete con la finitud de la memoria como condición de posibilidad de la experiencia del tiempo fenomenológico, a partir de la cual plantea la discontinuidad de su estructura. Esta discontinuidad estaría en la base de la diferencia entre vivencia y recuerdo, es decir, sería la razón por la que no se puede restaurar una vivencia a partir de su recuerdo, pues una vivencia para ser recordada tiene que ser, en parte, olvidada. Por el otro, tal como la cita anterior señala, la experiencia del tiempo nos permite saber que hay instantes entre otros instantes aunque no podamos percibirlos directamente. En este sentido, Folina plantea que la estructura del tiempo fenomenológico sería densa y continua. La continuidad de esta estructura le permite a Folina equiparar a la intuición del tiempo fenomenológico con la capacidad de construir un orden aritmético, aproximando sobre este tema a la filosofía de Poincaré con la de Kant. (cf. Folina, J. *Poincaré and the Philosophy of Mathematics*, Palgrave Macmillan. 1992. pp. 33-35 y nota 16 del capítulo 2). Bajo mi punto de vista, estoy de acuerdo con que la posición de Poincaré sobre esta cuestión no es clara y que la experiencia de las “casillas vacías” sugiere que la estructura del tiempo fenomenológico es continua. Sin embargo, considero que es un error equiparar a la intuición del tiempo con la intuición pura propia del razonamiento matemático. Y es que no se debe pasar por alto que Poincaré admite que su noción de tiempo fenomenológico pretender asemejarse a la noción de duración de H. Bergson. (Poincaré, H. “El espacio y el tiempo” en *Últimos Pensamientos*, Espasa-Calpe, 1946). Esto permite afirmar que no es del todo correcto elucidar a la sucesión temporal de los estados de una conciencia en términos de una línea continua. La siguiente cita de Bergson permite comprender con mayor claridad esta cuestión:

“La idea de una serie reversible en la duración, o incluso simplemente de un cierto orden de sucesión en el tiempo, implica ella misma, pues, la representación del espacio y no podría ser empleada para definirlo. Para poner esta argumentación en una forma más rigurosa, imaginaremos una línea recta indefinida y, en esta línea, un punto material A que se desplaza. Si este punto tomase conciencia de sí mismo, se sentirá cambiar, ya que se mueve: percibirá una sucesión; pero esta sucesión ¿vestiría para él la forma de una línea? Sí, sin duda, a condición de que él pueda elevarse de algún modo por encima de la línea que recorre y percibir simultáneamente varios puntos yuxtapuestos de ella: pero haciéndolo formaría la idea de espacio y es en el espacio donde vería producirse los cambios que padece, no en la duración. Tocamos aquí con las manos el error de quienes consideran la pura duración como una cosa análoga al espacio, pero de naturaleza más simple. Estos gustan de yuxtaponer los estados psicológicos, de formar con ellos una cadena o una línea y no se imaginan que hacen intervenir en modo alguno en esta operación a la idea de espacio propiamente dicha, a la idea de espacio en su totalidad, porque el espacio es un medio de tres dimensiones. Más ¿quién no ve, para percibir una línea en forma de línea, hay que situarse fuera de ella, darse cuenta del vacío que la rodea y pensar, en consecuencia, un espacio de tres dimensiones? Si nuestro punto consciente A no tiene todavía la idea de espacio – y es en esta hipótesis en al que debemos ponernos -, la sucesión de los estados por los que pasa no podría revestir para él la forma de una línea; pero sus sensaciones se agregarán dinámicamente unas a otras y se organizarán entre sí como hacen las sucesivas notas de una melodía por la que nos dejamos mecer.” (Bergson, H. *Ensayo sobre los datos inmediatos de la conciencia*, Sígueme - Salamanca, 1999. pp. 78-79)

En este sentido, para Bergson, el tiempo fenomenológico como duración es heterogeneidad pura: “En resumen, la pura duración bien podría no ser sino una sucesión de cambios cualitativos que se funden, que se penetran, sin contornos precisos, sin tendencia alguna a exteriorizarse unos con relación a otros, sin



De esta manera, la certeza con la que se distingue el orden en el que se sucede el contenido de la conciencia se explica porque la intuición del tiempo fenomenológico está dada *a priori*. Sin embargo, los límites de esta certeza son estrechos. En efecto, una de las consecuencias de la clase de orden que establece la intuición del tiempo fenomenológico es el hecho de que ningún estado de conciencia pueda vivirse más de una ocasión; pues, dada la estructura discontinua del tiempo, resulta imposible restablecer la infinita complejidad de una vivencia a partir de su recuerdo. Además, su estructura discontinua sólo nos permite distinguir cualitativamente la duración de un estado de conciencia. En otras palabras: “*No tenemos la intuición directa de la igualdad de dos intervalos de tiempo*”; esto quiere decir que esta certeza no nos permite distinguir cuantitativamente el orden temporal entre dos ocurrencias empíricas.<sup>23</sup> Además, esta certeza sólo tiene un valor *subjetivo*; esto quiere decir que sólo es aplicable a los fenómenos que pertenecen a *una* conciencia.<sup>24</sup> Por lo tanto,

---

parentesco alguno con el número: sería la heterogeneidad pura. Pero no insistiremos, por el momento, en este punto: bástenos el haber mostrado que, desde el momento en que se atribuye la menor homogeneidad a la duración, se introduce subrepticamente el espacio.” (*Ibidem*). Por lo tanto, si asumimos que la noción de tiempo de Poincaré pretende asemejarse a la noción de duración de Bergson, entonces la estructura del tiempo fenomenológico puede concebirse como un continuo conformado de instantes heterogéneos. En todo caso, me parece que no se debe identificar a la intuición *a priori* del tiempo fenomenológico con la intuición pura detrás de la construcción del orden aritmético (la cual analizaremos en el capítulo 2). Pues además de que es ajena a la noción de duración de Bergson (tal como la cita anterior señala), me parece que no hay nada en la noción de intuición del tiempo fenomenológico de Poincaré que sugiera la capacidad de iteración que es central para el razonamiento matemático. Como a continuación veremos, el tiempo fenomenológico (sea de estructura continua o discontinua) nos ofrece la intuición de una sucesión de estados de conciencia, pero para pasar de esta sucesión a una repetición (en virtud de la cual se introduce la noción de número) se requiere de un elemento externo a la intuición del tiempo fenomenológico: la conciencia del movimiento del cuerpo.

<sup>23</sup> Poincaré H. *El valor de la ciencia*, op. cit. p. 33 (las cursivas son de Poincaré).

<sup>24</sup> Me gustaría añadir que, bajo mi punto de vista, la intuición pura del tiempo fenomenológico cumple una finalidad *trascendental*: articular la unidad de la conciencia. En efecto, la definición de vivencia, como la experiencia que resulta de la interacción con una totalidad de hechos simultáneos, ya presupone la unidad de la conciencia, pues sólo respecto a *una* conciencia (o un *yo*), se puede definir la noción de simultaneidad fenomenológica. En otras palabras, el *yo* se concibe como la unidad de la conciencia respecto a la cual *una* totalidad de hechos se experimenta de manera simultánea (en un *ahora*), pero compenetrados con estados de conciencia anteriores en un continuo heterogéneo. Una vez más, aquí la postura de Bergson puede servir para elucidar esta cuestión: “*La duración completamente pura es la forma que toma la sucesión de nuestros estados de conciencia cuando nuestro yo se deja vivir, cuando se abstiene de establecer una separación entre el estado presente y los estados anteriores*. Para ello no tiene necesidad de absorberse por entero en la sensación o en la idea que pasa, pues entonces, por el contrario, dejaría de durar. Tampoco tiene necesidad de olvidar los estados anteriores: basta que al acordarse de estos estados, no los yuxtaponga al estado actual como un punto a otro punto, sino que los organice con él, como ocurre cuando nos acordamos, fundidas a la vez, por así decirlo, de las notas de una melodía. [...] *Se puede, pues, concebir la sucesión sin distinción y como una penetración mutua, una solidaridad, una organización íntima de elementos, de los que cada uno, representativos del todo, sólo se distingue de ellos y se aísla de ellos para un pensamiento capaz de abstraer.*”

el orden cualitativo que establece la estructura *a priori* del tiempo fenomenológico, carece de validez si es aplicada a hechos extra-psicológicos, problema que, en palabras de Poincaré, se expresa de la siguiente forma:

“He ahí dos conciencias que son como dos mundos impenetrables entre sí. ¿Con qué derecho queremos hacerlas entrar en un mismo molde, medirlas con la misma medida? ¿No es como si se quisiera medir con un gramo o pesar con un metro?”.<sup>25</sup>

En resumen, todo lo dado en la experiencia se distingue por su orden temporal, se trata de una distinción formal que encuentra su justificación en la intuición *a priori* del tiempo fenomenológico. Dada su forma temporal, toda ocurrencia empírica es irrepetible, subjetiva y la certeza que justifica sólo es de carácter cualitativo. Siendo así, la naturaleza del tiempo fenomenológico plantea los siguientes problemas: 1) ¿Es posible transformar el tiempo fenomenológico de naturaleza cualitativa, en un tiempo cuantitativo? Y 2) ¿Es posible reducir a una misma medida hechos brutos que ocurren en conciencias distintas? En el siguiente capítulo, mostraré cómo este problema es análogo al problema que, de manera general, plantea la naturaleza de los hechos brutos a la condición discursiva de la objetividad. De este modo, su solución general se desarrollará en dicho capítulo. A continuación, pasaré a exponer el segundo momento de la constitución formal del objeto fenomenológico, se trata del proceso de constitución que compete a la intuición del espacio sensible.

## 1.2 La intuición sensible del espacio fenomenológico

De manera análoga al tiempo fenomenológico, la reflexión de Poincaré respecto a la constitución formal del espacio sensible parte de cómo el espacio sensible es dado en la

---

*Tal es sin duda alguna la representación que se haría un ser a la vez idéntico y cambiante que no tuviera idea alguna del espacio.”* (Bergson H. *op.cit.* p. 77. El énfasis es mío). Cabe enfatizar que esta simultaneidad fenomenológica carece de carácter intersubjetivo, por lo que es esencialmente subjetiva. Como veremos en el capítulo 3 (sección 3.2), la definición de una simultaneidad de carácter intersubjetivo requiere de una convención.

<sup>25</sup> Poincaré, H. *El valor de la ciencia. op. cit.*, p. 33.

experiencia para después cuestionar bajo qué condiciones esto es posible.<sup>26</sup> En este caso, Poincaré parte del siguiente hecho: la experiencia nos presenta al espacio sensible como una distribución de cualidades conformadas como un continuo físico de tres dimensiones. En este contexto, un continuo físico se define como una serie continua de conjuntos de sensaciones, caracterizada por la siguiente condición: si dos conjuntos de sensaciones son contiguos, entonces son cualitativamente indistinguibles; por lo tanto, en un continuo físico, la distinción cualitativa sólo es posible entre conjuntos de sensaciones no contiguos.<sup>27</sup> El hecho de que se experimente un espacio sensible con estas características plantea claramente un problema. Efectivamente, como vimos en la sección anterior, todo conjunto de sensaciones nos es dado como distinguible en el tiempo. Esto quiere decir que no hay manera que, desde el punto de vista temporal, dos conjuntos de sensaciones sean indistinguibles. En otras palabras, no hay manera que dos conjuntos de sensaciones nos sean dadas como conformando un continuo físico. Para que esto sea posible, nos dice Poincaré, se requiere abstraer sus diferencias:

“Veamos cómo se puede deducir un continuo físico, de la reunión de nuestras sensaciones. Cada elemento de un continuo físico es un conjunto de sensaciones; lo más simple es considerar en primer término un conjunto de sensaciones simultáneas, un estado de conciencia. Pero cada uno de nuestros estados de conciencia es algo extremadamente complejo, aunque no queda ninguna esperanza de ver que dos estados de conciencia se vuelvan indiscernibles. Sin embargo, de acuerdo con lo que precede, para construir un continuo físico es esencial que dos de esos elementos puedan considerarse como indiscernibles en ciertos casos. Ahora bien, jamás podremos decir: <<no puedo distinguir mi estado de alma actual de mí estado de anteaer a la misma hora>>. Es preciso, pues, que

---

<sup>26</sup> Poincaré distingue entre el espacio sensible o representacional y el espacio geométrico. Donde la relación entre los dos radica en que el primero puede dar una ocasión para que, mediante la aplicación de conceptos puros, se pueda constituir el segundo. En lo que sigue sólo me referiré a la constitución formal del espacio sensible. Asimismo, se puede hablar, como lo hace D. Stump, de una noción de espacio físico como el espacio presupuesto por las teorías físicas. Cf. Stump, D. “Henri Poincaré’s Philosophy of Science” en *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 20, No. 3. 1989. pp. 358-361.

<sup>27</sup> Por ejemplo, conforme a la definición de continuo físico se tiene que nuestros sentidos nos permiten distinguir un peso A de 10 gramos de un peso C de 12 gramos; sin embargo, el peso A no es distinguible de un peso B de 11 gramos, y este último no es distinguible del peso C de 12. De tal modo que la definición del continuo físico se puede expresar mediante las siguientes relaciones:  $A=B$ ,  $B=C$ ,  $A<C$ . Si un conjunto de sensaciones cumplen estas relaciones, entonces se dice que conforman un continuo físico. Sobre este punto, cf. Poincaré, H. *La ciencia y la hipótesis*, *óp. cít.* pp. 34-35.

por una operación activa del espíritu, convengamos en considerar como idénticos a dos estados de conciencia, haciendo *abstracción* de sus diferencias”.<sup>28</sup>

Por lo tanto, la constitución formal del espacio sensible en un continuo físico no está dada por nuestros sentidos, sino que resulta de una “operación activa del espíritu” aquí caracterizada como un proceso de abstracción. Para Poincaré, la realización de este proceso de abstracción supone dos convenciones. Primero, se debe elegir los elementos constitutivos de este continuo. Segundo, se debe decidir una “convención fundamental” que definirá los casos en los que dos elementos deben ser considerados como idénticos.<sup>29</sup>

Sobre la primera elección, se presentan dos opciones: o bien, tomar como elementos constitutivos a conjuntos de sensaciones que suceden de manera simultánea; o bien, a una sucesión de conjuntos de sensaciones. Sobre esta cuestión, Poincaré rechaza la primera opción. Bajo su perspectiva es imposible distinguir de las sensaciones que provienen de los sentidos, a sólo aquellas que contribuyen a la constitución del espacio sensible, pues: “no podemos elegir entre nuestros sentidos, aquéllos que nos den todo el espacio y nada más que eso; no existe ninguno que pueda darnos el espacio sin ayuda de los demás; no hay tampoco ninguno que nos dé una cantidad de cosas que no tengan nada que ver con el espacio”.<sup>30</sup> Incluso, si esta abstracción fuera posible, el espacio que así resulta constituido, no coincidiría con las características de un continuo físico de tres dimensiones.<sup>31</sup>

Ante esta situación, la constitución formal del espacio sensible debe de basarse en una abstracción realizada sobre una sucesión de conjuntos de sensaciones. En efecto, como señala Poincaré: “*Ninguna de nuestras sensaciones, aislada, habría podido conducirnos a la idea de espacio: hemos sido conducidos a ella solamente estudiando las leyes según las cuales esas sensaciones se suceden*”.<sup>32</sup> Al adoptar este enfoque, se reconoce una distinción entre dos clases de cambios: los internos y los externos. El punto central es que esta

---

<sup>28</sup> Poincaré, H., (1913) “¿Por qué el espacio tiene tres dimensiones?” en *Últimos pensamientos*, Espasa-Calpe., 1946 pp. 58-59. (El énfasis es de Poincaré)

<sup>29</sup> *Ibidem*. Como veremos, este proceso de abstracción es análogo con el proceso de generalización predicativa (Véase capítulo 3, sección 3.1).

<sup>30</sup> *Ibid.*, p. 60.

<sup>31</sup> *Ibid.*, p. 60-62. Sobre este punto también véase: Poincaré, H. *La ciencia y la Hipótesis*, *op.cit.* pp. 60-64.

<sup>32</sup> Poincaré, H. *La Ciencia y la Hipótesis*, *op.cit.*, p. 64.

distinción no puede fundarse meramente en la intuición *a priori* del tiempo fenomenológico, sino que depende, en parte, de una capacidad del cuerpo humano: éste puede moverse a voluntad. De este modo, la distinción entre cambios internos y externos no es más que la capacidad que tiene la conciencia para reconocer si una sucesión de conjuntos de sensaciones se debe a movimientos voluntarios del cuerpo. Si este es el caso, entonces se dice que esta sucesión es un cambio interno; es decir, un cambio voluntario que siempre viene acompañado de sensaciones musculares. De lo contrario, la sucesión de conjuntos de sensaciones debe considerarse como un cambio externo (cambio involuntario que no viene acompañado de sensaciones musculares). En suma, el papel fundamental que ocupa el cuerpo para identificar la distinción entre lo interno y externo, tiene como consecuencia que la forma de la intuición del espacio sensible sea relativa al cuerpo humano.<sup>33</sup>

Ahora bien, la distinción entre cambios internos y externos y la interacción del cuerpo con el entorno, ofrecen una ocasión para reconocer correlaciones entre estas clases de cambios, por medio de la aplicación de un principio de compensación psicológica. Con base en este principio se define una clasificación de cambios externos: los desplazamientos y las alteraciones. Los desplazamientos son cambios externos que pueden ser “compensados psicológicamente”; es decir, pueden “corregirse” por medio de movimientos corporales (es decir, por medio de cambios internos). Por el contrario, las alteraciones son cambios externos que no son susceptibles de compensación psicológica.<sup>34</sup>

Podemos ejemplificar el funcionamiento de esta compensación psicológica en los siguientes términos: supongamos que ante un cambio externo A se tienen un conjunto de sensaciones musculares A' y que ante un cambio externo B se tienen un conjunto de sensaciones musculares B'. Además supongamos que el conjunto de sensaciones A' es cualitativamente distinto al conjunto de sensaciones B', de tal modo que no hay manera de que por algún criterio cualitativo, podamos discernir si los dos cambios guardan alguna

---

<sup>33</sup> Poincaré, H. (1908) *Ciencia y Método*, ed. Espasa-Calpe, España, 1945. pp. 78-79: “Hemos dicho que no hay intuición directa de la grandeza, que sólo podemos comprender la relación de esta grandeza con respecto a nuestros instrumentos de medida. No hubiéramos podido construir el espacio si no hubiéramos tenido un instrumento para medirlo. Pues bien: este instrumento, al cual relacionamos todo, del que nos servimos instintivamente, es nuestro propio cuerpo. Y es con relación a él como situamos los objetos exteriores, y las solas relaciones espaciales de estos objetos que podemos representarnos no son más que relaciones con nuestro cuerpo. Es nuestro cuerpo, por así, decirlo, quien nos sirve de sistema de ejes de coordenadas”.

<sup>34</sup> Poincaré, H. “On The Foundations of Geometry” en *The Monist* Vol. IX, Octubre 1898. No.1. pp. 6-9.

relación entre sí. Ante esta situación, lo que el principio de compensación psicológica señala es lo siguiente: si es posible corregir el cambio externo por medio de una serie de desplazamientos corporales, de tal modo que se pueda restaurar el conjunto de sensaciones previas al cambio, entonces el cambio externo sólo fue un cambio en la posición relativa entre el objeto y el cuerpo humano; es decir, el cambio externo fue un desplazamiento.<sup>35</sup> Más aún, si el cambio externo A y el cambio externo B pueden ser compensados por el mismo cambio interno, entonces se tiene un criterio para poder identificar a estos cambios como el *mismo* desplazamiento, incluso si cualitativamente no guardan semejanza alguna. De manera análoga, podemos identificar como el mismo desplazamiento a dos cambios internos cualitativamente distintos, si compensan el mismo cambio externo.

Ahora bien, ¿Cuál es el estatus epistemológico del principio de compensación psicológica? Al respecto nos dice Poincaré:

“The classification is not a crude datum of experience, because the afore mentioned compensation of the two changes, the one internal and the other external, is never exactly realised. It is, therefore, an active operation of the mind, which endeavors to insert the crude results of experience into a pre-existing form, into a category. This operation consists in identifying two changes because they possess a common character, and in spite of their not possessing it exactly. Nevertheless, the very fact of the mind's having occasion to perform this operation is due to experience, for experience alone can teach it that the compensation has approximately been effected”.<sup>36</sup>

El principio de compensación psicológica es producto de una especie de “oportunismo” por parte de nuestras capacidades intelectuales, frente a ciertas condiciones empíricas. Por un lado, dadas las características de la memoria y el cuerpo, hay ocurrencias empíricas que están dadas como cambios internos o externos. A partir de esto, se presenta la posibilidad de correlacionar estas clases de cambios por medio de la compensación psicológica. Por otro lado, la definición de cualquier clasificación requiere de un ejercicio intelectual, descrito como la abstracción de las diferencias entre una diversidad de objetos para identificarlos respecto a un carácter común. Lo que vale como semejanza y como diferencia

---

<sup>35</sup> Cabe señalar que no es necesario que de hecho se realicen los desplazamientos corporales, es suficiente con que sean concebibles, imaginables.

<sup>36</sup> *Ibíd.* p. 9

dependerá de las hipótesis que presupone este proceso de abstracción. En este caso, el *principio* de compensación psicológica surge de aprovechar las posibles correlaciones empíricas, para construir, a partir de éstas, una definición de “desplazamiento” conforme con la siguiente hipótesis: en nuestro entorno, los sólidos – incluido el cuerpo humano – se desplazan sin deformarse (ley de los sólidos invariables). De acuerdo con esta definición, un desplazamiento es aquel cambio externo que deja invariante la forma de los sólidos, de tal modo que es posible restaurar la posición relativa que guardaban previamente al cambio, el sólido externo y el cuerpo humano. Como se mencionó, esta definición nos permite identificar un desplazamiento según la clase de sucesiones de sensaciones musculares que lo compensan. En consecuencia, permite reconocer si un desplazamiento se ha repetido un número de veces.<sup>37</sup> La introducción del *número* permite la aplicación de conceptos matemáticos al espacio sensible y la consecuente construcción del espacio geométrico.<sup>38</sup>

En suma, las sucesiones de sensaciones musculares conforman los elementos constitutivos del continuo físico, mientras que el principio de compensación psicológica nos ofrece la “convención fundamental” conforme al cual se puede definir cuándo dos de estos elementos pueden considerarse *como si* fueran iguales.<sup>39</sup> En este sentido, como dice J. Vuillemin, la correlación que establece la compensación psicológica es una abstracción que permite el paso de lo subjetivo a lo objetivo, en tanto establece un criterio dual de

---

<sup>37</sup> *Ibidem*: “The classification further brings us to recognise that two displacements are identical, and it hence results that a displacement can be *repeated* twice or several times. It is this circumstance that introduces number, and that permits measurement where formerly pure quality alone held sway”.

<sup>38</sup> El principio de compensación psicológica supone tres condiciones: 1) Hay una posición neutral; 2) Para todo desplazamiento respecto a la posición neutral, hay un desplazamiento inverso que lo retorna a la posición neutral; 3) Respecto a un desplazamiento hay distintos desplazamientos inversos, de tal modo que la compensación psicológica se cumple independientemente de qué desplazamiento inverso se realice. Como señala J. Folina, estos supuestos satisfacen de manera “tosca” las condiciones del concepto matemático de grupo. Como acabo de exponer, esto no quiere decir que la constitución formal del espacio sensible presuponga este concepto matemático, sino que el concepto de grupo es un posible modelo con base en el cual razonar matemáticamente respecto a los desplazamientos que nos son dados en el espacio sensible. En otras palabras, la forma del espacio sensible (basado en la posibilidad empírica del principio de compensación psicológica), ofrece una ocasión para la aplicación del concepto de grupo (el cual, para Poincaré, es en una forma del entendimiento). Sobre este punto véase: Folina, J. “Poincaré on Mathematics, Intuition and the Foundations of Science” en *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Vol. 1994, Volume Two: Symposia and Invited Papers, p.221

<sup>39</sup> Poincaré, H. “¿Por qué el espacio tiene tres dimensiones?”, *op. cit.* p. 64.

clasificación que permite identificar objetivamente un desplazamiento.<sup>40</sup> De este modo, conforme a este criterio dual se coordina un complejo de asociaciones psicológicas que terminan por constituir lo que Poincaré denomina un “cuadro de distribución”:

“Es en este complejo sistema de asociaciones, en este cuadro de distribución, por decirlo así, donde reside toda nuestra geometría, o si se quiere, todo lo que nuestra geometría tiene de intuitivo. Lo que llamamos nuestra intuición de la línea recta, o de la distancia, es la conciencia que tenemos de estas asociaciones y de su carácter imperioso”.<sup>41</sup>

Las convenciones detrás del principio de compensación psicológica articulan las reglas que permiten construir un cuadro de distribución, que cumple con la definición del continuo físico.<sup>42</sup> Se ha mostrado que estas convenciones son posibles por ciertas características del cuerpo humano, así como de propiedades específicas de nuestro entorno. Sin embargo, el principio de compensación psicológica no nos dice nada respecto a la tridimensionalidad del espacio sensible. Por lo tanto, cabe distinguir, por un lado, las condiciones que hacen posible un cuadro de distribución en general; y, por otro, a las condiciones detrás de su tridimensionalidad. En otros términos, se puede considerar que el principio de compensación psicológica impone la forma general de la intuición del espacio sensible, mientras que su tridimensional depende de otras condiciones más específicas.<sup>43</sup> En efecto,

---

<sup>40</sup> Vuillemin, Jules. “Poincaré’s Philosophy of Space” en *Synthese*, marzo 1972, vol. 21, issue 1 (pp. 161-179) p. 162.

<sup>41</sup> Poincaré, H. *Ciencia y Método*, *op. cit.*, p. 81.

<sup>42</sup> Poincaré H. “On The Foundations of Geometry”, *op. cit.* pp. 14-15: “When two displacements differ very little, we cannot distinguish them. If a displacement D is extremely small, its consecutive multiples will be indistinguishable. It may happen then that we cannot distinguish 9D from 10Z?, nor 10Z> from WD, but that we can nevertheless distinguish 9D from 11D. If we wanted to translate these crude facts of experience into a formula, we should write  $9D = 10D$ ,  $10D = WD$ ,  $9D < 11D$ . Such would be the formula of physical continuity. But such a formula is repugnant to reason. It corresponds to none of the models which we carry about in us. We escape the dilemma by an artifice; and for this physical continuity-or, if you prefer, this sensible continuity, which is presented in a form unacceptable to our minds-we substitute mathematical continuity. Severing our sensations from that something which we call their cause, we assume that the something in question conforms to the model which we carry about in us, and that our sensations deviate from it only in consequence of their crudeness”.

<sup>43</sup> Como a continuación veremos, las condiciones de las que depende la tridimensionalidad del cuadro de distribución, también toman en cuenta el valor que esta propiedad “interna” al cuadro de distribución tiene para la sobrevivencia del cuerpo en el entorno. Respecto a las condiciones generales, la posición de Poincaré cobra diferentes matices a lo largo de su obra. Por un lado, en “On the Foundations of Geometry” (1898), las condiciones generales se identifican con la clasificación (convencional) que impone una operación activa de la mente, reconociendo que esta clasificación supone una noción de *continuo amorfo*; sin embargo, no se compromete con el origen de esta última noción (“the origin of this non-measurable continuum of three



para dar cuenta de lo anterior, Poincaré reconoce que el cuadro de distribución es, ante todo, un medio o “instrumento” que nos permite resolver un problema vital:

“Nuestro cuadro de distribución no es entonces más que la traducción de un conjunto de hechos exteriores; si tiene tres dimensiones es porque se ha adaptado a un mundo que tiene ciertas propiedades; la principal de estas propiedades es la que existe en los sólidos naturales en que los desplazamientos se hacen siguiendo sensiblemente las que llamamos leyes del movimiento de los sólidos invariables. Si entonces la lengua de tres dimensiones es la que nos permite más fácilmente describir nuestro mundo, no debemos sorprendernos: esta lengua está calcada sobre nuestro cuadro de distribución; y es a fin de poder vivir en este mundo para lo que este cuadro ha sido establecido”.<sup>44</sup>

De esta manera, la tridimensionalidad del cuadro de distribución se debe al valor instrumental que tiene esta propiedad para un fin específico: la sobrevivencia del cuerpo humano en el entorno. Esto quiere decir que la justificación de las convenciones del espacio sensible no sólo radica en que puedan articular una definición conforme a la cual se pueda construir, en general, un cuadro de distribución; sino también depende de que, en particular, el cuadro de distribución construido sea valioso para solucionar un problema específico. Por lo tanto, las convenciones no pueden ser identificadas con definiciones implícitas, ya que su justificación no se reduce a la consistencia lógica, pues también depende de un criterio “valorativo”. En el caso de la forma de la intuición del espacio sensible, este criterio de valoración ha resultado de un proceso de “adaptación”, como consecuencia de la evolución del ser humano:

“De dónde proviene este carácter imperioso es fácil comprenderlo. Una asociación nos parecerá tanto más indestructible cuanto más antigua sea. Pero estas asociaciones no son, para la mayor de la parte, conquistas del individuo, puesto que se ve la huella en el niño recién nacido; éstas son las conquistas de la raza. La selección natural ha debido de traer estas conquistas tanto más veloces cuanto más necesarias hayan sido”.<sup>45</sup>

---

dimensions remains imperfectly explained” (p. 40)); Por otro lado, en sus últimos trabajos (“¿Por qué el espacio tiene tres dimensiones?” *Últimos pensamientos*, *op. cit.*), Poincaré reconoce que esta última noción tiene un origen *a priori*, en otras palabras, el espacio sensible o geométrico encuentran su condición de posibilidad en la intuición *a priori* del continuo. Sobre este punto véase: “Folina, J. *Poincaré and the Philosophy of Mathematics*, *op. cit.* p. 37.

<sup>44</sup> Poincaré, H. *Ciencia y Método*, *op.cit.*, p. 89.

<sup>45</sup> *Ibíd*, p. 81.

En resumen, el proceso de constitución formal del espacio sensible, se desarrolla en los siguientes términos. Por un lado, se tienen ciertas características cognitivas necesarias y contingentes: la estructura *a priori* del tiempo fenomenológico y la capacidad del cuerpo humano de moverse a voluntad. Por el otro, se tienen ciertas características o restricciones empíricas propias del entorno: los cuerpos sólidos se desplazan casi sin deformarse. Por último, se tiene un problema que determina una *finalidad*: la sobrevivencia del cuerpo humano en su entorno. Con base en estos elementos, hemos visto cómo las habilidades cognitivas del cuerpo humano y las características empíricas del entorno, delimitan un conjunto de posibles convenciones, de cuya adopción depende la construcción de una definición que permite identificar de manera “objetiva” a una sucesión de sensaciones como un desplazamiento, independientemente de su naturaleza cualitativa. La justificación de estas convenciones depende, en parte, de su valor instrumental. En este caso, si la intuición del espacio sensible nos permite describir a la experiencia fenomenológica como distribuida en un continuo físico de tres dimensiones, es porque dentro de las formas que posibilitan los recursos cognitivos disponibles, ésta es la que ha resultado, a lo largo de la evolución de la especie humana, como la más valiosa para su sobrevivencia.

### 1.3 Intuición y convención en el contexto de la experiencia fenomenológica

En las secciones anteriores, se ha descrito el proceso gradual de constitución formal de las ocurrencias empíricas. Se ha planteado que, de acuerdo con Poincaré, esta constitución formal descansa en la actividad de dos intuiciones: la del tiempo fenomenológico y la del espacio sensible.

Por un lado, respecto a la intuición del tiempo fenomenológico el argumento de Poincaré es el siguiente: Una memoria infinita experimentaría los hechos de la conciencia en un presente perpetuo. Dado que los hechos de la conciencia se experimentan en el tiempo, entonces nuestra memoria no puede ser infinita. Además, para Poincaré, dado que se puede reconocer que “hay” tiempo entre dos estados de conciencia, incluso si no podemos conectarlos por una secuencia continua de estados, se tiene que la distinción temporal entre

dos estados de conciencia es de naturaleza formal. En otras palabras, es propia de la *forma* en la que se da un estado de conciencia y no del *contenido* del estado como tal. Con base en esto Poincaré argumenta que la intuición del tiempo fenomenológico está dada *a priori*.

Por otro lado, la intuición del espacio sensible está basada en “convenciones” (en este caso, dos convenciones) que resultan de la articulación de diferentes factores: la naturaleza temporal de las ocurrencias empíricas; la capacidad del cuerpo de moverse a voluntad; la forma en la que se da la interacción entre el cuerpo y un entorno poblado por sólidos; y la necesidad de sobrevivir en el entorno. Por un lado, desde un punto de vista “representacional”, estas convenciones permiten definir sucesiones de sensaciones *como si* fueran iguales, al hacer abstracción de sus diferencias cualitativas. En este sentido, las convenciones funcionan como “reglas” conforme a las cuales es posible construir una definición analógica, a partir de procesos de abstracción y bajo el supuesto de ciertas hipótesis. Por otro lado, desde un punto de vista instrumental, las convenciones funcionan como instrumentos cuyo valor depende de la utilidad que la definición analógica tenga para satisfacer un fin. De este modo, se tiene que las convenciones no pueden reducirse a definiciones implícitas, pues su justificación no se reduce a la consistencia lógica.

De igual manera, la intuición del espacio sensible se presenta bajo dos aspectos. Por un lado, como la facultad que permite sintetizar una serie de decisiones (inferencias, movimientos...) bajo una organización útil para un fin.<sup>46</sup> Por el otro, como una facultad que permite “entrevé” entre posibles serie de decisiones, a las que posiblemente resulten más valiosas para satisfacer un fin. Estos dos aspectos deben concebirse como si cumplieran una relación de interdependencia. En otras palabras, la intuición nos permite sintetizar *una* serie de actos bajo una organización, al proporcionarles un sentido “conveniente”; es decir, un sentido conforme con ciertos criterios de valoración (propios de un contexto). Estos criterios de valoración no están necesariamente dados *a priori* y - a riesgo de caer en una regresión al infinito - tampoco se reducen a seguir reglas. En particular, como ejemplifica la intuición del espacio sensible, estos criterios de valoración surgen de un proceso de adaptación: una interacción comunitaria entre los recursos cognitivos disponibles (en este

---

<sup>46</sup> Poincaré reconoce que las convenciones también deben ser atribuidas al ejercicio de la intuición, sobre este punto, véase: Poincaré, H. *El valor de la ciencia*, op.cit p. 25.

caso propios de la especie humana) y una situación problemática específica. A lo largo de este proceso de adaptación, se van articulando las posibles convenciones y los criterios de valoración, hasta que se logra una “coordinación” entre estos elementos, de tal modo que se logra “entrever” una convención “valiosa” para resolver de manera correcta un problema. Esto significa, como señala Poincaré, que “la intuición no está forzosamente fundada en el testimonio de los sentidos”. Pero tampoco necesariamente en un concepto puro (o en una forma dada *a priori*). En efecto, en este caso está fundada en un “juicio de valor”.

Por lo tanto, la intuición se presenta como una clase de reconocimiento que ofrece distintas clases de “certeza” dependiendo su justificación. La intuición del tiempo fenomenológico se justifica en la estructura de la memoria finita; es decir, una forma dada *a priori*. La intuición del espacio sensible se justifica en una convención, es decir, en un “instrumento-representacional” que surge de la articulación entre los recursos cognitivos disponibles y una finalidad. En otras palabras, la “certeza” que ofrece la intuición del tiempo se justifica en una *necesidad*; mientras que la certeza de la intuición del espacio sensible se basa en una *contingencia*, pues no sólo los factores que articula la intuición del espacio sensible son, en parte, empíricos; además, la misma articulación está fundada en un juicio de valor (lo que incorpora un componente personal y social). Por esta razón, Poincaré reconoce la “plasticidad” de la intuición del espacio sensible y que su carácter imperioso sólo se debe a que dicha intuición se ha consolidado, con el tiempo, en un hábito común.<sup>47</sup> Otra forma de plantear lo anterior es decir que el reconocimiento que ofrece la intuición del tiempo fenomenológico es “inmediato”; mientras que el reconocimiento que ofrece la intuición del espacio sensible no es inmediato, y sólo ha adquirido una especie de “inmediatez” puesto que dicha intuición se ha corporizado, en este caso, en un hábito perceptual. Por último, estas intuiciones de la experiencia fenomenológica es el reconocimiento de que las *formas* en las está dada una ocurrencia empírica permiten experimentarla como una unidad, es decir, como una síntesis de cualidades.

---

<sup>47</sup> Poincaré, H., *Ciencia y Método*, *op. cit.* p. 91: “Ciertos cazadores aprenden a tirar a los peces bajo el agua a pesar que la imagen de estos peces le sea trastornada por la refracción. Lo hacen, por otra parte, instintivamente: han aprendido a modificar su antiguo instinto de la dirección, [...], puesto que la experiencia les ha enseñado que la primera no tenía éxito”.

De este modo tenemos una primera aproximación de la noción de intuición y de convención, así como del papel que juega en el ejercicio de éstas, los juicios de valor. A lo largo de los siguientes capítulos, añadiré elementos a esta aproximación. A continuación, con base en lo expuesto en las anteriores secciones, concluiré este capítulo ofreciendo una caracterización de la noción de hecho bruto.

#### 1.4 Caracterización de la noción de hecho bruto

Como se mencionó en la introducción, el objetivo de este capítulo es la caracterización de la concepción de experiencia fenomenológica de Poincaré, por medio de la noción de hecho bruto. En las secciones anteriores se ahondó en el proceso gradual de constitución formal de lo dado en la experiencia. En lo que sigue, intentaré mostrar que lo dado en la experiencia se puede concebir como una totalidad de hechos brutos, es decir, un conjunto de ocurrencias empíricas cualitativamente distintas, que dada su constitución formal poseen las siguientes propiedades: son particulares, subjetivas, identificables e involuntarias (se imponen). Dadas estas características se tiene que, desde un punto de vista epistemológico, es posible distinguir la ocurrencia de un hecho bruto según su orden temporal y su distribución espacial (representación de las sensaciones musculares, es decir, de una clase de movimientos corporales que permiten ubicar un objeto). Si bien, la forma en que están dados los hechos brutos no permiten establecer medida alguna, es suficiente para dar cuenta de su fertilidad epistémica.

Ahora bien, las características que se han señalado son consecuencia de la naturaleza del proceso de constitución formal del hecho bruto. Como vimos, para Poincaré, toda ocurrencia empírica presupone la validez de una estructura temporal finita y discontinua. Dadas estas características, se tiene que: 1) La forma del tiempo fenomenológico debe preexistir como una forma pura de la estructura cognitiva humana. En consecuencia, la forma en la que se experimenta temporalmente un hecho bruto se impone, como dice Poincaré: “el orden en que colocamos los fenómenos consientes no admite ninguna

arbitrariedad. Nos es impuesto y nada podemos cambiar en él”.<sup>48</sup> 2) Hay una distinción esencial entre la forma en la que son dados los hechos brutos que son parte de una vivencia o actuales, respecto a los hechos brutos no actuales, es decir, recordados o esperados (una distinción análoga a la que existe entre lo infinito y lo finito). Como vimos, como consecuencia de esta distinción se tiene que la ocurrencia de un hecho bruto es particular, subjetiva e irrepetible.

Como se vio, la conciencia de que los hechos brutos son ordenables en una sucesión, la experiencia del cuerpo humano como un sólido que se mueve a voluntad y las características empíricas del entorno, permiten establecer un conjunto de convenciones, por medio de las cuales es posible construir un cuadro de distribución. Este proceso de construcción compete, principalmente, el paso de una *sucesión* de sensaciones al de una *repetición* de sensaciones, por medio de la adopción de ciertas convenciones. En efecto, este paso involucra un proceso de abstracción, en virtud del cual dos conjuntos de sensaciones temporalmente distintos, son considerados como si fueran iguales *independientemente de sus aspectos cualitativos*. En otras palabras, la construcción del espacio sensible introduce propiedades formales, sin las cuales, la ocurrencia empírica sería pura cualidad distinguible en el tiempo. Desde el punto de vista de estas propiedades “espaciales” algunos hechos brutos resultan clasificables como desplazamientos, por lo que su ocurrencia resulta particular y subjetiva, pero repetible. Ahora bien, para Poincaré, la regularidad de ciertos hechos no es simplemente un aspecto subjetivo de la forma en la que están dadas las ocurrencias empíricas. Si este fuera el caso, entonces la intuición del espacio sensible no tendría éxito, pues “delante de cada objeto nuevo estaríamos como el niño que acaba de nacer; como él, no podríamos obedecer a nuestros caprichos o necesidades. En consecuencia: “en un mundo parecido, no habría ciencia. [...], el pensamiento y la misma vida serían imposibles, puesto que la evolución no habría podido desenvolver los instintos de conservación”.<sup>49</sup> En suma, el éxito de la intuición del espacio sensible, como un instinto que promueve nuestra “conservación”, ofrece una razón para suponer que vivimos en un mundo donde hay hechos que tienden a repetirse; en otras

---

<sup>48</sup> Poincaré, H., *El valor de la ciencia, op.cit.* p. 32

<sup>49</sup> Poincaré, H. *Ciencia y Método, op. cit.*p. 17

palabras, nos permite percibir ciertas propiedades formales con base en las cuales es posible establecer relaciones “objetivas” entre los hechos. Asimismo, la ubicación de los hechos brutos se impone; es decir, es independiente de nuestras decisiones o deseos. En este caso, la imposición es producto de la evolución biológica que ha consolidado, por su éxito, a las asociaciones psicológicas de la intuición del espacio sensible en hábitos perceptuales.

Desde un punto de vista epistemológico, podemos intuir ciertas propiedades formales de los hechos brutos, de tal modo que podemos clasificarlos respecto a su *orden* en el tiempo y en el espacio. Sin embargo, la clase de certeza que ofrecen estos órdenes es distinta. Por un lado, la intuición del tiempo fenomenológico permite distinguir con certeza si la ocurrencia de un hecho cae bajo la clase de vivencia, recuerdo o expectativa, pero no nos permite distinguirlos respecto a su duración. Se trata de una estructura sobre la cual podemos intuir el momento de una ocurrencia empírica según un antes o después, desde la perspectiva de un ahora. Por otro lado, la intuición del espacio sensible nos permite distinguir si la ocurrencia de un hecho bruto se orienta hacia tal ubicación y a tal distancia del cuerpo humano. Esta distinción ya no posee completa certeza, pues la distribución que establece posee las propiedades de un continuo físico (por ende, se trata de un “orden” que no es transitivo); puede resultar útil como medio de conservación, pero no permite ninguna clase de medición. En suma, el hecho bruto resulta ordenable pero no medible. Sin embargo, el orden intuido es suficiente para que el hecho bruto sea epistémicamente fructífero. En otras palabras, un hecho bruto puede ser causa y justificación de algunas de nuestras creencias empíricas. Por un lado, dada su naturaleza “variable” (particular y subjetiva), los hechos brutos ofrecen inagotables ocasiones para aplicar y tomar conciencia de las capacidades cognitivas del ser humano; en este sentido, la ocurrencia de un hecho bruto puede ser causa de nuevas creencias e hipótesis. Por otro lado, dado que los hechos brutos se imponen y resultan distinguibles por sus propiedades formales (de tal modo que son clasificables), se tiene que cada ocurrencia empírica representa una oportunidad para corregir nuestras creencias e hipótesis. Como veremos en el capítulo 3, las propiedades formales de los hechos brutos permiten que, bajo procesos más abstractos de generalización, sean susceptibles de expresión discursiva; es decir, puedan ser representados bajo un sentido inteligible de carácter intersubjetivo.

## 1.5 Conclusiones

El presente capítulo se ha propuesto caracterizar la noción de experiencia de Poincaré como una totalidad constituida por hechos brutos; es decir, ocurrencias empíricas que resultan distinguibles por la *forma* en la que están dadas. El corte kantiano de esta noción de experiencia se observa en el hecho de que también para Poincaré, estas distinciones son, en parte, producto de la actividad cognitiva del ser humano, de tal modo que dependen de las características propias de sus capacidades cognitivas. Sobre este punto, es central reconocer el supuesto de que estas capacidades son finitas y que las formas posibles en las que se pueden distinguir las ocurrencias empíricas son infinitas. Sin embargo, dentro de estas posibilidades, hay algunas que se imponen como consecuencia de la naturaleza formal de estas capacidades cognitivas. En particular, por la naturaleza de la memoria y el cuerpo humano, los hechos brutos están *dados* de tal forma que resultan ordenables en el espacio y el tiempo. En otras palabras, estas capacidades nos permiten *intuir* algunas propiedades formales de los hechos brutos, de tal modo que resultan clasificables con base en éstas. De este modo se tiene que los hechos brutos son una amalgama de propiedades formales y materiales; las primeras son aquellas que permiten clasificarlos espacio-temporalmente, las segundas conforman su aspecto cualitativo e intransmisible. Asimismo, la imposición de estas formas de distinción es de distinta naturaleza y su intuición ofrece distintas clases de certeza. Por un lado, la forma temporal se impone *a priori* y su intuición permite reconocer “perfectamente” el momento en el que es dado un hecho bruto. Por el otro, la forma espacial se impone como resultado de la evolución biológica y su intuición permite reconocer la posición de un hecho bruto bajo un orden que cumple con la definición del continuo físico tridimensional. La certeza propia con la que se puede reconocer la forma en la que está dado un hecho bruto permite que éste sea epistémicamente fructífero, es decir, permite que estos puedan funcionar como causa y justificación de algunas de nuestras hipótesis.

Además, con base en lo anterior, en el presente capítulo he profundizado en la noción de intuición y convención en el contexto de la intuición del espacio sensible. De este modo, se



argumentó que, dentro de este contexto, la intuición se puede concebir como una facultad que permite entrever dentro un conjunto de actos a la organización más útil para la satisfacción de un fin. Se trata de una facultad que sintetiza una serie de elementos al proporcionarles un sentido presuntamente valioso para cumplir un propósito (dado un contexto). Por ejemplo, la intuición de la posición de un hecho bruto no es más que el reconocimiento del conjunto de series de sensaciones musculares que nos permitirían alcanzarlo; se trata del reconocimiento de una representación del todo útil para nuestra sobrevivencia en el entorno. En este sentido, reconocer la posición de un hecho bruto no es representarlo de manera “neutral” sino bajo un sentido valioso para un fin. Cabe señalar que el reconocimiento de esta representación supone la adopción de una *convención* conforme a la cual se define bajo qué sentido dos series de sensaciones musculares pueden identificarse como elementos de un mismo conjunto. De este modo se tiene que la actividad sintética de la intuición se realiza conforme con una convención “cómoda”; es decir, una convención justificada en un juicio de valor.

## Capítulo 2

### Valores y Objetividad en la Práctica Matemática

“... no hay lógica ni epistemología independientes de psicología”.<sup>50</sup>

#### 2.0 Introducción

El presente capítulo está dividido en dos partes. La primera parte plantea el problema cómo el matemático logra mediante recursos discursivos finitos definir las propiedades *generales* de objetos aritméticos (problema de la expresabilidad discursiva). La segunda parte aborda la posición de Poincaré respecto a la objetividad de la generalización matemática y el papel que juegan valores epistémicos, prácticos y estéticos en su constitución.

En la sección 2.1, se articula el problema de la expresabilidad discursiva como una problemática subyacente a la discusión que mantiene Poincaré frente a los “cantorianos” en torno a qué definiciones resultan legítimas en matemáticas. Como veremos, la posición de Poincaré en esta discusión se caracteriza por la adopción de una hipótesis central: el infinito matemático debe ser concebido como un infinito potencial. En otras palabras, para Poincaré, el infinito matemático no conforma una totalidad infinita *dada* de objetos, sino una totalidad construible a partir de objetos finitos. En consecuencia, las definiciones matemáticas no deben comprenderse como expresiones que, por medio de alguno de sus símbolos, son capaces de representar totalidades infinitas; sino como reglas que permiten construir estas totalidades por medio de objetos finitos. Con base en esto y aunado a razones lógicas que se expondrán, Poincaré sostiene que las definiciones matemáticas legítimas son predicativas; es decir, son aquellas que tienen un sentido demostrable, invariante ante el razonamiento lógico y expresable mediante recursos simbólicos finitos. Por lo tanto, el problema de la expresabilidad discursiva en la práctica matemática se puede

---

<sup>50</sup> Poincaré, H. “La lógica del infinito” en *Últimos Pensamientos*, *op. cit.* p. 98.

plantear bajo los siguientes términos: ¿Cómo es posible dar cuenta de las propiedades generales de totalidades infinitas de objetos matemáticos mediante definiciones predicativas?

En la sección 2.2 abordaré la respuesta de Poincaré a esta cuestión. El punto clave radica en analizar el proceso que realizan los matemáticos al construir/demostrar estas definiciones. En el caso de la aritmética, los matemáticos demuestran las propiedades generales de los números naturales por medio del razonamiento por recurrencia. Para Poincaré, esta clase de razonamiento no es analítico ni sintético; pues, por un lado, las conclusiones que se obtienen por medio de este razonamiento poseen una mayor generalidad respecto a las premisas; por el otro, la “evidencia irrefutable” con la que se nos presenta la validez de su conclusión sugiere que no se trata de un juicio fundado en la experiencia. Con base en lo anterior, Poincaré concluye que la justificación de dicho razonamiento reside en la intuición pura de una potencia mental; a saber, la capacidad repetir indefinidamente una inferencia, una vez que se ha concebido su posibilidad lógica. De este modo, el razonamiento por recurrencia se concibe como un proceso de generalización que sintetiza una diversidad infinita de inferencias lógicas, conforme a la intuición de un esquema de acción (o regla) dado *a priori*. Por consiguiente, la definición matemática que se “deduce” a partir de la intuición de este orden, no es más una fórmula que condensa, bajo una expresión simbólica finita, a una infinidad de silogismos. Así se tiene que, para Poincaré, el proceso de generalización matemática (ejemplificado en el razonamiento por recurrencia) es el instrumento al que recurre el matemático para expresar, por medio de recursos discursivos finitos, las propiedades generales de objetos que pertenecen a totalidades infinitas.

En la segunda parte del capítulo se ahonda en la objetividad de la generalización matemática. En la sección 2.3, se analiza el carácter de la evidencia matemática como un valor epistémico. Sobre este punto, se parte de que la evidencia matemática da cuenta de la validez del proceso de construcción/demostración de una generalización matemática, y al tomar en cuenta que, para Poincaré, el criterio de existencia matemática se reduce a la no contradicción lógica; entonces, se tiene que las generalizaciones evidentes también pueden ser concebidas como *hechos* matemáticos y a los enunciados que expresan a estos hechos

como *verdades* matemáticas. Por lo tanto, la evidencia matemática se puede concebir como un valor de carácter epistémico característico de aquellos enunciados matemáticos que satisfacen sus condiciones de justificación. Asimismo, dado que todo ser pensante puede, en principio, razonar conforme a los esquemas de acción propios de los procesos de generalización matemática (pues están dados *a priori*), se tiene que los enunciados matemáticos evidentes son *inteligibles* para todo ser pensante (que haya aprendido a razonar matemáticamente). Por lo tanto, se tiene que la evidencia matemática es un valor epistémico que contribuye a la objetividad de la generalización matemática.

Dicho lo anterior, se intentará mostrar que la objetividad de la generalización matemática no reside únicamente en la naturaleza de su evidencia, sino que requiere instanciar otros valores que den cuenta de aplicabilidad, esto es, de su *utilidad* o de su *belleza*. En primer lugar, se tiene que, para Poincaré, una generalización puede ser evidente pero del todo inútil, si no contribuye a la comprensión o *entendimiento* de un dominio de objetos. Para Poincaré, la comprensión o entendimiento matemático se identifica con un ejercicio de la intuición, irreductible a operaciones lógicas y de una clase distinta a la intuición pura, en virtud del cual se logran entrever las analogías que permiten organizar a un dominio de objetos, bajo una estructura *útil* para un fin. Por lo tanto, esta comprensión es fundamental para la invención y aplicación matemática: por un lado, el reconocimiento de estas analogías es útil para construir estructuras matemáticas más generales (leyes), bajo las cuales una diversidad de teoremas podrían resultar clasificables; por otro lado, resulta central para poder razonar sobre un objeto *no* matemático *como si* lo fuera. Esto quiere decir que, para Poincaré, el *buen* matemático además de demostrar, también debe *inventar* y *aplicar*. En suma, se tiene que la objetividad de la generalización reside en su capacidad de satisfacer *otros* fines más allá de los que establece su contexto de justificación, mediante recursos cognitivos ajenos a los involucrados en la demostración matemática.

En segundo lugar, en la sección 2.4, se profundiza la postura de Poincaré respecto a la multiplicidad de fines de la práctica matemática. Contrario al logicismo de la época, Poincaré defiende el papel de la intuición y, en consecuencia, el papel de la comprensión matemática, sobre todo en los contextos en los que el ejercicio de esta facultad juega un

papel central. Bajo su punto de vista, la multiplicidad de fines que persigue la práctica matemática implica que es una actividad que se desarrolla a lo largo de diferentes contextos (descubrimiento, aplicación, justificación, especulación y enseñanza); asimismo, es una actividad realizada por matemáticos con distintas habilidades, los cuales hacen uso de construcciones matemáticas que instancian una diversidad de valores (según sus habilidades y sus finalidades). El punto es que atender contra esta heterogeneidad axiológica, al anteponer una clase de valores sobre otros, o bien, los fines un contexto sobre los de otro, sólo va en detrimento de la *objetividad* de la generalización matemática, pues imposibilitaría su aplicabilidad. Por lo tanto, dado que la aplicabilidad de la generalización matemática es una condición de su objetividad y dado que esta aplicabilidad depende de su capacidad para conformarse, mediante el entendimiento matemático, en estructuras cuya utilidad depende de los valores práctico-cognitivos y estéticos que instancian; entonces, se tiene que la objetividad de la generalización matemática no se reduce a su valor epistémico, esto es, a su evidencia irrefutable.

En la sección 2.5 se analizan las nociones de utilidad y belleza matemática a través de sus valores característicos y a partir de las funciones que estos valores realizan en la práctica matemática. De este modo, respecto a la utilidad matemática, se argumenta que, siguiendo a Mach, para Poincaré el fin de las generalizaciones matemáticas útiles es el de economizar el pensamiento. Con base en esto, las generalizaciones útiles son aquellas que usualmente instancian los siguientes valores práctico-cognitivos: simplicidad, alcance y, sobretodo, fecundidad (capacidad de una generalización matemática de ser aplicable a problemas nuevos, dentro o fuera del dominio matemático). Respecto a la belleza matemática, Poincaré elucida esta noción en términos del sentimiento de elegancia que provoca, en algunos matemáticos, la concordancia entre el objeto matemático, sus recursos cognitivos y sus necesidades; por lo tanto, el sentimiento de elegancia guarda una relación con la comprensión matemática, pues es provocado por este ejercicio de la intuición. Bajo este punto de vista, las organizaciones matemáticas bellas son aquellas que establecen entre sus partes disposiciones armónicas, asombrosas, o sencillas. Este sentimiento cumple una diversidad de funciones. Por un lado, dado que es un sentimiento que suele acompañar al entendimiento matemático, y ya que el entendimiento de una generalización es fundamental

para su aplicación, se tiene que la belleza matemática guarda una relación indirecta con la utilidad matemática; es decir, con la economía de pensamiento. Por esta razón, la belleza sirve como una heurística que guía la investigación del matemático hacia la construcción de organizaciones potencialmente útiles. Por otro lado, la belleza matemática también contribuye a detonar una reflexión de segundo orden sobre su origen, lo cual, en última instancia, contribuye a la especulación filosófica sobre el objeto matemático, la naturaleza de la inteligencia que lo ha creado y los fines de su práctica. Por esta razón, la belleza promueve la especulación filosófica sobre las matemáticas. Por último, además de ser un medio que satisface un fin, la belleza matemática es un fin en sí mismo. Esto quiere decir que la generalización matemática bella es valiosa independientemente de que pueda contribuir a fines prácticos, pedagógicos o filosóficos. Y es que, para Poincaré, la constante apreciación y contacto con las generalizaciones bellas produce una psicología afectiva característica en el “espíritu” del matemático, esto es, un conjunto de valores morales, actitudes y sentimientos (como la honestidad, el desinterés, la disciplina o la colaboración). La conformación de esta psicología afectiva o “moral” resulta de vital importancia para adopción de una vocación científica; es decir, el deseo de adoptar a la práctica matemática como una *forma de vida*. La vocación científica es la base sobre la cual la práctica matemática se constituye en una obra colectiva, transmisible a nuevas generaciones. De este modo, la belleza matemática contribuye a la organización social exitosa de la práctica matemática y hacia su consolidación en una tradición de investigación.

## 2.1 La lógica y el infinito matemático: el problema de las definiciones impredicativas

Como se mencionó, el problema de la expresabilidad discursiva de los objetos matemáticos se cuestiona por las condiciones bajo las cuales se pueden formular discursivamente (por ejemplo, por medio de un enunciado) las propiedades generales de objetos que pertenecen a una totalidad infinita. A continuación expondré en líneas generales la posición de Poincaré respecto a las clases de definiciones que son legítimas en matemáticas, pues me parece que subyacente a esta postura se puede encontrar una respuesta al problema planteado.

Para Poincaré, la lógica formal es el estudio de las propiedades comunes a toda definición o clasificación; en otras palabras, estudia bajo qué condiciones una definición satisface las reglas de la lógica.<sup>51</sup> Bajo su punto de vista, hay dos clases generales de definiciones. Por un lado, las definiciones explícitas, dentro de las que encontramos a las definiciones directas (por género próximo y diferencia específica) y las definiciones por construcción. Por otro lado, las definiciones implícitas o por postulados.<sup>52</sup> En todo caso, para Poincaré, las definiciones son legítimas en tanto satisfagan las reglas de la lógica y sean demostrables (sean proposiciones con *sentido*).<sup>53</sup> La primera condición exige que la definición permanezca “inmutable” a través del razonamiento lógico.<sup>54</sup> La segunda condición se satisface en función de la naturaleza del objeto definido; por ejemplo: mostrando un ejemplar que cumple con la definición; o bien, a través de su verificación analítica, es decir, demostrando que, dada una proposición, la sustitución de un término por su definición o las proposiciones que se derivan de sus postulados, no implican una contradicción lógica; o bien, mediante de una demostración sintética (por ejemplo, por construcción o empírica).<sup>55</sup>

---

<sup>51</sup> Poincaré, H., “La lógica del infinito” en *Últimos Pensamientos*, *op.cit.* p. 75

<sup>52</sup> Poincaré, H., *Ciencia y Método*, *op.cit.* p. 117.

<sup>53</sup> Dentro de las clases de definiciones, Poincaré se decanta por las definiciones por construcción, en las que las que la clase resulta de un proceso de construcción a partir de los objetos que lo conforman. Por lo tanto, bajo su punto de vista, se debe tener una concepción (o intuición) previa de un objeto arbitrario, antes de poder concebir algo sobre *todos* los objetos o *para cualquier* objeto que pertenece a la clase (Folina, J. *Poincaré and the Philosophy of Mathematics*, *op. cit.* p. 115). Ahora bien, la definición que parte del género también es legítima si, además, se le complementa con una definición que establezca la diferencia específica. De esta forma, la definición permite distinguir un objeto de otros objetos “extraños”, pero también lo distingue entre los objetos que pertenecen a la misma clase (Poincaré, H. “La lógica del Infinito”, *op.cit.* pp. 94-95). Si la definición carece de la diferencia específica entonces no hay forma de verificar que la cumple un objeto particular, pues “el objeto no se podría concebir (*impensable*) y la proposición carecería de sentido” (Poincaré, H. *ibídem*). Sobre este punto también véase: Heinzmann, G., “Philosophical Pragmatism in Poincaré” en *Initiatives in Logic*, (Jan Srzednicki (ed.)), Martinus Nijhoff Publishers, 1987. pp. 75-76.

<sup>54</sup> Poincaré, H. “La lógica del infinito”, *op. cit.* p. 75: “La lógica formal no es más que el estudio de las propiedades comunes a toda clasificación. [...] ¿Cuál es, por tanto, la condición para que sean válidas las reglas de esta lógica? Que la clasificación adoptada sea inmutable. Sabemos que dos soldados forman parte del mismo regimiento y queremos concluir que forman parte de la misma brigada; tenemos el derecho de hacerlo, con tal que durante el tiempo que empleamos en nuestro razonamiento, uno de los dos hombres no haya sido transferido de un regimiento a otro”.

<sup>55</sup> Poincaré, H. *Ciencia y Método*, *op. cit.* p. 117-118. La verificación analítica se torna impotente cuando el número de proposiciones que se deducen de un conjunto de postulados es infinito. En estos casos, la demostración requiere hacer uso de otra clase de razonamiento – además del lógico – como, por ejemplo, el matemático.

Sin embargo, hay definiciones por postulado que no cumplen con estas condiciones. En estos casos, la definición establece una relación entre el objeto por definir y *todos* los elementos del conjunto al que se supone pertenece dicho objeto.<sup>56</sup> Por lo tanto, son definiciones en las que el objeto por definir está incluido directa o indirectamente en su propia definición. A las definiciones que contienen esta clase de “círculo vicioso”, Poincaré las denomina definiciones impredicativas.<sup>57</sup> Si bien, hay casos donde las definiciones impredicativas no plantean problemas (por ejemplo, si se tiene un acceso epistémico alternativo al objeto definido);<sup>58</sup> hay casos donde el círculo vicioso es ineludible, en particular, cuando la definición impredicativa establece una relación con una totalidad *infinita* de objetos:

“Es la creencia en el infinito actual lo que ha dado nacimiento a estas definiciones no predicativas. Me explico: en estas definiciones figura la palabra *todos*, [...]. La palabra *todos* tienen un sentido bien neto cuando se trata de un número finito de objetos; para que tenga aún uno cuando los objetos sean en número infinito, es preciso que haya un infinito actual. De otra manera *todos* estos objetos no podrán ser concebidos como planteados anteriormente a su definición, y entonces, si la definición de una noción *N* depende de *todos* los objetos *A*, puede ser tachada de círculo vicioso, si entre los objetos *A* hay alguno que no se puede definir sin hacer intervenir a la definición misma. [...]

No hay infinito actual; los cantorianos lo han olvidado y han caído en contradicción”.<sup>59</sup>

De acuerdo con Poincaré, la creencia en el infinito actual ha promovido el uso de definiciones impredicativas que apelan a totalidades infinitas para clasificar objetos matemáticos. Sin embargo, esta práctica ha resultado problemática, tal como lo demuestran las antinomias lógicas y semánticas que ha originado. Bajo su punto de vista, sólo cabe creer en el infinito potencial; es decir, aquél que existe sólo porque hay una infinidad de cosas finitas posibles.<sup>60</sup> Si adoptamos la perspectiva del infinito potencial, resulta claro que las definiciones impredicativas que apelan a totalidades infinitas establecen clasificaciones

---

<sup>56</sup> Poincaré, H. “La Matemática y la Lógica” en *Últimos Pensamientos*, op. cit. p. 105

<sup>57</sup> Poincaré, H. *Ciencia y Método*, op. cit. p. 147: “las definiciones que deben ser consideradas como no predicativas son las que contienen un círculo vicioso” (el énfasis es de Poincaré).

<sup>58</sup> Folina, J. *Poincaré and the Philosophy of Mathematics* op.cit. p. 147: “Impredicative definitions are objectionable to Poincare only if they are viciously circular; and they are viciously circular only when they provide the only possible epistemological access to an object (concept, property)”.

<sup>59</sup> Poincaré, H. “La Matemáticas y la Lógica”, en *Últimos Pensamientos*, op. cit. p. 106

<sup>60</sup> *Ibíd*, p. 106



que no son inmutables, ni demostrables. En consecuencia, se tratan de definiciones que carecen de sentido y que no satisfacen las reglas de la lógica; es decir, son definiciones ilegítimas: “Una definición que contiene un círculo vicioso no define nada”.<sup>61</sup> De este modo, para Poincaré, al tratar con totalidades infinitas sólo se deben aceptar definiciones *predicativas*; es decir, aquellas que establecen una clasificación inmutable que puede *expresarse* con un número *finito* de palabras:

“La totalidad de los objetos que tendremos que considerar serán definidos mediante un número finito de palabras, o sólo serán determinados imperfectamente y quedarán confundidos en una multitud de otros objetos; no podremos razonar convenientemente respecto de ellos, sino cuando los hayamos distinguido de los demás, es decir, cuando hayamos llegado a definirlos mediante un número finito de palabras”.<sup>62</sup>

Como hemos visto, para Poincaré, la naturaleza de la lógica impone la condición de que una definición sea expresable por un número finito de palabras. Sin embargo, esta condición parece entrar en conflicto cuando se cuestiona por la posibilidad de definir una totalidad infinita de objetos. Todo depende, señala Poincaré, de la noción de infinito que se presupone (hipótesis). Si se asume un infinito actual, es decir que la totalidad infinita está *dada*, entonces su definición no es expresable por un número finito de palabras, la definición nunca estaría terminada, no sería inmutable ni demostrable; por lo tanto, no satisface las leyes de la lógica y carece de sentido. Suponer la existencia del infinito actual es el error que han cometido los cantorianos y el origen de las antinomias que los aquejan. Sin embargo, si se asume un infinito potencial como un “devenir”, entonces la definición de una totalidad infinita sólo expresa la posibilidad de su construcción por medio de la combinación de los objetos finitos que la conforman:

“...una colección se constituye por la agregación sucesiva de nuevos miembros; combinando los objetos antiguos podemos construir objetos nuevos; después, con éstos,

---

<sup>61</sup> Poincaré, H. *Ciencia y Método. op. cit.* pp. 147-148. Aquí cabe enfatizar que el problema con las definiciones predicativas no es que definan clases o conjuntos “vacíos”, sino que definen clases cuyos límites no están bien definidos, es decir, clases de “frontera difusa”. Para una discusión sobre la noción de predicatividad, véase: Feferman, S., “Predicativity” en *The Oxford Handbook of the Philosophy of Mathematics and Logic* (Stewart Shapiro, ed.), Oxford University Press, 2007, cap. 19, pp. 590–624; Lynnebo, O. “Predicative and Impredicative Definitions”. *The Internet Encyclopedia of Philosophy*, ISSN 2161-0002, <http://www.iep.utm.edu/predicat/>, última vez consultada (25/04/2019). Para la noción de predicatividad en Poincaré, véase: Folina, J. *Poincaré and the Philosophy of Mathematics, op. cit.* cap. 7.

<sup>62</sup> Poincaré, H., “La Lógica del Infinito”, *op. cit.* p. 94.

otros objetos más nuevos todavía. La colección es infinita si no hay motivo para detenerse”.<sup>63</sup>

“Cuando hablo de todos los números enteros, quiero decir todos los que se han creado y todos los que se podrán crear; cuando hablo de todos los puntos del espacio, quiero decir todos los puntos cuyas coordenadas son expresables por números racionales, números algebraicos, por integrales, o de cualquier otra manera que se podrá inventar. Y este “se podrá” es el infinito”.<sup>64</sup>

Ahora bien, si “el infinito no puede tener otro sentido que la posibilidad de crear tanto objetos finitos como se quiera”,<sup>65</sup> entonces, la cuestión central radica en la naturaleza de este proceso de construcción o creación. Debe notarse que esta cuestión ya no es meramente lógica. En efecto, la lógica permite razonar respecto a objetos que son expresables por un número finito de palabras; es decir, objetos que satisfacen clasificaciones invariantes bajo un razonamiento lógico. Sin embargo, el razonamiento lógico no es informativo: “El silogismo no puede enseñarnos esencialmente nada”.<sup>66</sup> Por lo tanto, no nos enseña cómo se deben de combinar estos objetos finitos para generar un infinito potencial que los contiene. Es aquí donde se hace explícita la relación entre el proceso de generalización y el infinito: dicho proceso se relaciona con el problema del infinito, como la actividad *intuitiva* que posibilita su construcción por medio de la combinación de objetos finitos.

A continuación, expondré brevemente la naturaleza de la generalización o inducción matemática, según Poincaré. En primer lugar, indagaré en la naturaleza del razonamiento por recurrencia, como la regla que permite demostrar teoremas o proposiciones que competen a una totalidad infinita de objetos matemáticos. En segundo lugar, se presentan las razones por las que, de acuerdo con Poincaré, la inducción matemática no se justifica en

---

<sup>63</sup> Poincaré, H., “La Matemáticas y la Lógica”, *op. cit.* p. 102

<sup>64</sup> Poincaré, H. “La Lógica del Infinito”, *op. cit.* p. 93.

<sup>65</sup> Poincaré, H. “La Matemáticas y la Lógica”, *op. cit.*, p.108: “¿Por qué los pragmatistas rehúsan admitir objetos que no podrían ser definidas por un número finito de palabras? Porque consideran que un objeto sólo existe cuando es pensado, y no se podría concebir un objeto pensado, independientemente de un sujeto pensante. Esto es realmente idealismo. Y como un sujeto pensante es un hombre, o algo que se le parece, y por consiguiente es un ser finito, el infinito no puede tener otro sentido que la posibilidad de crear tanto objetos finitos como se quiera”.

<sup>66</sup> Poincaré, H. *La ciencia y la hipótesis*, *op. cit.* p. 17

la experiencia, ni en la lógica, sino en un juicio sintético *a priori*. En otras palabras, se justifica en la intuición de una forma *pura* del intelecto.<sup>67</sup> En la siguiente sección, voy a ahondar en el valor objetivo de la generalización matemática.

## 2.2 La Generalización Matemática

En su artículo “Sobre la naturaleza del razonamiento matemático” (1894), Poincaré aborda el tema de la naturaleza de la demostración de las definiciones de la aritmética. Para Poincaré, el análisis de las definiciones de las propiedades aritméticas muestra que son definiciones que contienen “un gran número de definiciones distintas, cada una de las cuales sólo tiene sentido cuando se conoce la precedente”.<sup>68</sup> En otras palabras, son definiciones que se construyen con base en el razonamiento por recurrencia; es decir, la regla según la cual: “Se establece primeramente un teorema para  $n = 1$ ; se demuestra en seguida que si es cierto para  $n - 1$ , es cierto para  $n$ , y de ello se concluye que es cierto para *todos* los números enteros”.<sup>69</sup> La cuestión, nos dice Poincaré, es que el razonamiento por recurrencia toma como premisas dos clases de silogismos: el principio de instanciación universal y una secuencia de silogismos hipotéticos. Sin embargo, con base en esta clase de premisas, se podría verificar que el teorema se cumple para un número indefinido de casos particulares, pero no se podría *deducir* que se cumpla para *todos*. En otras palabras, la inferencia que relaciona las premisas con la conclusión no puede ser una deducción, sino una inducción, en virtud de la cual, el razonamiento por recurrencia puede funcionar como “un instrumento que permite pasar de lo finito a lo infinito”; el cual resulta “indispensable cuando se trata de llegar al teorema general, al que la comprobación analítica nos acercaría constantemente sin permitirnos alcanzarlo”.<sup>70</sup> De aquí se tiene que: “el carácter esencial del

---

<sup>67</sup> En este sentido, el orden matemático y el orden del tiempo fenomenológico son similares; son de naturaleza formal y de ambos se puede tener una intuición *pura*. Sin embargo, también hay claras diferencias que no permiten sin más identificarlos. En particular, la intuición del orden matemático nos enseña a combinar lo formalmente análogo; y, como vimos en el capítulo anterior, la intuición del tiempo fenomenológico establece un orden según la distinción esencial entre la vivencia y recuerdo. Cf. Nota. 22

<sup>68</sup> *Ibíd*, p. 21

<sup>69</sup> *Ibíd*, p. 24

<sup>70</sup> *Ibíd*, p. 27

razonamiento por recurrencia es que contiene condensados, por decirlo así, en una fórmula única, infinidad de silogismos”.<sup>71</sup>

Ahora bien, al cuestionar en qué radica el éxito del razonamiento por recurrencia, Poincaré señala que su aplicación en el caso de las definiciones de la aritmética da por válido el siguiente supuesto: “En una colección infinita de números enteros diferentes, siempre hay uno menor que todos los demás”.<sup>72</sup> Por lo tanto, se puede decir que el razonamiento por recurrencia es una regla que posee una dimensión representativa susceptible de expresarse en una proposición y una dimensión instrumental que pretende satisfacer un fin, en este caso, superar el “abismo” entre lo finito y lo infinito. Como vimos en el capítulo anterior, la construcción del espacio sensible también se puede concebir como la aplicación de una regla o “convención” que, con base en una hipótesis fundamental (“la forma de los sólidos se mantiene invariante a lo largo de un desplazamiento”), pretende satisfacer un fin: la sobrevivencia del cuerpo en el entorno. Estas similitudes permiten cuestionar si el razonamiento por recurrencia se puede concebir de manera análoga a la convención implícita en la intuición del espacio sensible. Sin embargo, Poincaré rechaza esta alternativa por la clase de evidencia irrefutable con la que se reviste la inducción matemática:

“Esta regla inaccesible a la demostración analítica y a la experiencia, es el verdadero tipo de juicio sintético *a priori*. Por otra parte no se podría pensar ver en ella una convención, como en algunos postulados de la geometría. ¿Por qué, entonces, ese juicio se nos impone con evidencia irrefutable? Porque no es más que la afirmación de la potencia del espíritu que se sabe capaz de concebir la representación indefinida de un mismo acto, desde que ese acto es posible una vez. El espíritu tiene, de esa potencia, una intuición directa y la experiencia no puede ser para él más que una ocasión para servirse y, por eso, tomar conciencia de ella”.<sup>73</sup>

Por consiguiente, tenemos que, dada su impotencia ante el infinito, la lógica y la experiencia no pueden justificar al razonamiento por recurrencia.<sup>74</sup> Como se mencionó,

---

<sup>71</sup> *Ibíd.*, p. 24

<sup>72</sup> *Ibíd.*, p. 26

<sup>73</sup> *Ibíd.*, p. 27.

<sup>74</sup> *Ibídem*: “Esta regla tampoco puede venirnos de la experiencia; lo que la experiencia podría enseñarnos es que la regla es cierta para diez, para los cien primeros números, por ejemplo; no puede abarcar la sucesión indefinida de los números, sino solamente una parte más o menos extensa, pero siempre limitada, de esa sucesión. Y bien, si no se tratase más que de eso, el principio de contradicción bastaría, permitiéndonos

aún quedaría la opción de que esta regla fuera una convención; sin embargo, se rechaza esta alternativa dada la “evidencia irrefutable” con la que se nos presenta dicho razonamiento. De este modo, Poincaré adopta la alternativa kantiana según la cual, el razonamiento por recurrencia se justifica en un juicio sintético *a priori*. Siendo así, la “evidencia irrefutable” es consecuencia de afirmar la “intuición directa” de una potencia mental: la capacidad de representar la repetición indefinida de un *mismo* acto, una vez que la experiencia ofrece una ocasión para concebir su posibilidad.

Por lo tanto, la generalización matemática se puede concebir como un proceso que involucra dos pasos: la intuición de una serie de actos y la intuición pura de su repetición indefinida.<sup>75</sup> Ahora bien, se debe enfatizar que esta intuición *pura* no ofrece la *representación* de una totalidad infinita *dada* (de ser así, se caería en el platonismo que asumen los cantorianos y que rechaza Poincaré), más bien constituye la representación de una regla dada *a priori*, conforme a la cual es realizable la construcción de una totalidad potencialmente infinita de objetos matemáticos.<sup>76</sup> En efecto, como señala G. Heinzmann, la intuición pura debe comprenderse como la capacidad de seguir un “esquema de acción” dado *a priori*; es decir, un esquema que representa el ejercicio de una *forma pura* del *intelecto*.<sup>77</sup> Por ejemplo, la intuición pura del número natural es la conciencia de que se tiene la capacidad de construir un infinito de números naturales, conforme a un esquema de acción representado, en este caso, por el principio de inducción matemática. Para Poincaré, esta potencia mental (la capacidad de concebir la repetición indefinida un *mismo* acto) puede realizarse conforme a diferentes esquemas dados *a priori*, de tal modo que hace

---

siempre desarrollar tantos silogismos como quisiéramos. Solamente cuando se trata de encerrar una infinidad de ellos en una sola fórmula, solamente delante del infinito fracasa ese principio; igualmente allí la experiencia resulta impotente”.

<sup>75</sup> Ly, I. “Generality, Generalization and Induction in Poincaré’s philosophy” en *The Oxford Handbook in Generality in Mathematics and the Sciences*, (Chemla, K., Chorlay, R., Rabouin, D. (eds.)), Oxford University Press, 2016. p. 142

<sup>76</sup> Igor, Ly., *óp. cit.*, p. 143

<sup>77</sup> Heinzmann, G. “Poincaré in Understanding Mathematics” en *Philosophia Scientiæ*, tomo 3, no. 2. 1998-1999. pp. 47-48.

posible la construcción de otros conceptos matemáticos (por ejemplo, el espacio geométrico o el continuo matemático).<sup>78</sup>

Asimismo, la generalización matemática se desarrolla sólo si la experiencia ofrece una oportunidad para su ejercicio.<sup>79</sup> En otras palabras, se toma conciencia de esta capacidad mental en la *práctica* y, por esta razón, la representación de un objeto matemático no puede disociarse del método matemático (proceso de generalización) que lo construye. De este modo, nos dice G. Heinzmann, Poincaré concibe la actividad del matemático análoga a la del artista. En efecto, al afirmar que los objetos matemáticos también son construidos y no están dados, Poincaré sostiene que la práctica del matemático es fundamentalmente una actividad creativa: la de construir artefactos teóricos o sistemas simbólicos a través de su intelecto. Por lo tanto, la diferencia entre el arte y la ciencia no radica en la naturaleza ontológica de sus objetos, pues en ambos casos son objetos creados por el artista o el científico. La diferencia radica, más bien, en la forma o modo en la que son construidos.<sup>80</sup>

Por último, cabe mencionar que el razonamiento matemático no se reduce a este proceso de generalización matemática. Como hemos visto, la generalización matemática es una actividad que crea combinaciones de objetos conforme a reglas (“esquemas de acción”) dadas *a priori* que tienen como resultado una construcción; esto es: una colección ordenable de extensión infinita. El orden propio de esas construcciones matemáticas (dado *a priori*), garantiza que los objetos que la conforman puedan satisfacer clasificaciones invariantes bajo el razonamiento lógico. Así constituidas, estas construcciones matemáticas resultan analizables, de tal modo que es posible constatar las relaciones entre los objetos particulares que la conforman para de ahí “deducir” la estructura de la construcción misma. Por lo tanto, para Poincaré, el razonamiento matemático no se reduce sólo a la generalización matemática, sino que también involucra una actividad analítica que da cuenta, por medio de clasificaciones predicativas, de las relaciones *generales* instanciadas

---

<sup>78</sup> Para un desarrollo de cómo, con base en esta capacidad mental, Poincaré da cuenta de los conceptos matemáticos mencionados, véase en Ly, I., *op. cit.*, pp. 139-143. También sobre este punto: Heinzmann, G., *op. cit.*, p. 52.

<sup>79</sup> Poincaré, H. *El Valor de la Ciencia*, *op. cit.*, p. 96: “El mundo exterior es quien nos ha impuesto el continuo, que hemos inventado, sin duda, pero que él nos ha forzado a inventar”.

<sup>80</sup> Heinzmann, G., *op. cit.*, p. 51

en la construcción.<sup>81</sup> Esta actividad analítica no se identifica con la deducción, pues los objetos particulares no se pueden considerar más generales respecto a la construcción que conforman, pero tampoco es una inferencia ampliativa.<sup>82</sup> Sin embargo, esta actividad “analítica” se requiere para formular definiciones predicativas de las relaciones generales que proporcionan unidad a la construcción y, en este sentido, es un proceso constitutivo del objeto matemático.<sup>83</sup>

En resumen, en esta sección se ha expuesto cómo el razonamiento matemático permite formular definiciones predicativas de las relaciones generales que satisfacen una colección potencialmente infinita de objetos matemáticos. Para cumplir con este fin, el razonamiento matemático se justifica en el principio de inducción matemática. Como vimos, para Poincaré, el razonamiento por recurrencia ejemplifica el modo en que la inducción matemática sintetiza, bajo una fórmula única, una infinidad de inferencias deductivas. La evidencia con la que se nos presenta este razonamiento indica que la generalización matemática se justifica en la intuición directa de una potencia mental: la capacidad de representar la repetición indefinida de un *mismo* acto, una vez que la experiencia nos ofrece una ocasión para concebir su posibilidad. Por lo tanto, la generalización matemática involucra la intuición de una serie de actos y la intuición pura de su repetición indefinida; o, en otros términos, es una actividad intuitiva que sintetiza una serie ilimitada de actos según un “esquema de acción” que está dado *a priori*. Sin embargo, hay que considerar que las condiciones que posibilitan el reconocimiento de estos esquemas dados *a priori* son en parte empíricas; en otras palabras, la experiencia es la que ofrece una ocasión para tomar conciencia que las distintas formas puras en las que puede usarse esta potencia mental, esto

---

<sup>81</sup> Poincaré, H., *La ciencia y la hipótesis*, *op.cit.*, p. 29: “Los matemáticos proceden, pues, por “construcción”: “construyen” combinaciones cada vez más complicadas. Volviendo en seguida por el análisis de esas combinaciones, de esos conjuntos, por decirlo así, a sus elementos primitivos, perciben las relaciones de esos elementos y deducen de ahí las relaciones de los conjuntos mismos. Esta es una marcha puramente analítica; pero no es, con todo, una marcha de lo general a lo particular, pues los conjuntos no podrían evidentemente ser considerados como más particulares que sus elementos”.

<sup>82</sup> *Ibid.*, p. 30: “El procedimiento analítico “por construcción” no nos obliga a descender, pero nos deja en el mismo nivel. No podemos elevarnos sino por la inducción matemática, única que nos puede enseñar algo nuevo”.

<sup>83</sup> Heinzmann, G. “Philosophical Pragmatism in Poincaré” en *Initiatives in Logic*, (Jan Srzednicki (ed.)), Martinus Nijhoff Publishers, 1987. pp. 73-76

sugiere, como se ha dicho, que este reconocimiento se desarrolla en la práctica y requiere de un aprendizaje.<sup>84</sup> En este sentido, la generalización matemática debe concebirse como una actividad creativa similar a la actividad del artista. Por último, una vez se tiene la intuición de la construcción matemática, el razonamiento matemático concluye con una actividad analítica en virtud de la cual se describen las relaciones generales instanciadas en la construcción, a la luz de las relaciones que cumplen los particulares que la conforman. Este paso es necesario para poder formular una definición predicativa de dichas relaciones.

A continuación ahondaré en la posición de Poincaré respecto al valor objetivo de la generalización matemática. Se argumentará que, para Poincaré, la objetividad de una construcción matemática no se reduce a la evidencia de sus relaciones generales, sino que requieren instanciar otras clases de valores de naturaleza práctico-cognitiva y estética. El argumento parte de las consideraciones de Poincaré respecto a la inutilidad de las relaciones generales que sólo son evidentes, de tal modo que el “valor real” de una generalización radica también en su utilidad y belleza. Por un lado, lo anterior apunta al reconocimiento de que, en la práctica, el matemático no sólo demuestra, también inventa y aplica; por lo tanto, no es suficiente con que cultive su razonamiento lógico, o su intuición pura, pues para la aplicación y la invención se requiere un razonamiento más intuitivo que Poincaré denomina bajo el término de *comprensión*. Por el otro, apunta a la concepción de la práctica matemática como una actividad que persigue una multiplicidad de fines y se desarrolla a lo largo de distintos contextos. La postura de Poincaré es que anteponer los fines de un contexto sobre otros, esto es, sobreponer una clase de valores sobre las demás, sólo va en detrimento de la objetividad de la generalización matemática. En otras palabras, la objetividad matemática depende de una heterogeneidad axiológica.

---

<sup>84</sup> En este sentido, la inducción matemática es ocasionada por la experiencia, pero su naturaleza no es empírica. Sobre este punto, véase: Heinzmann, G., Nabonnad, P., “Poincaré: intuitionism, intuition and convention” en *One Hundred Years of Intuitionism (1907-2007): The Cerisy Conference.*, (van Atten, M., Boldini, P., Bourdeau, M., Heinzmann, G. (eds.)), Birkhauser Verlag AG, 2008 p.168



### 2.3 El valor de la generalización matemática: el papel de la comprensión

Como se vio en la sección anterior, Poincaré reconoce que la evidencia o certeza matemática de un teorema general proviene del hecho de que su construcción está justificada en el ejercicio de una intuición pura. Precisamente, el ejercicio de esta intuición es lo que permite al matemático colocarse por “encima” de una mera cadena de silogismos para *sentir* su orden y así, tras una actividad “analítica”, poder enunciarlo bajo un enunciado *general*.<sup>85</sup> En este sentido, la evidencia matemática es un valor que instancian algunas generalizaciones, relacionado con el grado de accesibilidad epistémica a la unidad sintética que expresan. En el caso de la evidencia matemática, esta accesibilidad es potencialmente “universal”; pues, en principio, todos los seres pensantes son capaces de razonar matemáticamente (o pueden llegar a aprenderlo). Siendo así, la evidencia matemática se concibe como un valor que da cuenta de la inteligibilidad de la generalización. Además, se trata de un valor que depende en *el caso de las matemáticas* de propiedades meramente formales de la justificación/construcción de la generalización matemática. Cabe recordar que, para Poincaré, el criterio de existencia matemática radica en la no contradicción lógica, por lo que una demostración consistente sería un criterio suficiente para afirmar que la generalización evidente es un *hecho* y que el enunciado que expresa esta relación general es una *verdad*. En este sentido, se puede decir que la evidencia matemática es un valor epistémico, pues da cuenta de la verdad de un enunciado matemático y que, además, se trata de un valor que promueve su inteligibilidad, es decir, su objetividad.

Ahora bien, dicho lo anterior, la posición de Poincaré se puede matizar en los siguientes términos: si bien es cierto que la evidencia matemática es un valor que debe instanciar toda

---

<sup>85</sup> Poincaré, H., *Ciencia y Método*, *op. cit.*, p. 41: “Una demostración matemática no es una simple yuxtaposición de silogismos; *son silogismos colocados en un cierto orden*, y el orden en el cual están colocados estos elementos es mucho más importante que ellos mismos. Si tengo el sentimiento, la intuición de este orden de manera que me pueda dar cuenta rápidamente del conjunto del razonamiento, no debo temer más olvidarme de uno de los elementos, pues cada uno vendrá a colocarse en el cuadro que le he preparado, sin que haya hecho ningún esfuerzo de memoria”. (El énfasis es de Poincaré) Es importante notar que incluso un ejercicio de la intuición pura viene acompañado de un sentimiento, en otras palabras, también posee una dimensión afectiva.

construcción matemática, también se debe reconocer que no es propiamente la “evidencia” con la que se nos presentan las relaciones generales que establece dicha construcción lo que le da su “valor objetivo”. Y es que esta clase de evidencia sólo certifica que dichas relaciones se han establecido mediante un proceso legítimo de construcción (reconocimiento que a menudo puede requerir mucha práctica); sin embargo, la construcción matemática evidente, por sí sola, no sirve de nada, es inútil:

“En matemáticas... de los diversos elementos que disponemos, podemos hacer millones de combinaciones diferentes, pero cada una, mientras esté aislada, está completamente desprovista de valor. Nos ha costado a menudo mucho trabajo construirla, pero esto no nos sirve absolutamente de nada [...]. Sucederá todo lo contrario el día en que esta combinación entre en una clase de combinaciones análogas y en que la que habremos notado esta analogía; no nos hallaremos más en presencia de un hecho, sino de una ley. Y ese día, el verdadero inventor no será el obrero que pacientemente haya edificado alguna de estas combinaciones, será el que haya puesto en evidencia su analogía. El primero no habría observado más que un hecho, el otro hará percibido el alma del hecho”.<sup>86</sup>

Por lo tanto, el valor de una construcción matemática, nos dice Poincaré, radica en su capacidad de relacionarse con otras construcciones formalmente análogas, bajo una estructura común que las sintetiza. En otras palabras, para Poincaré, el buen matemático no sólo construye relaciones generales evidentes, sino también pone en evidencia la estructura subyacente que las pone en relación con otras generalizaciones.<sup>87</sup> Y para satisfacer este otro fin, el matemático no puede recurrir solamente a los recursos involucrados en la demostración (es decir, no le basta con la lógica o su intuición pura), el matemático como “inventor” debe hacer uso de otra clase de intuición que Poincaré denominada como *comprensión*. Sobre este punto cabe citar en extenso a Poincaré:

---

<sup>86</sup> Poincaré, H., *Ciencia y Método*, *op.cit.*, p. 24.

<sup>87</sup> Este mismo punto será enfatizado casi medio siglo después por el matemático inglés Godfrey Hardy, bajo los siguientes términos: “The ‘seriousness’ of a mathematical theorem lies, ... in the significance of the mathematical ideas which it connects. We may say, roughly, that a mathematical idea is ‘significant’ if it can be connected, in a natural and illuminating way, with a large complex of other mathematical ideas. Thus a serious mathematical theorem, a theorem which connects significant ideas, is likely to lead to important advances in mathematics itself and even in other sciences” (Hardy, G. “A Mathematician Apology”, Baaltis Publishing, (1940) p.65) Para Hardy, la seriedad y la belleza son los criterios por los que debe ser juzgado un teorema.

“El análisis puro pone a nuestra disposición una multitud de procedimientos cuya infalibilidad nos garantiza; nos abre mil caminos diferentes en los que podemos entrar con toda confianza; estamos seguros de no encontrar obstáculos en ellos, pero ¿cuál de todos esos caminos es el que nos llevará más rápidamente al fin? ¿Quién nos dirá cuál hay que *elegir*? Nos hace una facultad que nos haga ver el objeto de lejos y esta facultad es la *intuición*. Es necesaria al explorador para elegir su ruta; no lo es menos a quien sigue sus huellas y quiere saber por qué las ha elegido. Si asistís a una partida de ajedrez, para comprenderla no os bastará saber las reglas del movimiento de las piezas. Esto os permitirá solamente reconocer que cada jugada ha sido hecha conforme a esas reglas, y esta ventaja tendrá verdaderamente muy poco valor. Es, sin embargo, lo que haría un lector de un libro de matemáticas, si no fuera más que lógico. *Comprender* la partida es enteramente otra cosa; es saber por qué el jugador avanza tal pieza más bien que tal otra que habría podido mover sin violar las reglas del juego. Es advertir la razón íntima que hace de esta serie de jugadas sucesivas una especie de todo organizado.”<sup>88</sup>

Por lo tanto, para Poincaré, la evidencia matemática, si bien es irrefutable, no ofrece un criterio para poder discernir la ventaja entre dos relaciones generales que son matemáticamente correctas, desde el punto de vista de su justificación. En sus términos, el matemático haciendo uso de sus recursos lógicos y el uso de su intuición *pura* es capaz de dar *forma* a una infinidad de posibilidades lógicas; de este modo, se dice que abre “caminos”, por los que el pensamiento puede indagar con plena confianza. El punto de Poincaré es que estos recursos no ofrecen un criterio suficiente para *elegir* entre combinaciones que, desde el punto de vista del razonamiento matemático, son correctas; pues para esto debe *comprenderlas* o, en otras palabras, *entenderlas*. La comprensión o entendimiento matemático se relaciona con la capacidad de entrever el “alma” o “razón íntima” que hacen de una infinidad de relaciones lógicas un “todo organizado”. Por ponerlo en otros términos: el matemático, por medio de la generalización matemática, logra entrever la estructura que ordena a una diversidad de relaciones lógicas. Sin embargo, el *buen* matemático no sólo debe ordenar, también debe ordenar para un fin (organizar). Esto quiere decir que no sólo debe ser capaz de construir, mediante el razonamiento matemático (intuición pura), un orden bajo el cual se sintetizan una diversidad de relaciones; también

---

<sup>88</sup> Poincaré, H., *El valor de la ciencia*, *op. cit.*, p. 28 (El énfasis es mío). En la comprensión matemática podemos constatar el mismo ejercicio sintético que organiza una serie de actos para un fin que ya veíamos operar en la constitución del espacio sensible. Más aún, como veremos, este ejercicio intuitivo denominado comprensión también se puede elucidar como la coordinación entre los recursos cognitivos disponibles, un objeto y las necesidades del matemático. Véase nota 90 más adelante.

debe tener la intuición para discernir el “valor” de estas combinaciones, al entrever su posible belleza o utilidad para satisfacer un problema específico. Para esto la comprensión o entendimiento matemático resulta fundamental, pues permite entrever estructuras que reúnen una diversidad de objetos matemáticos análogos bajo un orden potencialmente útil.

La naturaleza de la comprensión o entendimiento matemático enfatiza el carácter artístico que tienen las matemáticas para Poincaré. Y es que esta actividad, la cual no es más que “el arte de dar el mismo nombre a cosas diferentes”, por medio de la cual el matemático da cuenta de las semejanzas entre cosas que son “diferentes por la materia”, pero “parecidas por la forma”, es una actividad esencialmente *creativa o inventiva*.<sup>89</sup> Esto quiere decir, como la cita anterior señala, que es una actividad que no puede reducirse a una secuencia de operaciones lógicas, de aquí que no sea suficiente con el ejercicio de la intuición pura para su realización. Tampoco se debe concebir como dos procesos concatenados, como si en un primer momento el matemático reconociera un conjunto de analogías formales dentro de una diversidad de relaciones, para en un segundo momento *elegir* la más conveniente. Más bien, durante la invención, la intuición de una relación general matemática ya se constituye bajo la óptica de sus posibles analogías formales, es decir, bajo la perspectiva de su posible utilidad, de tal modo que: “las combinaciones estériles ni siquiera se presentan al espíritu del inventor”.<sup>90</sup> El punto es que el matemático *como inventor* construye o define

---

<sup>89</sup> Poincaré, H., *Ciencia y Método, op. cit.*, pp. 29-30.

<sup>90</sup> *Ibid.*, p. 43. El proceso a partir del cual se presenta a la conciencia del matemático una organización matemática potencialmente útil es complejo.

Poincaré enfatiza que la actividad intuitiva que hemos descrito es sensible a las condiciones psicológicas bajo las que se desarrolla. De hecho, su funcionamiento específico depende de estas condiciones. En general, estas condiciones refieren al grado de coordinación que puede establecerse durante el desarrollo de una investigación, entre los recursos cognitivos a los que el científico tiene acceso de manera consciente, y lo que llama su atención, esto es, la expectativa de una posible solución al problema que está tratando. Por ejemplo, hay contextos de investigación en los que esta coordinación es habitual. Estos contextos son aquellos en los que el científico entreve con facilidad qué condiciones debe cumplir una posible solución al problema que se le plantea; pues conoce de antemano cómo son las soluciones *útiles* a problemas semejantes. En estos casos, la intuición del científico le sugiere abstraer de un problema aquellos aspectos que permiten resolverlo en analogía con un problema que, de antemano, reconoce como soluble. Esta labor de abstracción puede convertirse en rutina, de modo que la actividad intuitiva que ésta supone llega a consolidarse en un hábito de investigación (de modo que llega a realizarse incluso a nivel subliminal). En este sentido, este ejercicio intuitivo se desarrolla de manera semejante a cómo veíamos se consolida la intuición del espacio sensible. Por lo que, se puede decir que la intuición de una organización valiosa emerge de un proceso de adaptación, en otras palabras, los juicios de valor a partir de la cual se articulan la comprensión del matemático se aprende en la práctica, incluso requiere de un entrenamiento específico (cf. Poincaré, “Las definiciones matemáticas y la enseñanza” en *Ciencia y Método, op. cit.*)

relaciones generales, ya bajo la constrictión de su posibilidad utilidad para un problema específico:

“¿Qué es, en efecto, la invención matemática? No consiste en hacer nuevas combinaciones con otros seres matemáticos ya conocidos. Esto cualquiera podría hacerlo, pero las combinaciones que se podrían formar así serían infinitas y la mayor parte estaría totalmente desprovista de interés. Inventar consiste precisamente en no construir combinaciones inútiles, sino en construir sólo las que pueden ser útiles, que no son más que una ínfima minoría. Inventar es discernir, es elegir. [...] Ya expliqué antes cómo debe hacerse esta elección; los hechos materiales dignos de ser estudiados son los que por su analogía con otros resultan capaces de conducirnos al conocimiento de una ley matemática.”<sup>91</sup>

En resumen, lo que se ha planteado es que la objetividad de una construcción matemática no se reduce a la evidencia de su demostración; en otras palabras, no se reduce al hecho de que su proceso de construcción esté plenamente justificado (en este caso, en el ejercicio de una intuición pura); sino que requiere además cumplir con otra clase de valores que dan cuenta de su utilidad. Estos últimos son criterios que no están relacionados con la justificación de la construcción matemática, sino con su *comprensión*.<sup>92</sup> Este punto es

---

Sin embargo, hay contextos problemáticos donde la coordinación descrita no es sencilla. Se tratan de contextos que plantean problemas donde se desconoce qué condiciones debe cumplir una posible solución. En otras palabras, son contextos donde se carece de toda expectativa, por lo que el científico se desconoce cómo usar sus recursos cognitivos para tratar la cuestión. Es en estos contextos donde la actividad intuitiva funciona de manera inhabitual; promoviéndose así el proceso creativo: la invención de una organización útil o valiosa.

Por lo tanto, para promover la creatividad científica, el científico se debe encontrar trabajando bajo las condiciones que establece un contexto de investigación problemático. Para Poincaré, este trabajo de investigación debe consistir en periodos de trabajo consciente, interrumpidos por periodos de descanso, durante los cuales, la intuición continúa su actividad de manera subliminal. Según Poincaré, es en estos periodos de trabajo inconsciente donde la intuición va “incubando” una posible solución, hasta el punto que ésta logra llamar la atención a la conciencia, irrumpiendo como parte de su contenido. La “iluminación súbita” con la que nos es dada esta representación inédita viene acompañada, nos dice Poincaré, de un “sentimiento estético” que nos hace sentir la utilidad de dicha representación. (Cf. “La invención matemática” en *Ciencia y método, op. cit.*) Una vez más podemos constatar que el ejercicio de esta intuición posee una dimensión sensible o afectiva (Cf. Di Gregori, C. Pérez Ransanz, A. “Experience, Emotions and Creativity” en *The Paths of Creation: Creativity in Science and Art* (Sixto Castro & Alfredo Marcos (eds.)) Peter Lang, Bern, 2011). La función de este sentimiento estético será analizado con mayor detalle en la sección 2.5.

<sup>91</sup> *Ibíd.*, p. 42

<sup>92</sup> Sobre el papel del ejercicio de la intuición que aquí se ha denominado “comprensión” en la *justificación* de la generalización matemática. Cf. Dunlop, K. (2017) “Poincaré on the Foundations of Arithmetic and Geometry. Part 2: Intuition and Unity in Mathematics” en *HOPOS: The Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science*, vol. 7. Bajo el punto de vista desarrollado en este capítulo no se

importante, pues enfatiza una característica central de la filosofía de la ciencia de Poincaré: la idea de que la satisfacción de los criterios de justificación de un enunciado científico sólo establece una condición necesaria, pero no suficiente para considerar a dicho enunciado como objetivo (incluso si la justificación está dada *a priori*).

A partir de lo anterior, se tiene que la peculiaridad de la *buena* ciencia no radica solamente en la satisfacción de los criterios de justificación que hacen “evidentes” sus enunciados; sino que, además, radica en que las relaciones que expresan estos enunciados puedan ser usados con éxito para satisfacer fines concretos. De este modo, no es la demostración de una construcción matemática lo que nos permite valorarla, sino en que tanto su uso promueve la comprensión de un dominio matemático, esto es, su capacidad para dejar entrever las estructuras que podría relacionarla con otras construcciones formalmente análogas. Siendo así, para Poincaré, el matemático no sólo se dedica a demostrar, también debe inventar y aplicar. Por esta razón, las relaciones generales no sólo deben ser evidentes, sino que deben tener un buen “rendimiento” en otros contextos (por ejemplo, en el contexto de invención o descubrimiento). Más aún, como veremos a continuación, en oposición a la tendencia logicista de finales del siglo XIX, Poincaré argumenta que anteponer los valores que emanan del contexto de justificación, frente a los valores que dan cuenta de la utilidad de una generalización, no sólo ofrece una visión estrecha de la actividad matemática, también contraviene a la objetividad de la generalización misma. Para desarrollar este punto, cabe exponer la postura de Poincaré respecto a los fines de la práctica matemática.

#### 2.4 Los múltiples fines de la práctica matemática

La cuestión de los fines de la práctica matemática es un tema recurrente en la filosofía de la ciencia de Poincaré. A grandes rasgos, su postura se enfrenta a la tendencia logicista de la época, conforme la cual el fin de la actividad matemática se identifica con la demostración “rigurosa” de sus enunciados; es decir: la construcción de objetos matemáticos a partir de

---

considera que la intuición (comprensión) justifique a la *evidencia* de la generalización matemática, pero sí se requiere para dar cuenta de su aplicabilidad y, por lo tanto, de su objetividad.

definiciones exactas y mediante el uso de reglas lógicas, sin recurrir a la intuición.<sup>93</sup> Para Poincaré, el logicismo no sólo sostiene una comprensión errónea de los procesos de construcción/demostración matemática (al negar el papel que juega la intuición pura en estos procesos);<sup>94</sup> además, promueve un reduccionismo que, en última instancia, sólo incrementa la distancia entre los objetos matemáticos y los contextos en los que éstos encuentran un valor práctico. Y es que al ignorar el rol de la intuición, el logicismo sólo dificulta el entendimiento de aquellos contextos de la práctica matemática en las que esta facultad juega un papel indispensable. Como hemos visto, el contexto de descubrimiento, pero también el contexto de aplicación y de aprendizaje matemático son ámbitos que sólo se pueden entender si se da cuenta del papel que juega la intuición en estos procesos; en palabras de Poincaré, sin el ejercicio de la intuición: “los espíritus jóvenes no sabrían iniciarse en la comprensión de las matemáticas, no aprenderían a quererlas y no verían en ellas más que una vana logomaquia; sin ella, sobre todo, jamás llegarían a ser capaces de aplicarlas”.<sup>95</sup> En suma: “al volverse rigurosa, la ciencia matemática toma un carácter artificial... olvida sus orígenes históricos; se ve cómo pueden resolverse las cuestiones, pero ya no se ve cómo y por qué se plantean”.

Sin embargo, Poincaré reconoce que el rigor que persiguen las investigaciones permeadas por la tendencia logicista ha permitido refutar creencias matemáticas que anteriormente se aceptaban por parecer “intuitivamente” verdaderas. En este sentido, la adopción del “rigor”

---

<sup>93</sup> Entre los autores que fueron objeto de la crítica de Poincaré, se encuentran: Cantor, Peano, Russell, Zermelo y Hilbert. Sobre esta discusión, véase: Golfarb, W. “Poincaré against the Logicians” en *History and philosophy of modern mathematics* (Aspray, W., Kitcher, P. (eds.)), Minnesota studies in the philosophy of science, vol. 11, University of Minnesota Press, (1988). pp. 61-81; Deltefsen, M., “Poincaré against the logicians” en *Synthese*, 90, (1992). pp. : 349 – 378. Folina, J., "Poincaré's Circularity Arguments for Mathematical Intuition" en *The Kantian Legacy in Nineteenth Century Science*, (Friedman and Nordmann (eds.)), MIT Press, 2006; Folina, J., *Poincaré and the philosophy of mathematics*, Palgrave Macmillan, (1992), cap. 4 y 5.

<sup>94</sup> Sobre este punto: Cf. Da Silva J.J., “Poincaré on mathematical intuition. A phenomenological approach to Poincaré's philosophy of arithmetic”. *Philosophia Scientiae*, tome 1, n.2. 1996. pp. 87-99. A diferencia de Da Silva que considera que fuera de la intuición pura las otras clases de intuición que reconoce Poincaré, incluida la involucrada en la comprensión, juegan un mero papel heurístico, aquí se ha argumentado que, en particular, la comprensión juega un papel en la constitución de la objetividad de la generalización matemática, en tanto que se requiere para dar cuenta de su utilidad y belleza. Y es que no hay que olvidar que para Poincaré “... no hay lógica ni epistemología independientes de psicología” (Poincaré, H. “La lógica del infinito” *op. cit.* p. 98).

<sup>95</sup> Poincaré, H., *El Valor de la Ciencia*, *op.cit.*, p. 27

como una característica que debe cumplir toda *buena* demostración implicó un nuevo criterio de justificación, lo que derivó en una auténtica evolución de la práctica matemática. Sin embargo, bajo la tendencia logicista, este cambio ha llevado al extremo de desconfiar por completo de la intuición y reducir cada vez más el espacio de su ejercicio. Como ya vimos, la “seguridad” y “confianza” que proporciona el rigor matemático no es suficiente para establecer el valor de una construcción matemática; pero, más aún, reducir el valor de la construcción a la de su evidencia, incluso contraviene su *objetividad*. En palabras de Poincaré:

“Pero, ¿creen que las matemáticas hayan alcanzado la seguridad absoluta sin ningún sacrificio? Nada de eso; lo que han ganado en seguridad lo han perdido en objetividad. Alejándose de la realidad es como han adquirido su pureza perfecta. Se puede recorrer libremente todo su dominio, antes erizado de obstáculos, pero estos obstáculos no han desaparecido. Han sido solamente transportados a la frontera, donde falta vencerlos de nuevo si se la quiere franquear y penetrar en el reino de la práctica”.<sup>96</sup>

Como puede verse, reducir el valor de las relaciones generales matemáticas a la “confianza” que proporciona su evidencia (dada su demostración rigurosa, o su construcción bajo un esquema *a priori*), significa alejar a la matemática de la “realidad”, constreñirla a un reino de “pureza epistémica” y de aparente libertad, que sólo reduce su “objetividad”. En otras palabras, la objetividad de la construcción matemática no se reduce a sus condiciones de justificación; por lo que, las relaciones generales no deben instanciar sólo los valores que promueven la satisfacción de estas condiciones. En efecto, a riesgo de reducir el fin de la actividad matemática a la construcción de teoremas “perfectamente rigurosos, pero perfectamente inútiles”, el matemático también debe “penetrar al reino de la práctica”, para lo cual debe comprender dichos teoremas; es decir, tiene que hacer uso del razonamiento analógico por medio de la intuición. De igual manera, se llega a la conclusión de que el valor de las construcciones matemáticas depende de su “rendimiento” en contextos de aplicación, creatividad, aprendizaje y especulación. En suma, frente a la tendencia logicista que identifica la finalidad de las matemáticas con el rigor de la demostración y antepone la evidencia de la generalización frente a otras clases de valores;

---

<sup>96</sup> Poincaré, H., *Ciencia y Método*, *op.cit.*, p. 97



Poincaré reconoce que las matemáticas satisfacen una multiplicidad de fines y que las construcciones matemáticas deben instanciar también valores de carácter no epistémico para poder satisfacerlos. Respecto a esta multiplicidad de fines, nos dice Poincaré:

“Las matemáticas tienen un triple fin. Deben suministrar un instrumento para el estudio de la naturaleza. Pero eso no es todo; tienen un fin filosófico y, me atrevo a decirlo, un fin estético. Deben ayudar al filósofo a profundizar las nociones de número, de espacio, de tiempo. Y, sobre todo, sus adeptos... admiran la delicada armonía de los números y de las formas, se maravillan cuando un nuevo descubrimiento les abre una perspectiva inesperada. [...] Aún cuando el fin físico y el fin estético no sean solidarios, no deberíamos sacrificar uno por el otro. Pero hay más; estos dos fines son inseparables y el mejor medio para alcanzar uno es apuntar al otro o, por lo menos, no perderlo nunca de vista”.<sup>97</sup>

Si la matemática tiene como propósito una diversidad de fines, entonces las construcciones matemáticas, por medio de los cuales los satisface, deben instanciar distintas clases de valores. Por ejemplo, el fin estético exige que las construcciones matemáticas despierten en el científico un sentimiento de elegancia, a través de la exhibición de relaciones “armónicas”, “asombrosas” y “sencillas”. El fin físico o “instrumental” (práctico-cognitivo) exige que el constructo matemático suministre un instrumento económico, es decir, simple, con alcance y fructífero o fecundo, el cual auxilie la investigación de otros dominios científicos. El fin filosófico exige la elucidación de las nociones básicas usadas en la construcción matemática, a partir del estudio de su justificación, pero también a partir del estudio de su origen psicológico e histórico. De aquí la importancia de comprender el rol de la intuición, sobre todo en el contexto creativo y en el contexto de aprendizaje, pues éstas son instancias estrechamente relacionadas con el origen psicológico de las construcciones matemáticas. A los fines mencionados cabe añadir, el fin pedagógico que se ocupa de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, a partir del desarrollo del razonamiento matemático y de la “duda matemática” (sobre la duda matemática, dice Poincaré: “El fin principal de la duda matemática es desarrollar ciertas facultades del espíritu, y, entre ellas,

---

<sup>97</sup> Poincaré, H., *El Valor de la Ciencia*, op.cit., p. 90

la intuición”), por medio de los cuales se adquieren las habilidades requeridas para comprender y justificar, es decir, usar y demostrar, las construcciones matemáticas.<sup>98</sup>

Estos fines no pertenecen al mismo orden, pero tampoco son independientes entre sí, más bien, “para alcanzar uno hay que apuntar al otro”. Esto significa que estos fines pueden coordinarse, de tal modo que la satisfacción de uno contribuye al éxito de los demás (y viceversa). En otros términos, hay vías de retroalimentación entre los dominios “más puros” y “más aplicados” de los objetos matemáticos (el caso paradigmático sería la física-matemática, pero también las aplicaciones entre la geometría y el álgebra serían un ejemplo), de tal modo que se aprecian “conexiones” entre estos dominios.<sup>99</sup> Esta colaboración entre fines es fundamental para que la generalización matemática adquiera valor, pues por medio de ésta se promueve el descubrimiento de las analogías formales que podría mantener con otras generalizaciones, lo cual es necesario para que en su conjunto se constituyan en un “todo organizado”. Anteponer un fin, o bien, un valor específico, sobre los otros sólo puede obstaculizar que la generalización adquiera valor en general y, en última instancia, reduce su objetividad. Por lo tanto, bajo este punto de vista, el grado de

---

<sup>98</sup> Poincaré, H., *Ciencia y Método*, op. cit., p. 100

<sup>99</sup> Poincaré se pregunta si la posibilidad de aproximar objetos que pertenecen a diferentes dominios científicos implica que la distinción entre las clases de intuición usadas en su construcción es sólo gradual. En este sentido, las aproximaciones entre los dominios de la aritmética y de la geometría, implicarían que la distinción entre la intuición pura, usada para construir los objetos del primer dominio, y la intuición sensible, involucrada en la construcción de los objetos del segundo, no es esencial: “¿Es menos profundo de lo que primeramente parece el abismo que las separa? ¿Se reconocerá, con un poco de atención, que esta misma intuición pura no podría pasarse sin el auxilio de los sentidos?”. La respuesta de Poincaré es negativa: “Pero basta que la cosa sea dudosa para que yo esté en el derecho de reconocer y de afirmar una divergencia esencial entre las dos especies de intuición; no tienen el mismo objeto y parecen poner en juego dos facultades diferentes de nuestra alma, diríase dos proyectores apuntados a dos mundos extraños entre sí” (Poincaré, H., *El valor de la ciencia*, op. cit., p.31). En pocas palabras, la distinción entre las clases de intuición “corresponde a algo real”. Como veremos, la distinción entre estas clases de intuición significa que las aproximaciones entre objetos de diferentes dominios requieren de matemáticos (o científicos) que usen distintas clases de intuición (en otras palabras, matemáticos con diferentes habilidades). Esto quiere decir que la construcción de estructuras en las que se dan estas clases de aproximaciones requiere de la colaboración científica y de una organización social particular. Sin embargo, Poincaré no deja de admitir que la distinción entre distintas clase de intuición es algo complejo, por lo que debe aceptar que en cierta medida hay algo común a éstas: ya sea la intuición pura o la intuición sensible, vemos que ambas sintetizan su objeto a partir del reconocimiento de una unidad (*Ibid.* p. 30). Aquí agregaría que en el caso de la intuición pura este reconocimiento se ve guiado por un esquema dado *a priori*, mientras que en el caso de la intuición sensible se da a través de un proceso de adaptación a lo largo del cual se aprende a reconocer bajo que unidad una diversidad se sintetiza en un objeto útil o bello.

objetividad matemática depende de cómo contribuye a la satisfacción de todos estos fines y no sólo de los fines característicos del contexto de justificación.<sup>100</sup>

Por último, si la práctica matemática tiene esta multiplicidad de fines, entonces se trata de una actividad que exige para su realización de una variedad de habilidades, las cuales, en ocasiones no siempre se encuentran en la misma medida entre los matemáticos. En este sentido, Poincaré distingue, a grandes rasgos, entre matemáticos según la tendencia de su intuición, lo cual dibuja un espectro que va de los que se dedican a la geometría, hasta los que se ocupan del análisis.<sup>101</sup> Se tiene, pues, que los matemáticos conforman un grupo de científicos heterogéneo, por lo que el progreso de su práctica sólo puede radicar en su colaboración (en la aproximación de sus objetos), para lo cual la extrema especialización científica sólo puede significar un obstáculo.<sup>102</sup> Por ello, por ejemplo, señala Poincaré: “Si la aritmética hubiera permanecido pura de toda mezcla con la geometría, no habría conocido más que el número entero; es por adaptarse a las necesidades del geometría por lo que ha inventado otras cosas”.<sup>103</sup>

En resumen, hasta el momento se ha planteado que la práctica matemática persigue una multiplicidad de fines (se desarrolla a lo largo de distintos contextos), en consecuencia, su éxito depende de que la construcción matemática pueda instanciar distintas clases de valores para satisfacerlos. En particular, el objeto matemático debe ser evidente, pero también bello (elegante: armónico, asombroso, sencillo) y útil (económico: simple, amplio, fructífero). Asimismo, se ha argumentado que estos fines no son excluyentes, al contrario, el éxito de la práctica matemática depende de su adecuada colaboración. Esto es coherente

---

<sup>100</sup> En efecto, ante el cambio histórico de los criterios de justificación científica (y el posible relativismo que se desprende de esta clase de cambio), Poincaré defiende la objetividad de la ciencia a partir de la capacidad de la práctica científica de constituirse en una tradición de investigación. El punto es que a través de la tradición, los científicos pueden coincidir respecto a la valoración de una generalización científica, o bien, comprender por qué los científicos del pasado le adscribían tal valoración. Sin duda, los procesos de enseñanza y aprendizaje por medio de los cuales se transmite, a lo largo de generaciones, una práctica de investigación, son fundamentales para que una práctica se constituya en una tradición; por lo que, la satisfacción de los fines pedagógicos resulta vital para constitución la objetividad en la ciencia.

<sup>101</sup> Poincaré, *El Valor de la Ciencia*, *op. cit.*, pp. 19–31.

<sup>102</sup> Poincaré, H., *Ciencia y Método*, *op. cit.*, p. 33: “A medida que la ciencia evoluciona es más difícil abarcarla; en vista de ello se la divide a fin de estudiarla detalladamente; en una palabra, esto es especializarse. Si se exagera en este sentido sería un obstáculo para el progreso de la ciencia. Ya lo hemos dicho, es por aproximaciones inesperadas entre las diversas partes como se efectúan los progresos. Especializarse mucho sería lo mismo que prohibir estas aproximaciones”.

<sup>103</sup> *Ibid.*, p. 105

con la postura de que el valor de la construcción matemática no reside por completo en su evidencia; sino, en mayor medida, en su capacidad de relacionarse con otras construcciones análogas (que pueden pertenecer a dominios distintos), para conformar una estructura común. Asimismo, se ha señalado que al apuntar a la colaboración de los fines de la práctica matemática se rechaza la actitud de anteponer una clase de valores sobre otros; apelándose al reconocimiento de que la objetividad de la generalización matemática radica precisamente en que ésta instancia distintas clases de valores, algunos contribuyen a su inteligibilidad, mientras que otros a su aplicabilidad. Por último, se argumentó que dado que los objetos matemáticos instancian una diversidad de valores, se tiene que su construcción requiere de matemáticos con distintas clases de habilidades. De esta manera, Poincaré reconoce dos grandes tendencias entre los matemáticos: por un lado, los intuicionistas – geómetras; por el otro, los lógicos – analistas. En la siguiente sección, ahondaré en la noción de utilidad matemática y su relación con la belleza, así como el modo en que estos valores interactúan para satisfacer los múltiples fines de la práctica matemática.

## 2.5 La utilidad y la belleza matemática: economía y elegancia

“Para que una construcción pueda ser útil, [...] es preciso que se encuentre alguna ventaja en considerar la construcción, más bien que sus mismos elementos. ¿Cuál puede ser esa ventaja? ¿Por qué razonar sobre un polígono, por ejemplo, que siempre puede descomponerse en triángulos, y no sobre triángulos elementales? Porque hay propiedades que pueden demostrarse para los polígonos de un número cualquiera de lados y que se pueden aplicar inmediatamente a un polígono particular cualquiera. [...] El conocimiento del teorema general nos economiza esos esfuerzos. Una construcción no resulta, pues, interesante, sino cuando se la puede colocar al lado de otras construcciones análogas, formando las especies de un mismo género”.<sup>104</sup>

Congruente con lo que se ha argumentado, al cuestionarse en qué consiste el valor de la generalización matemática, Poincaré señala que no es suficiente que la unidad proporcionada por la generalización permita entrever, con plena evidencia, algo más que la

---

<sup>104</sup> Poincaré, H., *La Ciencia y la Hipótesis*, *op.cit.*, pp. 29-30.

yuxtaposición de sus partes. Además, la cuestión requiere discernir si el punto de vista general resulta más “ventajoso” que el particular. En otras palabras, se requiere mostrar la “utilidad” del teorema general, a partir de su posible organización con otras generalizaciones análogas. Los criterios de utilidad se predicán, pues, de la organización de generalizaciones (dentro de las que cabe la demostración/construcción). Ahora bien, para Poincaré, las generalizaciones útiles son, principalmente, aquellas que una vez organizadas tienen la capacidad de economizar el pensamiento. En otras palabras: “La importancia de un hecho se mide... por su rendimiento, es decir, por la cantidad de pensamiento que nos permite economizar”.<sup>105</sup> ¿Cómo discernir el “rendimiento” de una organización matemática?

En términos generales, se dice que una organización de generalizaciones es económica porque las dispone en un orden evidente que optimiza el razonamiento sobre el dominio al que es aplicada. Esta optimización se origina porque mediante el uso de esta organización se simplifica el razonamiento; o, bien, porque su uso ofrece un método que permite ahorrar esfuerzos intelectuales. Por un lado, la *simplicidad* de una organización matemática está relacionada con la cantidad de elementos que la conforman y la cantidad de relaciones inferenciales que los organiza.<sup>106</sup> Por otro lado, su capacidad para ahorrarnos de esfuerzos intelectuales se encuentra relacionada con su *amplitud* o *alcance*; es decir, que tantas relaciones comprende la organización bajo su dominio. En este sentido, en virtud de su alcance, la demostración de un teorema general nos ahorra la demostración de sus casos particulares. Además de estos valores, la economicidad de pensamiento exige que la construcción matemática útil sea estable, es decir, que esté conformada por relaciones *fructíferas* o *fecundas*. Para elucidar este punto se debe tomar en cuenta que, al considerar a la economicidad de pensamiento como un fin de la práctica científica, Poincaré se encuentra recuperando uno de los aspectos centrales de la filosofía de la ciencia de E.

---

<sup>105</sup> Poincaré, *Ciencia y Método*, *op. cit.*, p. 26

<sup>106</sup> No hay un criterio definido de simplicidad matemática, por lo que se puede hablar de simplicidad matemática en muchos sentidos. Por ejemplo, desde un punto de vista computacional, la simplicidad de una organización se puede definir en términos de su complejidad algorítmica; desde un punto de vista lógico, la simplicidad matemática se puede medir en términos de su complejidad cuantificacional y por la cantidad de relaciones inferenciales que involucra (es decir, por la extensión de la prueba); y desde un punto de vista psicológico, la simplicidad matemática se puede medir mediante el tiempo que tarda, por ejemplo, un estudiante en aprender y aplicar una organización matemática.

Mach, a quien refiere sobre este punto en varias partes de su obra.<sup>107</sup> Cabe citar lo que dice Mach al respecto:

“The aim of scientific economy is to provide us with a picture of the world as complete as possible - connected, unitary, calm and not materially disturbed by new occurrences: in short a worldpicture of the greatest possible stability. The nearer science approaches this aim, the more capable will it be of controlling the disturbances of practical life, and thus of serving the purpose out of which its first germs were developed”.<sup>108</sup>

Por lo tanto, la economicidad de pensamiento también se relaciona con el grado de “estabilidad” de una organización de generalizaciones, el cual es un valor que, de acuerdo con Mach, se relaciona con la capacidad de una organización científica para resolver nuevos problemas, sin necesidad de modificarse. En este sentido, para Mach: “Mathematics is the method of replacing in the most comprehensive and economical manner posible, *new* numerical operations by old ones done already with known results”.<sup>109</sup> Bajo este punto de vista, la organización más económica es la que ahorra el esfuerzo de tener que modificarla (o bien, nos evita construir una nueva) cada vez que se tenga que abordar un nuevo problema. Sin duda, para reconocer que un nuevo problema puede resolverse bajo una misma organización matemática, se requiere identificar a dicho problema como análogo a la clase de problemas que pueden resolverse mediante esta disposición específica. Como hemos visto, el razonamiento lógico y la intuición pura son insuficientes para reconocer estas analogías formales, para lo cual el matemático debe hacer uso de su intuición. En otras palabras, para discernir si una organización es “estable” se requiere su *comprensión*, a partir de la cual se puede intuir su analogía formal con la organización que resultaría útil para resolver un nuevo problema. Y es que sólo la intuición, nos puede proporcionar esa “visión de lejos” que nos permite reconocer a una construcción matemática como un todo

---

<sup>107</sup> Por ejemplo: “El célebre filósofo vienés Mach dijo que el papel de la ciencia es producir economía de pensamiento, de la misma manera que la máquina produce economía de esfuerzo. Y es muy cierto. El salvaje cuenta con los dedos, o juntando pequeñas piedras. Enseñando a los niños la tabla de multiplicar les ahorraremos para más tarde, innumerables maniobras con piedras. [...] La importancia de un hecho se mide entonces por su rendimiento, es decir, por la cantidad de pensamiento que nos permite economizar.” (*Ibid.*, p. 26).

<sup>108</sup> Mach, E. *Principles Of The Theory of Heat*, D. Reidel Publishing Co. , 1896 (trad.1990), p.337 (el énfasis es de Mach).

<sup>109</sup> Mach, E. *The Science of Mechanics: A critical and historical account of its development*, Chicago London The Open Court Publishing Co, 1919, p. 487.

organizado hacia la satisfacción de un fin. Por consiguiente, se puede decir que la economicidad de pensamiento es un fin de la práctica matemática que promueve la *comprensión* de sus objetos y, en este sentido, contribuye a su descubrimiento y aplicabilidad. En suma, se tiene que una generalización matemática útil es la que, bajo una organización específica, instancia valores práctico-cognitivos, principalmente: simplicidad, alcance y fecundidad.

Es importante mencionar que estos valores práctico-cognitivos son relativos al dominio en el que es aplicado el teorema matemático. En otras palabras, el criterio bajo el cual se juzga a un teorema como “económico” adquiere un sentido específico según el dominio en el que se aplica. Siendo así, puede haber generalizaciones matemáticas que desde el punto de vista de un dominio científico no presentan ninguna ventaja específica frente a otras generalizaciones que, desde el punto de vista matemático, son igual de evidentes; sin embargo, en ocasiones, estas generalizaciones sí son útiles una vez aplicadas al dominio de otras prácticas científicas (o viceversa).<sup>110</sup> En el próximo capítulo retomaré la relación entre física y matemáticas para elucidar el papel que juegan los valores matemáticos en la práctica del físico-matemático.<sup>111</sup> Pero baste lo anterior para sugerir que el valor práctico-cognitivo de las matemáticas es una cuestión que no se decide por completo al interior de esta disciplina, sino que en ocasiones requiere del juicio de científicos de otros ámbitos, o bien, dentro de las mismas matemáticas, el discernimiento de diferentes especialistas. Esto apunta a que el juicio de valor respecto a la utilidad del objeto matemático posee un componente social.

Además de estos criterios de utilidad, Poincaré reconoce que el valor de la generalización también radica en su belleza:

“Podemos sorprendernos de ver invocar la sensibilidad con motivos de demostraciones matemáticas que aparentemente no podrían interesar más que a la inteligencia. Esto sería olvidar el sentimiento de la belleza matemática, de la armonía de los números y de las formas, de la elegancia geométrica. Es un auténtico sentimiento estético que todos los

---

<sup>110</sup> Poincaré, H., *El Valor de la Ciencia*, op. cit., p. 26.

<sup>111</sup> *Ibid*, p. 16: “El análisis matemático... no puede dar al físico más que un lenguaje cómodo; ¿no es éste un mediocre servicio del cual, en rigor, se habría podido prescindir?... Lejos de ello, sin ese lenguaje la mayoría de las íntimas analogías de las cosas nos habría permanecido para siempre desconocida y habríamos ignorado en todo momento la armonía interna del mundo que es, lo veremos, la única realidad objetiva”.

verdaderos matemáticos conocen. [...] Según esto, ¿cuáles son los seres matemáticos a los que atribuimos este carácter de belleza y elegancia y que son susceptibles de desarrollar en nosotros una especie de emoción estética? Aquellos cuyos elementos están armoniosamente dispuestos, de manera que el espíritu pueda sin esfuerzo abarcar todo el conjunto penetrando en los detalles. Esta armonía es a la vez una satisfacción para nuestras necesidades estéticas y una ayuda para el espíritu que sostiene y guía. Al mismo tiempo, poniendo ante nuestros ojos un todo bien ordenado, nos hace presentir una ley matemática”.<sup>112</sup>

Cabe cuestionar en qué consiste la belleza matemática a la que se refiere Poincaré y las funciones que cumple este sentimiento estético en la práctica del matemático. Respecto a la primera pregunta, Poincaré elucida a la belleza matemática en términos del sentimiento de elegancia que evocan algunas organizaciones de generalizaciones matemáticas.<sup>113</sup> Bajo este punto de vista, una organización matemática es bella, si el orden que establece entre sus objetos constituyentes, es decir, la disposición por medio de la cual éstos se conforman en un todo organizado, despierta una emoción o sentimiento de elegancia. El sentimiento de elegancia matemática suele originarse a partir de aquellas organizaciones que establecen una disposición “armónica” (“simétrica”, “equilibrada”); es decir, una disposición cuya totalidad puede apreciarse sin esfuerzo y sin perder el detalle de sus partes.<sup>114</sup> También se origina a partir de una disposición imprevista o “asombrosa”; es decir, disposiciones que establecen relaciones entre objetos que no son comunes aproximar; o bien, es un

---

<sup>112</sup> Poincaré, H., *Ciencia y Método*, *op.cit.*, p. 49.

<sup>113</sup> Se puede discutir si la belleza matemática que se adscribe a enunciados generales, es la misma clase de belleza que se adscribe a las organizaciones de estos enunciados (demostraciones, clasificaciones, etcétera). En lo que sigue no consideraré esta discusión y adscribiré la misma clase de belleza matemática a enunciados y a organizaciones de enunciados. Para una exposición de las distintas clases de belleza matemática presentes en diferentes objetos matemáticos, véase: Cellucci, C., “Mathematical Beauty, Understanding and Discovery” en *Foundations of Science* 20 (4): 2015. pp. 339-355.

<sup>114</sup> Para Poincaré, la armonía matemática es semejante a la armonía plasmada por la arquitectura griega: “Los edificios que admiramos son aquellos en los que el arquitecto ha sabido proporcionar los medios y el fin, y en donde las columnas parecen llevar sin esfuerzo, casi alegremente, el peso que les han impuesto, como las graciosas cariátides del Erecteón” (*Ibid*, p. 21). De tal modo que la armonía sería una clase de adecuación entre la parte y el todo, a partir de cuya apreciación se puede *comprender* en qué medida cada parte contribuye a la construcción total.



sentimiento que suele originarse con el contraste entre la complejidad de una diversidad de elementos y la simplicidad de la estructura que los organiza.<sup>115</sup> En pocas palabras:

“El sentimiento de elegancia matemática no es otra cosa que la satisfacción debida a no sé qué adaptación entre la solución que se acaba de descubrir y las necesidades de nuestro espíritu, y es a causa de esta adaptación cómo la solución puede ser para nosotros un instrumento. Esta satisfacción estética está, por consiguiente, unida a la economía de pensamiento”.<sup>116</sup>

La relación entre la belleza matemática y la economía de pensamiento permite que el sentimiento estético resulte útil para cumplir distintas funciones. En particular, auxilia al matemático en el descubrimiento y construcción de generalizaciones potencialmente útiles. En efecto, este sentimiento facilita el reconocimiento de la unidad sintética de una organización matemática, lo cual ayuda a discernir las posibles relaciones de analogía que podrían mantener con otras construcciones. De este modo, los criterios estéticos funcionan como una guía o recurso heurístico al que pueden recurrir los matemáticos, en particular, en contextos de descubrimiento en los que se plantean problemas donde se desconocen las condiciones que debería cumplir una posible solución.<sup>117</sup> Es sobre todo bajo estas circunstancias de investigación, donde el sentimiento de belleza matemática juega el papel de una “criba delicada”, la cual nos sugiere y permite tomar conciencia de las generalizaciones matemáticas que podrían ser útiles. Por último, es importante mencionar

---

<sup>115</sup> Un ejemplo de una relación matemática asombrosa y sencilla es la famosa ecuación de Euler:  $e^{i\pi} + 1 = 0$ . Se trata de una identidad que relaciona cinco de los números más importantes de las matemáticas:  $e$ ,  $i$ ,  $\pi$ , 1 y 0 (los cuales pertenecen a diferentes dominios: álgebra, geometría y análisis), mediante las operaciones de la adición, la multiplicación y la exponenciación. En una encuesta realizada por *The Mathematical Informer* (1992), este teorema fue elegido por los lectores como el más bello entre 24 propuestos (Véase nota 119). Y en una encuesta realizada por *Physics World* (2004), los lectores la eligieron como la segunda ecuación más bella, detrás de las ecuaciones de Maxwell (Crease, R. “The greatest equations ever” en *Physics World*, vol.17 (5) (May. 2004) p.19 y vol. 17 (10) (Oct. 2004), pp. 14–15). La apreciación de los físicos se debe a que, además de bella, esta ecuación es útil. En efecto, esta ecuación bajo la forma general  $e^{ix} = \cos x + i \sin x$  permite describir movimientos periódicos o circulares y, en general, puede ser aplicada en los problemas físico-matemáticos que involucran estas funciones trigonométricas. Sobre la identidad de Euler, véase: Wilson, R. *Euler’s Pioneering Equation: The Most Beautiful Theorem in Mathematics*, Oxford University Press, 2018. Sobre el papel que ha jugado la belleza y la armonía en la historia de las matemáticas y su aplicación a distintas ciencias, véase: Stakhov, A. *The Mathematics of Harmony: from Euclid to contemporary mathematics and computer science*, World Scientific, 2009.

<sup>116</sup> *Ibíd*, p. 28.

<sup>117</sup> Di Gregori, C. Pérez Ransanz, A. *op. cit.* p. 99

que, si bien la belleza facilita el reconocimiento de la unidad de una generalización matemática, esto no significa que dicho sentimiento estético pueda sustituir la evidencia que proporciona su demostración rigurosa. En otras palabras, la belleza matemática guarda una correlación con la utilidad del objeto matemático, de tal modo que “la inquietud hacia lo bello nos conduce a las mismas elecciones que la de lo útil”;<sup>118</sup> sin embargo, esto no es el caso con su “verdad”. Esto es congruente con la idea de que la verdad matemática parece no aceptar grados, pero la belleza matemática sí.<sup>119</sup> En suma, el sentimiento estético cumple una función heurística como un criterio que guía la actividad creativa y el juicio del matemático hacía la construcción y la elección de teoremas generales potencialmente útiles.

Además de la función anterior, la belleza matemática juega un papel auxiliar en la procuración de los fines filosóficos.<sup>120</sup> Para explicar este punto cabe enfatizar que el sentimiento de belleza surge de la adaptación entre los recursos cognitivos del matemático, sus necesidades y las posibles soluciones que podrían satisfacerlas.<sup>121</sup> Se trata de una

---

<sup>118</sup> Poincaré, H., *Ciencia y Método*, *op.cit.*, p. 21.

<sup>119</sup> En una encuesta realizada en *The Mathematical Intelligencer*, se pidió a los lectores evaluar 24 teoremas matemáticos en una escala (0-10), según su *belleza*. Los resultados de esta encuesta ofrece un ejemplo de que: 1) Se puede adscribir belleza a teoremas y no sólo a demostraciones. 2) El juicio respecto a los valores estéticos del objeto matemático posee un componente personal, es decir, la apreciación puede variar de matemático en matemático. 3) La belleza matemática es un valor gradual, de tal modo que se puede discernir el grado de belleza de un teorema según una escala. (Wells, D. “Are These The Most Beautiful?” *The Mathematical Intelligencer*, 12(3), pp. 37-41).

<sup>120</sup> El sentimiento estético también contribuye a los fines pedagógicos. En particular, el asombro matemático si es cultivado puede jugar un papel importante en los procesos de enseñanza. El punto es que el asombro ante un resultado inusitado, contra-intuitivo, o paradójico, puede incentivar en el estudiante la curiosidad sobre sus causas, lo cual motiva su investigación y cuestionamiento. Este punto es sostenido por D. Zazkis y R. Zazkis, para quienes: “Wonder—as related to mathematics—is the force that pushes us to move from an initial moment of aesthetic delight through the experience of creating intelligibility and understanding” (Zazkis, D., Zazkis, R., “Wondering about Wonder in Mathematics” en *The Best Writings on Mathematics 2014* (Mircea Pitici (ed.)), Princeton University Press, 2014. pp. 165-187). Como a continuación se plantea, Poincaré parece también adscribir a la belleza matemática, la función de detonar una reflexión de segundo orden sobre el objeto matemático; una reflexión que, en última instancia, contribuye a su comprensión y aprendizaje.

<sup>121</sup> De acuerdo con Breitenbach, las consideraciones filosóficas en torno al carácter de los juicios estéticos en la ciencia han oscilado entre dos tendencias; por un lado, la tendencia *pitagórica*, según la cual los juicios estéticos son acerca de características objetivas de las teorías, en virtud de las cuales éstas se relacionan la verdad; por el otro, la tendencia *subjetivista* según la cual los juicios estéticos sólo reflejan los gustos o preferencias del científico y no hay una relación (quizás sólo contingente) entre belleza y verdad. Frente a estas tendencias, Breitenbach propone explorar una alternativa de corte *kantiano* según la cual, la belleza guarda una relación con el *entendimiento* y el juicio estético puede entenderse de la siguiente manera: “we can understand the aesthetic judgement as ultimately a response to the experienced harmony of our own intellectual capacities involved in gaining understanding of the natural world by means of the theory”. Como hemos podido exponer, para Poincaré la experiencia estética también se relaciona con la concordancia (o

experiencia estética que acompaña a la concordancia de estos elementos, de tal modo que permite tomar conciencia de ella, lo que permite realizar una reflexión sobre su origen. De esta manera, cuestiona Poincaré:

“¿De dónde proviene esta concordancia? Es simplemente que las cosas bellas son las que se adaptan mejor a nuestra inteligencia, por consiguiente, son al mismo tiempo el instrumento que esta inteligencia sabe manejar con más habilidad.”<sup>122</sup>

Por lo tanto, la belleza matemática contribuye a la reflexión sobre las matemáticas mismas, como los instrumentos que con mayor habilidad la inteligencia puede manejar y sobre la satisfacción estética que su manejo produce. En este sentido, reflexionar sobre las matemáticas no es más que “reflexionar sobre el espíritu humano que la ha creado, tanto más puesto que entre las múltiples creaciones del hombre es esta ciencia la que menos ha pedido al exterior, en una palabra, la más pura y esencial”.<sup>123</sup> Para Poincaré, las *especulaciones* matemáticas sobre los objetos matemáticos que están “alejados” de otros dominios científicos, o bien, que carecen de valor práctico, resultan particularmente útiles, pues nos permiten elucidar “lo que el espíritu humano es capaz de hacer cuando se sustrae a la tiranía del mundo exterior”.<sup>124</sup> Ahora bien, dado que la belleza matemática radica en la concordancia entre las habilidades del matemático, su objeto y sus necesidades, se tiene que los juicios estéticos son relativos al “espíritu” del matemático y al contexto de investigación en el que éste se desenvuelve. Sin embargo, esto no debería sugerir un relativismo respecto a la validez de esta clase de juicios. Al contrario, a diferencia de la belleza sensible, la belleza matemática se nos presenta como una belleza intelectual y, por ello, resultaría accesible a todos los seres pensantes. Siendo así, la relatividad de esta clase de juicios estéticos se expresa, más bien, en el hecho de que se basa en una “sensibilidad especial”

---

armonía) entre las capacidades intelectuales, las necesidades (entender un dominio de objetos) y una organización matemática. Por lo tanto, su postura respecto a los juicios estéticos en matemáticas podría caer bajo esta alternativa kantiana (y no bajo la tendencia pitagórica como cree Breitenbach). Sobre este punto véase: Breitenbach, A. “Aesthetics in Science: A Kantian Proposal” en *Proceedings of the Aristotelian Society*, Vol. CXIII, Part I, (2013), pp. 83-100. Para un panorama de esta discusión, véase: “Ivanova, M. “Aesthetics Values in Science” en *Philosophy Compass*. 12:e12433, (2017). <https://doi.org/10.1111/phc3.12433>

<sup>122</sup> Poincaré, H., *Ciencia y Método*, op. cit. p. 21

<sup>123</sup> *Ibid*, p. 31

<sup>124</sup> *Ibidem*.

que “todos los matemáticos conocen, pero que los profanos ignoran hasta el punto de sonreírse”.<sup>125</sup> De este modo, de manera semejante a como sucedía con la intuición de la evidencia matemática, el “instinto natural de la elegancia matemática” también se desarrolla en la práctica y sólo logra despertarse en aquellos espíritus que toman conciencia del mismo. Lo anterior apunta a que los juicios de valor (estéticos) poseen un componente *personal* que depende de los talentos naturales del matemático y de su experiencia.

Hasta el momento se ha planteado que, bajo un punto de vista, la belleza matemática no es más que el sentimiento de elegancia que provoca la apreciación de organizaciones de objetos matemáticos cuya disposición suele instanciar los siguientes valores: es armónica, asombrosa o sencilla. Bajo otro punto de vista, se trata de un sentimiento que surge de la concordancia o adecuación entre las habilidades del matemático, sus necesidades y el objeto matemático. Siendo así, es un sentimiento que suele relacionarse con la *comprensión* matemática (o entendimiento), es decir, con el ejercicio de la intuición que nos permite no sólo ordenar una diversidad de inferencias lógicas, sino organizarlas a través de los recursos cognitivos disponibles con el propósito de satisfacer un problema.<sup>126</sup> Asimismo, se ha expuesto cómo este valor estético contribuye a la satisfacción de fines propios de los contextos de descubrimiento, aplicación, especulación y enseñanza de la práctica matemática. En primer lugar, para Poincaré, la belleza matemática es un criterio que guía la investigación, sobre todo en la resolución de problemas en los que no se han establecido los criterios que identifican una posible solución, es decir, en contextos de invención. En segundo lugar, la experiencia estética facilita la apreciación del constructo matemático como un todo organizado, bajo una óptica que permite entrever las analogías formales que podría mantener con otras estructuras. De este modo, contribuye a su aplicación en otros dominios científicos. En tercer lugar, este sentimiento puede detonar una reflexión sobre esta concordancia y, en consecuencia, contribuye a la especulación filosófica sobre los elementos concordantes: el objeto matemático, la inteligencia que lo construye y los fines que satisface. Por último, el carácter estético de algunos objetos y métodos matemáticos, contribuyen a generar un sentimiento (por ejemplo, de asombro) que incide en el grado de

---

<sup>125</sup> *Ibid*, p. 49

<sup>126</sup> De este modo se asemeja a la intuición del espacio sensible expuesta en el capítulo 1. Véase Nota 90 y 99.

interés y curiosidad sobre su naturaleza, lo cual contribuye a crear un contexto en el que se facilita su investigación, su enseñanza y su aprendizaje.

Sin embargo, además de ser un *medio* que contribuye a la satisfacción de estos fines, para Poincaré la belleza matemática es un fin en sí mismo. En otras palabras, la belleza de los objetos matemáticos y el placer que ésta provoca es razón suficiente para que el matemático se dedique a su investigación, independientemente de su utilidad. Por esta razón, nos dice Poincaré: “no titubeo en decir que las matemáticas merecen ser cultivadas por sí mismas, y que las teorías que no pueden ser aplicadas a la física deben serlo tanto como las otras”.<sup>127</sup> El punto de Poincaré es que el matemático, en semejanza con el artista, no requiere de una razón instrumental para la construcción e investigación de los objetos matemáticos, el placer estético justifica por completo su vocación:

“El sabio no estudia la naturaleza porque sea útil; la estudia porque encuentra placer, porque es bella. Si la naturaleza no fuera bella, no valdría la pena conocerla, ni la vida vivirla. No hablamos aquí, entendamos, de la belleza que sorprende a los sentidos, de la belleza de las cualidades, de las apariencias; no es que la desdeñe, pero no tiene nada que hacer con la ciencia; quiero hablar de esa belleza más íntima, que proviene del orden armonioso de las partes y que sólo una inteligencia pura puede comprender. Por así decirlo es la que da cuerpo, un esqueleto a las halagadoras apariencias que embellecen nuestros sentidos y sin este soporte, la belleza de estos sueños fugitivos sería imperfecta, porque sería indecisa y huiría siempre. Por el contrario, la belleza intelectual se basta a sí misma y por ella, más que por el bien futuro de la humanidad, el sabio se condena a largos y penosos trabajos”.<sup>128</sup>

En particular, el matemático no construye estos objetos por su utilidad o el posible beneficio que puedan traer a la humanidad, sino por su belleza. Sin embargo, esto no quiere decir que la utilidad carezca de valor, al contrario, como se vio, la mejor forma de alcanzar uno de estos fines es apuntar al otro, pues en última instancia hay una relación entre la inteligencia, su objeto puro y el placer que conlleva su uso. Tampoco quiere decir que la investigación matemática no deba considerar fines prácticos, pues la objetividad de la generalización matemática depende de su aplicabilidad. Lo que quiere decir es que los fines prácticos no pueden ser el propósito último de la práctica matemática. La razón es que la

---

<sup>127</sup> Poincaré, H., *El valor de la ciencia, op. cit.*, p. 90

<sup>128</sup> Poincaré, H., *Ciencia y Método, op. cit.*, p. 20

vocación que se requiere para hacer de la práctica matemática una auténtica obra colectiva no logra cultivarse a partir de intereses prácticos, sino de un conjunto de sentimientos que se originan a partir de la apreciación de la belleza matemática. En efecto, para Poincaré, el placer que provoca el uso y apreciación de una organización matemática bella, así como el contacto constante con esta clase de objetos, contribuyen a la constitución de una *psicología afectiva* (o “moral”) propia del “espíritu” científico:

“Quien haya apreciado o haya observado, aunque sea de lejos, la espléndida armonía de las leyes naturales, estará mejor dispuesto para despreciar sus pequeños intereses egoístas; tendrá un ideal que preferirá a sí mismo. Ése es el único terreno en que se puede construir una moral. Por este ideal, trabajará sin escatimar esfuerzos y sin esperar ninguna de esas groseras recompensas que son esenciales para ciertos hombres. Cuando haya adquirido así el hábito del desinterés, este hábito lo acompañara por doquier; su vida entera quedará como perfumado por él”.<sup>129</sup>

Por lo tanto, la belleza matemática juega un papel fundamental en la formación de una psicología afectiva característica, esto es, un código de valores y emociones que surgen en el espíritu del matemático, a raíz del ejercicio de sus hábitos de investigación, su relación con su objeto (la cual depende en cierta medida de estos hábitos) y los problemas con los que a lo largo de su experiencia se ha enfrentado. Poincaré reconoce como parte de esta psicología afectiva a valores morales (sentimientos y actitudes) como la honestidad, el desinterés, la disciplina y la colaboración. Estos valores morales cuando son cultivados contribuyen a la generación de una vocación científica; es decir, el deseo de adoptar a la práctica matemática como una *forma de vida*. Como puede verse, estos valores morales no se predicán del objeto matemático como tal, sino de los hábitos de investigación del matemático. En este sentido, son valores característicos de una forma de investigación y juegan un papel importante para la práctica matemática se consolide como una obra colectiva exitosa; esto es, una organización social capaz de abordar problemas de investigación a lo largo de generaciones de matemáticos:

“La ciencia... es una obra colectiva y no puede ser otra cosa. Es como un monumento cuya construcción exige siglos y al que cada uno debe aportar su piedra; pero esta piedra cuesta a veces toda la vida. Nos proporciona el sentimiento de la cooperación necesaria, de la

---

<sup>129</sup> Poincaré, H., “La Ciencia y la Moral”, en *Últimos Pensamientos*, *op. cit.* p. 150

solidaridad de nuestros esfuerzos, los de nuestros contemporáneos, y aún los de nuestros antepasados y descendientes”.<sup>130</sup>

En resumen, en esta sección se ahondó en la naturaleza de la utilidad y la belleza matemática, así como en las funciones que desempeñan los valores prácticos y estéticos. Como hemos visto, tanto la utilidad y la belleza recae en la posibilidad de intuir el “alma” del hecho matemático, esto es, entrever las analogías que permiten relacionarlo con otros, bajo una estructura más general que los sintetiza. Al acto de entrever el “todo organizado” bajo el cual se unifican generalizaciones formalmente análogas (posiblemente de distintos dominios científicos), Poincaré lo denomina como comprensión o entendimiento. La comprensión es un ejercicio intuitivo irreductible a operaciones lógicas (o reglas explícitas como las de un juego) y de una clase distinta a la intuición pura. Una diferencia central respecto a esta última es que la comprensión no se ve guiada por un esquema dado *a priori*, sino por valores de índole práctica y estética. Los juicios que se ven involucrados durante los actos de comprensión se pueden concebir, entonces, como juicios de valor. Estos juicios de valor permiten discernir la utilidad y la belleza matemática, es decir, qué tan conveniente o placentero resulta la reunión de un conjunto de generalizaciones, bajo una estructura más general. Por un lado, este criterio de comodidad o conveniencia puede caracterizarse en términos de la economía de pensamiento; bajo este criterio, las relaciones matemáticas útiles son aquellas que son simples, comprensivas y fecundas. Por otro lado, el criterio de belleza matemática es caracterizado bajo el sentimiento de elegancia; bajo este criterio, las relaciones matemáticas bellas son aquellas que son armónicas, asombrosas o sencillas. La economía de pensamiento contribuye a aumentar el rendimiento de la máquina científica, mientras que la belleza matemática contribuye a la vocación matemática; esto es, el deseo de adoptar a la práctica matemática como una forma de vida.

---

<sup>130</sup> *Ibid.*, p. 151.

## 2.6 Conclusiones

El presente capítulo tenía como propósito elucidar el rol que desempeñan los valores en la constitución de la objetividad matemática. Bajo otros términos, el presente capítulo ofrece una respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cómo contribuyen los valores en la construcción de una representación matemática inteligible y aplicable?

Por un lado, la inteligibilidad de una representación exige que su sentido sea expresable por medio de un discurso comprensible para un grupo de seres pensantes. En el caso de las matemáticas esta cuestión exige investigar los recursos intelectuales que permiten al matemático representar, por medio de una definición simbólica y finita, las propiedades o relaciones entre los elementos que pertenecen a una totalidad infinita. Respecto a este punto se mostró cómo, para Poincaré, las únicas definiciones legítimas en matemáticas son las predicativas y el único infinito cuya existencia cabe suponer es el potencial; es decir, aquél que puede ser construido a partir de lo finito. El punto central es que esta construcción, la que permite el salto de lo finito a lo infinito, involucra un proceso de *generalización* guiado por la inducción matemática, cuya validez, para Poincaré, se funda en un *juicio sintético a priori*. Precisamente, el carácter *a priori* de la generalidad de un teorema es lo que explica su “evidencia irrefutable”. En otras palabras, la relación entre un teorema matemático y su evidencia se justifica en un criterio dado *a priori*: la intuición pura de una potencia mental. Se trataría, pues, de una justificación que goza de “pureza epistémica”, pues en el establecimiento de la misma no se ven involucrados factores idiosincráticos o contextuales. De este modo, la “evidencia irrefutable” se establece como un valor propio de la generalidad matemática, característico de aquellos teoremas que satisfacen sus condiciones de justificación. Más aún, si asumimos el criterio de existencia matemática de Poincaré, se tiene que la evidencia de un teorema matemático no sólo da cuenta de la validez de su justificación/construcción, sino también indica que el teorema es una verdad. Por lo tanto, en el caso de las matemáticas, la evidencia es un valor de carácter epistémico. Por último, dado que todo ser pensante podría aprender matemáticas, se tiene que la relación que



expresa un teorema evidente es accesible intersubjetivamente a partir del desarrollo de su prueba; en este sentido, contribuye a su inteligibilidad.<sup>131</sup>

¿Es suficiente con que un teorema sea evidente para afirmar su objetividad? En la segunda parte de este capítulo se argumentó una respuesta negativa a esta cuestión. Esto quiere decir que incluso en un contexto – como el de las matemáticas – en el que el científico puede recurrir a un criterio de justificación dado *a priori*, este recurso no sería suficiente para establecer su objetividad. Ahora bien, una tradición de investigación puede exigir que todo objeto matemático sea verdadero a partir de mostrar su evidencia irrefutable por medio de su demostración riguroso. Y, como sucedió con las matemáticas en el siglo XIX, la adopción de este estándar de rigor contribuyó a demostrar la falsedad de enunciados que hasta ese momento se habían asumido como verdaderos. Sin embargo, la evidencia matemática no es todo lo que se necesita para predicar la objetividad de un teorema y, en ocasiones, no es un valor que resulte necesario (que tan necesaria es la evidencia de un teorema para dar cuenta de su inteligibilidad está en función del contexto y del momento histórico de una práctica científica – véase pie de página anterior). En efecto, la historia de la ciencia nos muestra que, durante siglos, los matemáticos y los físicos han usado objetos matemáticos cuya verdad no sería probada con estricto rigor sino hasta siglos después. Lo anterior también se refleja en la enseñanza de las matemáticas, donde el estudiante suele aprender a usar un objeto matemático antes de que pueda probar con evidencia su verdad; en este caso, la demostración se realiza ya que el estudiante ha adquirido un grado de *comprensión* de los objetos, a partir de su aplicación en contextos específicos - en los que se suele hacer explícito su valor práctico o estético. Por consiguiente, no es necesario reconocer la verdad de un teorema matemático, para que éste pueda ser comprendido por una comunidad como un objeto útil o bello. La verdad es valiosa, pero no lo es todo en la ciencia. Ni siquiera en las matemáticas, donde puede distinguirse con plena certeza.

---

<sup>131</sup> El grado de inteligibilidad de una representación está en función de la comprensión discursiva de una comunidad (este punto se desarrollara mayor detalle en el siguiente capítulo). Dependiendo de esta comprensión, podría resultar que ciertos valores contribuyan en mayor o menor medida a la inteligibilidad de un objeto matemático. Por ejemplo, en el caso de que se presente una relación general a una comunidad que no se dedica a la práctica matemática, la “visualización”, es decir, que tan fácil es *imaginar* una relación matemática, puede contribuir en mayor medida a su acceso intersubjetivo. Para una comunidad de matemáticos, la evidencia de un teorema, fundada en la demostración de su verdad, sería el valor que, por excelencia, da cuenta de su acceso intersubjetivo.

La tesis de que la objetividad de un teorema matemático no radica sólo en su evidencia, sino también en valores de carácter práctico-cognitivo y estético, es afín a una filosofía de las matemáticas que reconoce la diversidad de contextos en los que esta práctica se desarrolla y la multiplicidad de fines que persigue. Para concluir me gustaría enfatizar dos consecuencias importantes de esta postura. En primer lugar, la importancia de la heterogeneidad cognitiva entre sus practicantes. En particular, se ha señalado que las habilidades que se requieren para demostrar, no son las mismas que se necesitan para inventar o aplicar. Mientras que la demostración matemática se funda en una intuición pura; la invención y la aplicación se realizan conforme a la intuición de los valores que instancia una organización *útil*; esto es, una estructura bajo la cual se puede unificar una diversidad de generalizaciones (análogas) para un fin específico. Poincaré denomina a este ejercicio de la intuición como comprensión o entendimiento matemático. Una característica central de este proceso es que no puede reducirse a una serie de operaciones lógicas, ni a un conjunto de reglas explícitas (como las reglas de un juego, por ejemplo, el ajedrez). Cualquier intento de aprehender este proceso mediante reglas de esta índole no puede ser exhaustivo, pues siempre quedarán “elementos no lógicos” o “valores” que no pueden ser especificados por completo por estas reglas. Estos valores, y los sentimientos que los acompañan, juegan un papel central en la comprensión matemática. Su principal función consiste en constreñir el conjunto de posibles organizaciones que podría realizar el matemático a sólo aquellas que los instancian. Sin el recurso a este razonamiento basado en valores (comprensión), el matemático se encontraría en una situación similar a la del asno de Buridán, pues ni los recursos lógicos, ni la intuición pura de una potencia mental, podrían auxiliarlo para *elegir* dentro de un posible infinito de unificaciones evidentes, a sólo aquellas que constituirán una organización potencialmente útil. De este modo, los valores articulan una dimensión afectiva que constriñe el espacio de posibilidad lógica accesible a la conciencia del matemático, se trata de una dimensión afectiva que posibilita a “la elección juiciosa” característica del entendimiento matemático. Siendo así, se tiene que el entendimiento matemático involucra irremediabilmente juicios de valor.

Ahora bien, dado que el proceso de comprensión no puede capturarse mediante reglas explícitas, se tiene que su ejecución depende en gran medida del talento, las habilidades

cognitivas, el conocimiento previo, los intereses y los juicios de valor del matemático; es decir, depende de un componente *personal* que varía de matemático en matemático. Lo cual apunta a la heterogeneidad cognitiva del grupo de practicantes. Esta variabilidad no debe sugerir que el entendimiento matemático sólo tiene un valor subjetivo. Por un lado, el aprendizaje dentro de una tradición de investigación tiende a “homogenizar” este componente personal, de modo que matemáticos entrenados bajo una misma tradición son más susceptibles a coincidir en el valor epistémico, práctico o estético de una organización matemática. Por otro lado, hay objetos matemáticos cuya utilidad sólo se hace patente cuando son aplicados a la investigación de otros dominios científicos, o bien, cuando son usados con éxito para la satisfacción de fines para los que no fueron expresamente contruidos, esto es, cuando son apropiados por otras prácticas. Esto sugiere que la comprensión de un objeto matemático puede trascender su contexto de origen y que los juicios de valor implícitos en este proceso son relativos a los fines que impone un contexto. También en este caso se tiene que la tradición tiende a homogenizar las consideraciones en torno a la relevancia de un contexto problemático y respecto a los valores que deben cumplir las organizaciones útiles en estos contextos. En suma, se tiene que la comprensión depende, por un lado, de un componente personal caracterizado por las habilidades, el talento, los juicios de valor y el conocimiento previo del científico y, por el otro, un contexto problemático que define los fines a satisfacer. El entrenamiento en una tradición de investigación tiende a homogenizar tanto los componentes personales, así como las consideraciones en torno a los contextos relevantes, de tal modo que restringe la variabilidad de la comprensión matemática o, al menos, posibilita una comprensión más o menos común de los objetos matemáticos.

En segundo lugar, cabe enfatizar la relación entre la objetividad de una generalización y la diversidad de clases de valores que ésta instancia. A diferencia de la creencia de que la objetividad de una generalización radica en su “pureza epistémica”. Lo que aquí se ha intentado defender es que la objetividad de una generalización matemática radica precisamente en que instancia valores de distinta clase (entre los que pueden caber los valores epistémicos, pero no necesariamente). En este sentido, para ser objetiva, no es suficiente que una generalización matemática sea evidente, pues también debe ser

económica o elegante. Como vimos, para Poincaré, un teorema puede ser evidente, pero del todo inútil; en este sentido contribuye a su inteligibilidad, pero no a su aplicabilidad. Sin embargo, un teorema bello puede contribuir a su inteligibilidad (pero no necesariamente apunta a su verdad) y a su aplicabilidad. La idea de fondo es que se requiere de una diversidad axiológica que promueve la inteligibilidad y aplicabilidad de una generalización matemática en distintos contextos, por lo que atender contra la misma solo va en detrimento de la objetividad del teorema matemático. Si bien es cierto que la naturaleza de algunos valores entra en conflicto entre sí, de modo que es poco probable que puedan ser instanciados al mismo tiempo por un mismo objeto, tampoco es imposible que haya objetos que instancien un grado de diversidad axiológica que los hace, por ello, particularmente útiles en varios contextos. Por ejemplo, los objetos matemáticos usados para la enseñanza científica suelen ser los objetos inteligibles y aplicables por todos los practicantes de una tradición. Estos objetos constituyen la moneda de canje que posee valor tanto para el experto como para el estudiante, pues articulan la base que permite un entendimiento común (pues los científicos expertos suelen ser quienes enseñan a los estudiantes a cómo usarlos en los contextos relevantes). En este sentido, se podría decir, como lo hace Kuhn, que estos objetos son “ejemplares”, o bien, objetos matemáticos paradigmáticos.<sup>132</sup> Estos objetos son aquellos en los que se presentan de manera “ejemplar” los valores epistémicos, prácticos y estéticos propios de la tradición a la que pertenece una práctica matemática; es decir, son valorados por la mayoría de los practicantes como evidentes, económicos o elegantes. En suma, se ha intentado mostrar como concebir a la objetividad científica sin necesidad de comprometernos con un “purismo” epistémico, sino con una diversidad axiológica que al estar en parte fundada en el entrenamiento dentro de una tradición de investigación no implican un relativismo o subjetivismo radical.

---

<sup>132</sup> Cf. Kuhn, T. “Algo más sobre los paradigmas” en *La Tensión Esencial*. FCE., 1982.

## CAPÍTULO 3

### Valores y objetividad en la práctica físico-matemática

#### 3.0 Introducción

En el capítulo uno se ofreció una caracterización de los hechos brutos como ocurrencias empíricas cualitativamente únicas, pero ordenables según las reglas del espacio y el tiempo fenomenológico. Asimismo, se argumentó que este orden fenomenológico es suficiente para establecer relaciones de semejanza entre los hechos brutos. Por esta naturaleza mixta, la ocurrencia de un hecho bruto resulta particular, involuntaria y ordenable, características que los hacen epistémicamente fructíferos desde el punto de vista de *una* conciencia. Esta validez subjetiva propia del hecho bruto es lo que impide que el hecho bruto “puro” sea susceptible de expresión discursiva. En otras palabras, todo lo que es cualidad pura en un hecho bruto no puede ser comunicado por un lenguaje (“las sensaciones son, pues, intransmisibles o, más bien, todo lo que en ellas es cualidad pura es intransmisible y, para siempre, impenetrable”).<sup>133</sup> En efecto, de acuerdo con la condición discursiva, lo objetivo es lo *común* a *todos* los seres pensantes y, estrictamente, la ocurrencia de un hecho bruto es infinitamente particular: única e irrepetible para cada conciencia.

Por lo tanto, la naturaleza de los hechos brutos plantea la siguiente situación: si los hechos brutos son intransmisibles, entonces: ¿cómo es posible decir algo objetivo sobre ellos? En otras palabras: ¿Cómo es posible que puedan satisfacer la condición discursiva de la objetividad? Esta cuestión requiere analizar, en primer lugar, bajo qué condiciones es posible expresar un hecho bruto en términos de un lenguaje o discurso; y, en segundo lugar, bajo qué condiciones esta expresión resulta comunicable entre un grupo de seres pensantes.

---

<sup>133</sup> Poincaré, H. *El valor de la ciencia*, op.cit. p. 158.

Sobre el primer punto, nos dice Poincaré: “Inmediatamente que interviene el lenguaje, no dispongo más que un número finito de términos para expresar los infinitos matices que mis impresiones podrían revestir”.<sup>134</sup> Lo anterior sugiere que las condiciones que hacen expresable a través de un discurso a un hecho bruto, están relacionadas con la manera en que un ser pensante logra, a través de medios intelectuales finitos, abordar la infinita particularidad de la experiencia. Lo que intentaré defender es que la generalización viene a ofrecer una respuesta a este problema. En otras palabras, voy a argumentar que expresar discursivamente a un hecho bruto implica aplicar sobre éste una operación intelectual que Poincaré identifica con un proceso de generalización; esto es: una forma de razonamiento conforme a la cual se concibe un hecho bruto bajo un “sentido” que lo relaciona con otros hechos. Cada hecho bruto así relacionado pierde su infinita particularidad; por esta razón, su generalización solo puede ofrecer una base para su conocimiento parcial, mediante un proceso que Poincaré concibe análogo al de una disección animal:

“¿Debemos concluir que lo mejor es no pintar, porque ningún pintor haya podido hacer un retrato completamente parecido? Cuando un zoólogo disecciona un animal, ciertamente lo “altera”. En efecto, diseccionándolo, se condena a no conocerlo nunca del todo, pero no haciéndolo se condenaría a no conocerlo jamás y, por consiguiente, a no decir nunca nada de él”.<sup>135</sup>

Dicho lo anterior, el presente capítulo tiene como propósito analizar los procesos de generalización que permiten expresar mediante recursos discursivos finitos a los hechos brutos. Asimismo, analizaré como estas expresiones satisfacen las condiciones de la objetividad empírica, es decir, las condiciones bajo las cuales estas expresiones resultan inteligibles y aplicables a la experiencia, es decir, experimentables. Por último, enfatizaré el papel que juegan los valores y los juicios de valor en estos procesos de generalización, para esto mostraré que estos procesos de generalización requieren de la elección juiciosa del científico o del hablante; es decir, de un razonamiento basado en su comprensión, el cual, como vimos en el capítulo anterior, involucra un juicio de valor. De este modo, se argumentará que a diferencia de la matemática donde el científico cuenta con el recurso de

---

<sup>134</sup> *Ibid*, p. 137.

<sup>135</sup> *Ibid*, p. 133

la intuición pura para mostrar la evidencia de una generalización matemática; en la física-matemática este recurso no está disponible, esto quiere decir que en este contexto la relación teoría/hipótesis – evidencia se ve mediada, inevitablemente, por juicios de valor. Sin embargo, como veremos, esta cuestión no va en detrimento de la objetividad empírica de la expresión físico-matemática; pues, tal como pasa en las matemáticas, esta diversidad axiológica se requiere para que el físico pueda construir objetos capaces de satisfacer con éxito los fines de sus práctica: ofrecer un entendimiento de la armonía entre los hechos, a partir de una *ley* matemática simple que sea capaz de producir predicciones verificables.

El capítulo está estructurado de la siguiente manera. En la sección 3.1 se presentan distintos ejemplos de enunciado de hecho bruto y de enunciados de hecho científico con el propósito de analizar el proceso de detrás de la su construcción. Respecto a los enunciados de hecho bruto se argumentará que es producto de un proceso de generalización *predicativa*, guiado por una elección juiciosa o decisión convencional. Tras ahondar en la noción de elección juiciosa como una decisión basada en la intuición (comprensión), pasaré a mostrar cómo esta clase de enunciados son susceptibles de satisfacer las condiciones de objetividad empírica. En la sección 3.2 se analiza la distinción entre los enunciados de hecho bruto y los enunciados de hecho científico para desarrollar la tesis de Poincaré de que esta distinción no es esencial, sino meramente lingüística. Se mostrará que la diferencia radica en la clase de procesos de generalización involucrados en la construcción de estas clases de enunciados de hechos, lo cual es consecuencia de las diferentes convenciones y valores que guían la elección juiciosa del físico-matemático o del hablante. Tras ahondar en la naturaleza de las convenciones científicas, se argumentará que la diferencia entre los enunciados de hecho bruto y científico sólo es una diferencia en el grado de inteligibilidad de estos enunciados, pues el uso de convenciones científicas, a pesar de su carácter ficcional, no atenta contra la posibilidad de establecer una relación entre un enunciado de hecho científico y su evidencia (en otras palabras, esta diferencia no afecta la posibilidad de que sean aplicables a la experiencia).

En la sección 3.3, se ahonda en los procesos de construcción de los enunciados de hecho científicos, en particular, en la construcción de enunciados de leyes experimentales. En este contexto, una ley experimental es una estructura sintética constante y no trivial que sintetiza

bajo una expresión matemática, una diversidad de mediciones. El proceso de construcción parte de una hipótesis natural (la unidad de la naturaleza) e involucra un proceso de generalización *inductiva* concebida como un proceso que se desarrolla en dos pasos. Primero, la construcción de un hecho elemental que satisface ciertos valores (simplicidad, homogeneidad, localidad) a partir del cual se logra aplicar el razonamiento matemático al estudio experimental de un hecho bruto. Segundo, la elección de una función matemática (continua, fecunda y exacta) que relaciona los datos obtenidos a partir de este estudio experimental. Con base en lo anterior se podrá mostrar una relación entre los valores que guían la elección del físico-experimental, las hipótesis y convenciones de las que hace uso y los propósitos que persigue. En la sección 3.4 se analiza el papel que han jugado los principios científicos a lo largo de la historia de la física-matemática, a partir de la cual se identifican dos formas en las que se han construido leyes de carácter universal; así mismo se ahonda en el papel que juegan los valores estéticos y práctico-cognitivos en estos procesos de construcción. Por último, en la sección 3.5, se presentan las conclusiones.

### 3.1 La generalización predicativa: los enunciados de hechos brutos

En *El Valor de la Ciencia*, Poincaré desarrolla una crítica a la distinción que algunos “nominalistas” sostienen entre enunciados de hechos brutos y enunciados de hechos científicos. De acuerdo con Poincaré, con base en esta distinción, los nominalistas pretenden demostrar que los hechos brutos están fuera del dominio de la ciencia, lo que significa que los enunciados científicos no pueden tener como referencia a esta clase de hechos. De aquí concluyen un “convencionalismo radical”; esto es, la tesis de que los enunciados científicos, al carecer de validez empírica, no son más que convenciones.<sup>136</sup>

El error del nominalista, nos dice Poincaré, es que desconoce la naturaleza del proceso creativo del científico; en particular, el papel que juega la generalización a lo largo de este proceso. Como hemos visto, Poincaré reconoce que, dada la imposibilidad de representar

---

<sup>136</sup> Cf. *Ibíd.* pp. 135-136.



en su totalidad a un hecho bruto, su expresión discursiva requiere intervenirlo mediante un proceso de generalización que irremediablemente lo “altera”. El punto de Poincaré es que esta clase de alteración no debe conllevar consecuencias escépticas (como se comentó, esta alteración implica que el objeto empírico sólo ofrece una perspectiva parcial, más no necesariamente falsa, sobre los hechos brutos que unifica), pero además es un proceso que se requiere para la construcción de *toda* representación discursiva. Por lo tanto, la distinción entre los enunciados de hechos brutos y los enunciados de hechos científicos no puede ser sustancial; pues, en el fondo, ambas clases de enunciados son en parte una construcción del hablante o del científico. Esto quiere decir que las mismas razones que podrían orillar al nominalista a dudar de la capacidad del lenguaje científico para referir a hechos brutos, también serían aplicables al caso del lenguaje común o natural. De este modo, la creencia nominalista de que los hechos científicos son meras invenciones, porque su referencia resulta del uso de un lenguaje “artificial” creado por los científicos, sería equivalente al absurdo de afirmar que los hechos de la vida cotidiana, es decir, aquellos a los que es posible referir usando un lenguaje común o “natural”, son meras creaciones de los gramáticos.<sup>137</sup> Una vez rechazada la distinción entre enunciado científico y bruto, Poincaré llega a la conclusión de que “el hecho científico no es más que el hecho bruto *traducido* a un lenguaje *cómodo*”.<sup>138</sup> A continuación voy a desarrollar a mayor detalle esta tesis de Poincaré, a partir del análisis de tres enunciados de hecho. Como se comentó en la introducción el propósito es doble. Por un lado, indagar en la clase de generalidad que instancian estas clases de enunciados, los procesos involucrados en su construcción y el modo en que estos enunciados satisfacen las condiciones de objetividad empírica. Por el otro, analizar el papel que juegan los valores y los juicios de valor en estos procesos de construcción.

Supongamos que a un grupo de personas experimentan las siguientes ocurrencias empíricas: “Un punto de luz se mueve sobre una escala graduada” y “Se oscurece el cielo durante el día”. Y consideremos tres formas de expresarlas discursivamente:

---

<sup>137</sup> Cf. *Ibíd*, p. 140

<sup>138</sup> *Ibíd*, p. 141

- a) “Veo un punto de luz moverse sobre una escala”. / “Veo que se ha oscurecido el cielo”, dice cualquier persona.
- b) “La corriente ha pasado por el circuito con una intensidad de nueve amperios”. / “El eclipse ha ocurrido a las nueve horas”, dice un científico.
- c) “La corriente ha pasado por el circuito con una intensidad que se puede deducir de las leyes de Maxwell”. / “El eclipse ha ocurrido a la hora que se puede deducir de las tablas de Newton”, continúa el científico.<sup>139</sup>

Para Poincaré, estos son ejemplos de enunciados de hecho, es decir, expresiones discursivas que se caracterizan por ser susceptibles de valor de verdad.<sup>140</sup> Esta es una característica importante de los enunciados de hecho que los distingue de otras clases de expresiones discursivas como las convenciones (las cuales no son ni verdaderas ni falsas). Ya desde aquí se apunta a que la generalidad instanciada en un enunciado de hecho no contraviene a su capacidad de referir a las condiciones empíricas que podrían dar cuenta de su objetividad experimental. Como veremos, la diferencia entre estos enunciados radica más bien en clase de generalidad que instancian las relaciones que expresan, la cual es consecuencia del proceso de generalización que se requiere realizar para su formulación.

La primera clase de enunciados (a): “Veo un punto de luz moverse sobre una escala” y “Veo que se ha oscurecido el cielo” son ejemplos de *enunciados de hecho brutos*. Poincaré elucida esta clase de enunciados a partir de su distinción con los hechos brutos, por un lado, y enunciados de hechos científicos, por el otro. Sobre la primera distinción nos dice:

“Es necesario distinguir entre la impresión de oscuridad que experimenta el testigo de un eclipse y la afirmación “está oscuro”, que esa impresión le arranca. En cierto modo, la primera es el único hecho bruto verdadero y la segunda es ya una especie de hecho científico”.<sup>141</sup>

“Cuando digo “está oscuro”, eso expresa bien las impresiones que experimento presenciando un eclipse, pero en la misma oscuridad se podría imaginar una multitud de matices y si, en lugar del que se ha realizado efectivamente, hubiera sido un matiz poco

---

<sup>139</sup> *Ibid*, p. 136

<sup>140</sup> *Ibid*, p. 137

<sup>141</sup> *Ibid*, p. 139.

diferente el que se produjo, sin embargo, habría enunciado todavía este otro hecho diciendo “está oscuro”.<sup>142</sup>

El enunciado de hecho bruto se caracteriza por poseer un grado de generalidad, característica que lo distingue por completo del hecho bruto “verdadero”, pero que lo asemeja al enunciado de hecho científico. El tipo de generalidad presente en los enunciados de hecho bruto sugiere que su proceso de construcción puede elucidarse como un proceso de generalización predicativa. Esta operación intelectual se describe como la abstracción de las diferencias entre dos o más particulares, para subsumirlos bajo una misma clase que los define por una propiedad común. El enunciado de hecho bruto es resultado de este proceso, se trata de una formulación simbólica que expresa una *relación* general (en este caso, una generalización predicativa) que permite razonar sobre un hecho bruto en función de las clases a las que presuntamente pertenece.<sup>143</sup> Al razonar sobre los hechos brutos mediante una generalización predicativa se “mutila” su infinita particularidad, pues se le razona desde una perspectiva parcial que no logra capturar *todos* sus “matices”. Sin embargo, esta perspectiva también presenta ciertas ventajas. En particular, su uso permite razonar sobre un hecho bruto bajo una relación que puede ser expresada por medio de un lenguaje finito y común. Asimismo, la clase de generalidad que instancian estas expresiones hace posible que un mismo enunciado pueda ser usado para clasificar a hechos brutos *análogos* (por lo que el uso de estas expresiones economiza el pensamiento). Pero, lo más importante es que estas expresiones pueden ser usadas para cuestionar la ocurrencia de un hecho bruto en concreto. Sobre este punto, nos dice Poincaré:

“Aunque una infinidad de hechos posibles sean susceptibles de ese mismo enunciado: “está oscuro”, siempre sabré si el hecho realizado está incluido o no entre quienes responden a ese enunciado. Los hechos están clasificados en categorías, y si se me pregunta si el hecho que comprueba o no en tal categoría, no vacilaré en dar mi respuesta. Sin duda esta clasificación tiene bastante de arbitrario, para dejar a la libertad o al capricho del hombre

---

<sup>142</sup> *Ibid.*, p. 137.

<sup>143</sup> Igor Ly, “Generality, Generalization and Induction in Poincaré’s philosophy” en *The Oxford Handbook in Generality in Mathematics and the Sciences*, (Chemla, K., Chorlay, R., Rabouin, D. (eds.)), Oxford University Press, 2016. p.145.

una gran parte. En una palabra, esta clasificación es una convención. Una vez establecida, si se me pregunta: “¿es verdadero tal hecho?”, siempre sabré responder y mi respuesta será impuesta por el testimonio de mis sentidos. Luego si durante un eclipse se pregunta: “¿está oscuro?” todos responderán sí. Sin duda, responderían *no* quienes hablaran una lengua en la cual claro se dijera oscuro y oscuro claro”.<sup>144</sup>

El párrafo anterior señala varios puntos de importancia relacionados con el modo en que una expresión discursiva puede ser usada como un instrumento para investigar a los hechos brutos. La idea de fondo es que el lenguaje permite la construcción de expresiones generales cuyo uso permite *referir* a un hecho bruto, conforme le *atribuye* propiedades comunes a una clase de hechos. De este modo, lo que se argumenta es que el enunciado de hecho bruto puede desempeñar una doble función.<sup>145</sup> Por un lado, como ya se comentó, un enunciado de hecho bruto se puede usar para expresar discursivamente el resultado de una generalización predicativa; esto es, expresar mediante un lenguaje finito y común, la relación bajo la cual se puede razonar un hecho bruto como clasificable. Por el otro, un enunciado de hecho bruto se puede usar para “apuntar” a un hecho en concreto, con el fin de que *otros* seres pensantes puedan acceder a él. La idea es que al ser usado de este modo, el enunciado de hecho puede ayudar a otras personas a poner atención en aquellos aspectos relevantes de su propia experiencia, a partir de los cuales podrían discernir si el hecho bruto referido es el caso o no. Más aún, como Poincaré señala, hay una relación entre estas funciones, ya que para poder cuestionar la ocurrencia de un hecho bruto mediante un enunciado, se requiere de antemano atribuir ciertas propiedades que lo tornan clasificable y susceptible de expresión discursiva. Siendo así, se tiene que el éxito de un enunciado para ser usado como un instrumento de investigación empírica, depende *en parte* de las propiedades que se han *decidido* atribuir a los hechos brutos mediante el proceso de generalización predicativa.

---

<sup>144</sup> Poincaré, H. *El valor de la ciencia*, *op. cit.*, p. 138.

<sup>145</sup> Aquí estoy asumiendo que los enunciados de hechos brutos pueden ser concebidos como “descripciones definidas”; en particular, asumo que esta clase de enunciados pueden cumplir los dos usos, atributivo y referencial, que K. Donellan les atribuye en “Referencias y Definiciones Definidas” en *La Búsqueda del Significado* (Valdés, L. (ed.)) Tecnos, 2005. pp. 85-104. Sin embargo, a diferencia de Donellan, aquí asumo que las propiedades que se le atribuyen a un hecho, por medio del cual se le describe, sí pueden incidir en su capacidad para ser usado de modo referencial. Si bien, concuerdo en que la conformidad de una descripción con el hecho al que describe no es una condición necesaria para que esa descripción pueda ser usada para referir a un hecho en concreto, sí considero que una descripción *precisa* (o bien que satisfaga otras clases de valores) puede ser más útil para este fin.

Cabe reconocer que la aplicabilidad experimental de un enunciado de hecho bruto depende de que éste pueda ser usado *con éxito* en su modo referencial. De acuerdo con Poincaré, la condición experimental exige que el objeto empírico “corresponda” con “sensaciones efectivamente experimentadas”.<sup>146</sup> Sin embargo, Poincaré no desarrolla una noción de “correspondencia” como tal. Lo que se propone es interpretar esta condición de la siguiente manera: un enunciado de hecho bruto es experimentable, si puede ser usado para orientar la atención de *otros* seres pensantes hacía los aspectos relevantes de su *propia* experiencia, de manera que por medio del “testimonio” de sus respectivos sentidos sean capaces de constatar si hay “evidencia empírica” para corroborar dicha expresión discursiva.<sup>147</sup>

Si la objetividad experimental de un enunciado de hecho bruto depende de que éste pueda ser usado con éxito de modo referencial, y si este éxito depende, en parte, de las propiedades que un ser pensante decide atribuir al hecho bruto mediante el proceso de generalización predicativa. Entonces cabe cuestionar: ¿Bajo qué criterios se toma esta decisión? ¿Conforme a qué criterios se decide atribuir ciertas propiedades al hecho bruto, haciendo abstracción de otras? Si se desea llamar la atención de otros seres pensantes sobre la ocurrencia de un eclipse, puede resultar útil aseverar que “el cielo está oscuro”. Sin embargo, es claro que no toda predicación que se pueda hacer sobre el cielo permitirá construir una buena expresión para este propósito, así como tampoco es necesario que una

---

<sup>146</sup> Poincaré, H., *El valor de la ciencia*, op. cit., 159.

<sup>147</sup> Como E. Zahar señala, si se quiere determinar el valor de verdad de un enunciado, sin inferirlo de otros enunciados, sino mediante su confrontación con su presunto referente, entonces uno debe restringir estos enunciados a reportes auto-psicológicos (ya sea que éstos describan experiencias presentes o pasadas), pues es posible el acceso directo a la referencia de esta clase de reportes, ya que son nuestros *propios* estados mentales. Entonces, bajo este punto de vista, los enunciados de hecho brutos deben ser concebidos como reportes auto-psicológicos epistemológicamente privilegiados desde una perspectiva subjetiva, pues quien los expresa tiene un acceso directo al hecho bruto al que refieren (pues es parte de su propia experiencia fenomenológica). Lo anterior tiene como consecuencia que la evidencia de un enunciado de hecho bruto puede discernirse con certeza por aquél que lo formula (Zahar, E. *Poincaré's Philosophy: From Conventionalism to Phenomenology*, Open Court, 2001 pp. 26-33). Sin embargo, bajo el punto de vista aquí expuesto, la objetividad experimental de un enunciado de hecho no sólo exige que el enunciado sea evidente para mí, sino para todos (o la mayoría) de los seres pensantes. Por esta razón, se ha enfatizado que un enunciado de hecho bruto es un reporte auto-psicológico que también puede ser usado para que *otros* seres pensantes puedan, a través de sus propios estados mentales, identificar a un hecho bruto análogo al referido, de tal modo que puedan coincidir o no con dicho reporte. Conforme con esto, la “evidencia empírica” de un enunciado de hecho bruto se identifica con el testimonio público que un grupo de seres pensantes puede dar sobre la ocurrencia de un hecho bruto y no con la certeza subjetiva con la que se le presenta a un ser pensante la referencia de sus reportes auto-psicológicos.

generalización predicativa deba estar conforme con la experiencia para que pueda usarse para este fin (pues es posible usar un enunciado falso para llamar la atención sobre un hecho en concreto). Lo anterior exige reconocer que además de condiciones lógico-gramaticales y empíricas, una expresión discursiva debe cumplir condiciones contextuales para que pueda ser usada de modo referencial.<sup>148</sup> En otras palabras, dado que no hay nada en los criterios dados *a priori* (el conocimiento del vocabulario y las reglas lógico-gramaticales de un lenguaje), ni en un hecho bruto que prohíba o garantice que un enunciado puede usarse para referir a éste, en todo contexto; entonces, se tiene que la elección de usar una generalización predicativa específica para este fin es en gran medida una elección *libre*. En pocas palabras, como señala Poincaré, se trata de una decisión de carácter *convencional*.

- Elección juiciosa y comprensión

Cabe enfatizar que una decisión basada en una convención no es una decisión arbitraria, como parece sugerir Poincaré en la cita anterior. La decisión no puede ser meramente arbitraria, pues de ser así, el azar o el capricho podrían ser una guía *confiable* para la construcción de objetos empíricos.<sup>149</sup> Poincaré rechaza esta posibilidad, pues así como una reunión arbitraria de piedras no hace una casa, tampoco las generalizaciones predicativas que surgen del azar o del capricho suelen ser útiles para la construcción de enunciados

---

<sup>148</sup> Dentro de estas condiciones cabe señalar el fin o propósito que persigue el que emite la expresión discursiva (en este caso, referir a un hecho), las capacidades discursivas (técnicas, cognitivas y lingüísticas) del hablante y de la audiencia a la que va dirigido, así como las constricciones y soportes materiales propias del entorno en el que se desenvuelve la interacción discursiva.

<sup>149</sup> Como vimos en la introducción y veremos a mayor detalle el próximo capítulo, la crítica de Tolstoi cuestiona el fundamento sobre el que descansa la confianza social en la ciencia. Tolstoi rechaza que este fundamento pueda ser de carácter epistémico, por el carácter histórico de la verdad científica. De lo anterior, concluye que esta confianza debe radicar en la naturaleza de la práctica científica: en sus métodos y sus fines. Por esta razón, un escepticismo respecto a la verdad científica no socava el valor de la ciencia y la crítica al valor de la ciencia debe enfocarse en el análisis de su método y su fin. La crítica de Tolstoi al método científico plantea que, en el fondo, este método está conforme a reglas *arbitrarias* como si se tratara de un juego de mesa. Sobre este punto, la respuesta de Poincaré radica en mostrar que estas reglas no son arbitrarias, sino *convenciones* y que la práctica de una disciplina científica guiada por convenciones no es equivalente a seguir las reglas de un “juego” muy sofisticado.

experimentables.<sup>150</sup> Por lo tanto, cabe reconocer que la construcción de un enunciado experimentable requiere de una “elección juiciosa”, conforme a la cual se decide expresar una generalización predicativa sobre otras posibles. Esto quiere decir que el razonamiento empírico detrás de la construcción de un enunciado de hecho bruto no sólo involucra un proceso de abstracción sino también de una elección juiciosa que guía el desarrollo de este proceso de abstracción. En otras palabras, el razonamiento empírico involucra un ejercicio de la intuición, en virtud del cual se logra “entrever” entre una diversidad de enunciados de hecho brutos (lógico-gramaticalmente correctos) a los que son potencialmente valiosos para satisfacer un *fin*:

“No podemos conocer todos los hechos y es menester elegir los que son dignos de ser conocidos. Si se creyera en Tolstoi, los sabios harían esta elección al azar, en lugar de hacerlo, lo que sería razonable, teniendo presentes las aplicaciones prácticas. Al contrario, los sabios creen que ciertos hechos son más interesantes que otros, porque completan una armonía inacabada, o porque hacen prever un gran número de otros hechos nuevos... Si no tienen razón, si esta jerarquía de hechos que postulan, implícitamente, no es más que una vana ilusión, no podría haber ciencia por la ciencia y por consiguiente no podría haber ciencia. Por mi parte, creo que tienen razón y, por ejemplo, he mostrado antes cuál es el alto valor de los hechos astronómicos, no porque sean susceptibles de aplicaciones prácticas, sino porque son los más instructivos”.<sup>151</sup>

La cita anterior confirma que, para Poincaré, el razonamiento empírico requiere de una elección juiciosa, pues la infinitud del hecho bruto exige abstraer parte de él para que sea razonable por medios discursivos finitos. A diferencia de lo que sostiene Tolstoi, para Poincaré esta decisión no puede dejarse al azar o al capricho, pues si este fuera el caso, no habría investigación empírica confiable; sin embargo, la ciencia es un ejemplo de que esta clase de investigación existe. Asimismo, esta elección tampoco puede basarse por completo en criterios lógico-gramaticales, ni empíricos, pues estos criterios no permiten discernir el *valor* (epistémico, cognitivo o estético) de una generalización predicativa. Como la cita anterior sugiere, el valor de una generalización se relaciona con la capacidad de poder intuir qué tan exitosa resultaría su aplicación para satisfacer un fin concreto. En el caso de los enunciados de hecho científicos, las generalizaciones valiosas son aquellas que (al

---

<sup>150</sup> Cf. Poincaré, H., *La ciencia y la hipótesis*, *op. cit.*, p. 134

<sup>151</sup> Poincaré, H., *El valor de la ciencia*, *op. cit.*, p. 165.

unificarse bajo en una organización científica) contribuyen a la satisfacción de los fines de la física-matemática, es decir: “completan una *armonía* inacabada”, o bien, “hacen prever un gran número de otros hechos”. En el caso de los enunciados de hecho brutos se ha planteado que las generalizaciones predicativas valiosas son aquellas que pueden ser usadas para referir a un hecho bruto en concreto, de tal modo que se pueda acceder públicamente a su evidencia empírica (se trataría un valor asociado con su verdad o falsedad parcial (empírica), por lo que podría considerarse de carácter epistémico). Por lo tanto, para tomar una elección juiciosa, el ser pensante debe discernir qué generalización predicativa, de las potencialmente infinitas que podría construir mediante el lenguaje, podría ser *valiosa* para satisfacer este fin. En el fondo, el ser pensante se encuentra en la misma situación que el explorador lógico que tiene ante sí un infinito de caminos confiables, pero que no sabe qué ruta lo lleva más “rápido” a su destino. Y que al rechazar al capricho o al azar como criterios confiables para tomar una decisión, entonces acude a la *comprensión* que puede adquirir a través del ejercicio de su intuición.

Como se vio en el capítulo anterior, la comprensión es un proceso por medio del cual el matemático logra intuir la estructura bajo la cual una diversidad de generalizaciones matemáticas se unifica en una organización potencialmente útil para un fin. Esta intuición no está dada *a priori*, sino que surge a partir de un proceso de adaptación *gradual* entre las habilidades del matemático, sus necesidades, su experiencia previa y las constricciones del contexto. Por medio de esta adaptación, el matemático aprende a *sentir* las propiedades que instancian las generalizaciones matemáticas *valiosas*, es decir, útiles para satisfacer sus necesidades epistémicas, prácticas o estéticas. De este modo, mediante la comprensión, el matemático aprende a distinguir, con base en un juicio de valor, entre las generalizaciones matemáticas posibles a sólo aquellas que son útiles para satisfacer un fin concreto. El punto es que la comprensión a la que recurre el matemático para inventar o aplicar sus objetos, también la requiere el ser pensante para construir una generalización predicativa que sea experimentable, en un contexto dado.

A la luz de lo anterior, podemos elucidar la noción de elección libre o decisión convencional de Poincaré como la elección basada en la comprensión; es decir, en la intuición de los valores que debería instanciar una generalización (predicativa o científica)



útil para satisfacer un fin. Cabe enfatizar que esta intuición supone un proceso de adaptación entre los recursos discursivos del ser pensantes, sus necesidades, su experiencia previa con el lenguaje/discurso y las constricciones propias de un contexto. Por lo tanto, cabe esperar que el grado de comprensión sea variable entre los miembros de un grupo de seres pensantes. Estas diferencias hacen que no siempre sea posible apreciar qué valores debería instanciar un buen enunciado de hecho bruto dado un contexto, si bien, claramente hay excepciones.<sup>152</sup> La dificultad de poder establecer una comprensión *común* del razonamiento empírico detrás de la construcción de un *buen* enunciado de hecho bruto mantiene una relación con el grado de *inteligibilidad* de esta clase de enunciados.

Cabe recordar que la condición discursiva de la objetividad exige que lo objetivo sea *común* o *inteligible* para un grupo de seres pensantes; esto es, que sea transmisible entre ellos a través de medios discursivos. En particular, al cuestionarse por la objetividad de los hechos brutos, nos dice Poincaré:

“Lo que nos garantiza la objetividad del mundo en que vivimos es que ese mundo nos es común con otros seres pensantes. Por el contacto que tenemos con los otros hombres, recibimos de ellos razonamientos totalmente hechos; sabemos que esos razonamientos no son nuestros y, al mismo tiempo, reconocemos allí la obra de seres racionales como nosotros. Y como esos razonamientos parecen aplicarse al mundo de nuestras sensaciones, creemos poder concluir que esos seres racionales han visto lo mismo que nosotros; así sabemos que no hemos tenido un sueño”.<sup>153</sup>

Para Poincaré, la interacción entre seres pensantes muestra que hay razonamientos que pueden transmitirse a través del discurso; es decir, hay razonamientos inteligibles. Asimismo, la experiencia muestra que algunos de estos razonamientos inteligibles parecen aplicarse a ciertos hechos brutos. Por lo tanto, se puede concluir que, en apariencia, hay hechos brutos que son comunes, es decir, objetivos. De acuerdo con esto, la inteligibilidad de un enunciado no es algo que se pueda establecer *a priori*, sino que se establece *a posteriori* por un grupo de seres pensantes, una vez que se reconoce que dentro de los

---

<sup>152</sup> Aquí estoy pensando en palabras como ¡Auxilio! o ¡Fuego! que pueden ser usadas prácticamente en cualquier contexto para llamar la atención sobre un peligro en el entorno. Sin embargo, claramente hay contextos donde esto tampoco se cumple, por ejemplo, al enunciarse estas palabras en una actuación.

<sup>153</sup> *Ibid*, p. 158

razonamientos transmitidos por algunos de los enunciados que usan, hay algunos que son *comunes*. En otras palabras, la inteligibilidad de estos razonamientos radica en que pueden *compartirse* con *otros* seres pensantes mediante su expresión discursiva, de tal modo que pueden aprenderlos, repetirlos, modificarlos (corregirlos) o aplicarlos a sus propias necesidades.

Sin embargo, el acceso intersubjetivo a un razonamiento por medio de su expresión discursiva no está dado. Al contrario, exige un grado de *comprensión* del lenguaje en el que está formulado. En este sentido, la comprensión que “es necesaria al explorador para elegir su ruta; *no lo es menos para quien sigue sus huellas y quiere saber por qué las ha elegido*”.<sup>154</sup> Cabe enfatizar que, bajo este punto de vista, comprender un enunciado no quiere decir reconocer su “significado”, esto es, conocer el vocabulario y constatar que cumple con las reglas lógico-gramaticales del lenguaje en el que está formulado. Comprender se relaciona más con la capacidad de entrever la “razón íntima” por la cual se ha preferido usar una expresión discursiva en lugar de otra, dado un contexto determinado.<sup>155</sup> Por lo tanto, la comprensión es una facultad que no sólo se involucra en la construcción de un enunciado de hecho bruto experimentable, sino también se requiere para que la razón detrás de su uso o construcción pueda compartirse por medios discursivos, de modo que se pueda constatar *a posteriori* su inteligibilidad.

Es importante notar que la inteligibilidad de un enunciado de hecho bruto no es absoluta, sino que está en función de los valores que instancia la expresión discursiva, el grado de comprensión que tienen del lenguaje los seres pensantes que participan en la interacción discursiva y las constricciones materiales propias del contexto donde se desarrolla esta interacción. Sin duda, las divergencias entre las habilidades y las necesidades de las personas que hablan un lenguaje común, la vaguedad de las relaciones predicativas, la variabilidad característica de los hechos brutos y la diversidad de contextos en los que son

---

<sup>154</sup> *Ibid.*, p. 28 (el énfasis es mío).

<sup>155</sup> “Si asistís a una partida de ajedrez, para comprenderla no os bastará saber las reglas del movimiento de las piezas. Esto os permitirá solamente reconocer que cada jugada ha sido hecha conforme a esas reglas, y esta ventaja tendrá verdaderamente muy poco valor [...]. *Comprender* la partida es enteramente otra cosa; es saber por qué el jugador avanza tal pieza más bien que tal otra que habría podido mover sin violar las reglas del juego”. (*Ibidem*)

usados los enunciados de hecho bruto, dificultan la tarea de hacer explícitos los razonamientos comunes entre un grupo de seres pensantes que hacen uso de esta clase de enunciados. Por esta razón, discernir qué valores debería instanciar una generalización predicativa para referir con éxito a un hecho, es algo que cambia de contexto en contexto. Sin embargo, si las divergencias entre habilidades y necesidades disminuyen, si se incrementa la exactitud de las relaciones que plantea una expresión discursiva, si se estandariza el objeto de estudio y si se homogenizan los contextos de aplicación, cabe esperar que sea más fácil reconocer un grupo de razonamientos inteligibles, a partir del cual se pueda dar cuenta que las personas que participan en una interacción discursiva tienen una *comprensión común*. Como veremos, esto es lo que sucede en el caso de la práctica física-matemática.

En resumen, hasta el momento se ha planteado que los enunciados de hecho brutos son formulaciones simbólicas que expresan una generalización predicativa, mediante un lenguaje finito y común. Su construcción consiste en la abstracción de las diferencias de una diversidad de hechos brutos para identificarlos bajo una clase. La objetividad empírica de estos enunciados depende de que satisfagan condiciones experimentales y discursivas. La condición experimental exige que estos enunciados “correspondan” con los hechos brutos. Bajo este punto de vista, los enunciados de hecho bruto experimentables son aquellos que pueden ser usados con éxito para “referir” a un hecho; esto es, su emisión ayuda a otros seres pensantes a reconocer un hecho concreto con sus propios sentidos, de modo que puedan dar testimonio público de su “evidencia empírica”. El éxito de un enunciado para referir a un hecho bruto depende, por un lado, de las propiedades que un ser pensante ha *decidido* atribuirle mediante su generalización predicativa, por el otro, de ciertas condiciones contextuales. Sobre este punto, se argumentó que los criterios lógico-gramaticales y empíricos, si bien deben satisfacerse, no son suficientes para discernir el valor que podría tener una generalización predicativa para satisfacer un fin, en un contexto. Dada esta situación, el ser pensante debe elegir libremente, esto es, tomar una decisión convencional.

Se argumentó que, a diferencia de lo que plantea Tolstoi, una decisión convencional no es una elección arbitraria, azarosa o caprichosa, sino una decisión guiada por un ejercicio

específico de la intuición denominado *comprensión*. La comprensión es un proceso a partir del cual se intuye bajo qué estructura una diversidad de hechos brutos se unifica en una generalización predicativa potencialmente valiosa para un fin. En pocas palabras, para Poincaré el razonamiento empírico detrás de la construcción de un enunciado experimentable involucra un proceso de generalización guiado por una “elección juiciosa” (una elección guiada por la comprensión). Es importante mencionar que si bien esta elección juiciosa permite intuir bajo qué clasificación podría ser útil cuestionar la ocurrencia de un hecho bruto, en última instancia, el éxito de esta elección depende del testimonio que pueden dar con sus propios sentidos *otros* seres pensantes. Asimismo cabe recordar que la ocurrencia de los hechos brutos se impone, por lo que este testimonio debería ofrecer un veredicto independiente de los *deseos* de los seres pensantes involucrados en la interacción discursiva.

Sin embargo, para ofrecer este testimonio es necesario que los seres pensantes que participan en esta interacción discursiva puedan comprender, en cierta medida, no sólo el significado de las expresiones discursivas, sino también la razón íntima por la cual una generalización predicativa es usada en lugar de otra, para este fin. Esta comprensión se requiere para acceder a este razonamiento de modo que sea posible aprenderlo, reusarlo, corregirlo, en suma, compartirlo, lo que daría cuenta de su inteligibilidad. De este modo, se obtiene la conclusión de Poincaré: los objetos empíricos son razonamientos inteligibles y aplicables a los hechos brutos. En otras palabras, son relaciones generales que mediante su expresión discursiva resultan comprensibles para un grupo de seres pensantes y que mediante su aplicación a la experiencia ofrecen un resultado que resulta constatable por el testimonio de sus sentidos.

### 3.2 De los enunciados brutos a los científicos: el papel de la convenciones

En la sección anterior, se ahondó en la distinción entre los hechos brutos y los enunciados de hecho brutos, a partir de lo cual se identificó la clase de generalidad que instancian esta clase de enunciados. Asimismo, se expuso bajo qué condiciones las generalizaciones

predicativas expresadas por esta clase de enunciados satisfacen las condiciones de objetividad empírica, conformándose, al cumplirlas, en objetos empíricos alrededor de los cuales se articula una práctica discursiva específica. En esta sección, ahondaré en la distinción entre enunciados de hecho brutos y enunciados de los hechos científicos.

Cabe recordar que una tesis central de la filosofía de Poincaré es que la distinción entre estas clases de enunciados no es esencial, sino meramente una diferencia de grado. En consecuencia, lo correcto, bajo su punto de vista, no es hablar de enunciados de hecho brutos o científicos, sino de enunciados de hecho *más o menos* científicos (o brutos).<sup>156</sup> ¿En qué sentido la diferencia entre estas clases de enunciados no es esencial? El punto de Poincaré es que la diferencia entre estas clases de enunciados sólo es lingüística, por lo que solo se tratan de enunciados expresados en lenguajes o discursos distintos que, en principio, pueden *traducirse* entre sí. Lo anterior es posible porque, de acuerdo con Poincaré, mientras dos enunciados de hecho no se reduzcan a convenciones, entonces parte de su estructura sintética puede ser común. Este “invariante universal” entre lenguajes indica que hay un mínimo de racionalidad común entre estas clases de expresiones discursivas. En otras palabras, lo anterior significa que hay razonamientos detrás de la construcción y uso de algunos de los enunciados de hecho científico que son, en lo esencial, equivalentes a los involucrados en la construcción de los enunciados de hecho bruto. Y es que, cabe reconocer que, en el fondo, ambas clases de enunciados se presentan como modos más o menos convenientes de abordar un mismo problema: la cuestión de la elección juiciosa frente a la infinita particularidad del hecho bruto. En efecto, para Poincaré este problema que, como se ha visto, ya se presenta en la construcción de un enunciado de hecho bruto, también es el problema central de la metodología científica:

“El método científico consiste en observar y experimentar. Si el sabio dispusiera de mucho tiempo, no tendríamos más que decirle: “Observe bien”; pero como carece de tiempo suficiente como para observarlo todo y más aún para observarlo bien, es preciso que elija, pues se ha dicho que más vale no mirar que mirar mal. Por lo tanto, la cuestión primordial es saber cómo tiene que hacer la elección. Este problema tanto se le plantea al físico como al historiador; igualmente se le presenta al matemático, y los principios que deben guiar

---

<sup>156</sup> *Ibíd*, p. 143: “No hay límite preciso entre el hecho bruto y el hecho científico; solamente se puede decir que tal enunciado de hecho es más bruto o, por el contrario, más científico que tal otro”.

tanto a los unos como a los otros no están totalmente desprovistos de analogías [...]. *Nos daremos cuenta más fácilmente de esto si observamos al sabio en su trabajo*".<sup>157</sup>

Como puede verse, para Poincaré, el problema central de la metodología científica es el de la elección juiciosa, este problema ya se ha explicado: el hecho bruto es infinitamente particular, por lo que no puede decirse todo sobre él, cualquier intento de expresarlo presupone una elección conforme a la cual se realiza un proceso de generalización sobre el hecho. Como hemos visto, la posición de Poincaré es que no hay criterios empíricos o lógicos que permitan determinar cuál es la mejor elección. Y si se renuncia al azar o al capricho como criterios de elección, entonces, lo *racional* es apelar al *juicio de valor* que se desarrolla a partir del ejercicio de la intuición (comprensión). El punto es que ante este problema se enfrenta tanto una persona que, mediante un enunciado finito, quiere llamar la atención de otras personas respecto a la ocurrencia de un hecho bruto, así como el científico que mediante una estructura teórica, desea entender la armonía oculta entre estos hechos. En ambos casos, lo único que el ser pensante o el científico está creando es el lenguaje en el que ha elegido enunciar al hecho bruto, según su elección juiciosa.<sup>158</sup> Pues el hecho bruto se impone, no se crea a voluntad del ser pensante, por lo que es independiente del modo en que es expresado.<sup>159</sup> Asimismo, en ambos casos, la solución al problema metodológico consiste en aprender en qué consiste una "elección juiciosa"; esto es, aprender a juzgar qué valores debería instanciar una generalización para satisfacer necesidades específicas, ya sean epistémicas, prácticas o estéticas. Por lo tanto, en lo esencial, el razonamiento detrás

---

<sup>157</sup> Poincaré, H., *Ciencia y Método*, *op. cit.*, p. 11. El énfasis es mío.

<sup>158</sup> Poincaré, H., *El valor de la ciencia*, p. 142: "*todo lo que el sabio crea en un hecho, es el lenguaje en que lo enuncia*" (el énfasis es de Poincaré).

<sup>159</sup> Esto apunta a que hay un orden psicológico entre estas operaciones, pues es la ocurrencia del hecho bruto la que ofrece una ocasión para la generación o corrección de su expresión discursiva. Esta jerarquía psicológica entre la percepción del hecho bruto y la construcción de su expresión discursiva es de importancia, pues permite apreciar el carácter empirista de la filosofía de la ciencia de Poincaré. Sin embargo, su rechazo al nominalismo también exige reconocer que la objetividad de un enunciado de hecho bruto no se debe por completo a su origen empírico; pues, de ser así, las relaciones generales como las leyes físico-matemáticas no podrían ser objetivas. No se trata, entonces, de un empirismo dogmático, pues reconoce que la constitución de la objetividad empírica depende de algo más que la experiencia. En particular, como a continuación se expondrá, para Poincaré la objetividad empírica también depende de convenciones e hipótesis que *decide* adoptar el científico.

del uso y construcción de estos enunciados es el mismo, ambos involucran un proceso de generalización guiado por una elección juiciosa.

Con base en lo anterior, se puede decir que la diferencia entre estos enunciados no es sustancial. Esta diferencia radica: 1) en la clase de procesos de generalización que se ven involucrados en la construcción de estos enunciados, a raíz de 2) las diferencias en la elección juiciosa que guían estos procesos. Como se ha argumentado, una elección juiciosa es una decisión convencional, una decisión guiada por la comprensión, es decir, por un ejercicio de la intuición que se caracteriza porque no se realiza conforme a un esquema dado *a priori*, sino por un proceso de adaptación y aprendizaje que está en función de las habilidades de quien lo realiza, su experiencia previa, sus necesidades y el contexto. Por lo tanto, si se reconoce el papel que juega la elección juiciosa en los procesos de generalización, entonces la pretensión de obtener una respuesta *a priori* al problema de la metodología científica está infundada. En otras palabras, cabe esperar que no exista un método o un algoritmo universal que al ejecutarse siempre garantice la construcción de una generalización valiosa, ya sea porque es evidente, economiza el pensamiento o es bella. Sin embargo, para Poincaré sí es posible dar una respuesta *a posteriori* al problema de elección juiciosa. Para esto hay que reconocer los procesos de generalización que prefieren realizar los científicos (o el hablante), así como las *convenciones* y los valores que guían su elección juiciosa, pero lo cual se requiere observar al científico en su trabajo o al hablante en sus prácticas discursivas cotidianas (la noción de convención científica se elucidará más adelante más adelante, por el momento basta con lo expuesto al respecto en el capítulo 1). Para ejemplificar esta cuestión, nos dice Poincaré:

“Observo la desviación de un galvanómetro con ayuda de un espejo móvil que proyecta una imagen luminosa o “spot” sobre una escala graduada. El hecho bruto es: “veo al “spot” correrse sobre la escala”; el hecho científico es: “pasa una corriente por el circuito”. Aún más, cuando realizo una experiencia debo hacer algunas correcciones en el resultado, porque sé que he debido cometer errores. Estos errores son de dos clases: unos son accidentales y los corregiré tomando el valor medio, otros son sistemáticos y no podré corregirlos más que por un estudio profundo de sus causas. En tal caso, el primer resultado es el hecho bruto, mientras que el hecho científico es el resultado final con las correcciones efectuadas”.<sup>160</sup>

---

<sup>160</sup> *Ibíd*, p. 137

Con base en lo anterior, se tiene que el acto de expresar un hecho a través de un enunciado de hecho se puede entender como un proceso de generalización que lo “corrige”. Entonces, la diferencia entre enunciados de hecho científicos y brutos sólo radica en el tipo de corrección que las generalizaciones realizan sobre el hecho bruto. En otras palabras, al enunciar un hecho en distintos lenguajes simplemente se le razona a partir de distintas teorías del error.<sup>161</sup> Bajo estos términos, la elección juiciosa respecto a la cual se prefiere corregir al hecho bruto mediante un proceso de generalización específico (en lugar de otro posible), involucra un juicio de valor respecto a la clase y grado de error que se está dispuesto a tolerar dada una posible equivocación (por lo tanto, este juicio de valor también juega un papel en la evaluación del proceso de generalización). En el caso de los enunciados de hechos brutos, en los que los hechos se razonan en términos de clases, la corrección consiste en la abstracción de aquellos aspectos irrelevantes o “accidentales”; es decir, aquellas propiedades que en promedio resulta inútil atribuir a un hecho bruto para llamar la atención de otras personas sobre su ocurrencia. Sin embargo, en el caso de los enunciados de hecho científicos, el hecho bruto se corrige sistemáticamente a partir de un estudio de sus causas. Esta “corrección sistemática” es un proceso así descrito por Poincaré:

“Para medir una corriente puedo emplear un número muy grande de tipos de galvanómetros, e incluso, un electrodinamómetro. Entonces, cuando digo que existe en ese circuito, una corriente de tantos amperios, querré decir que si adapto tal galvanómetro a ese circuito, veré al <<spot>> llegar a la división *a*, pero querrá decir igualmente que si adapto al mismo circuito tal electrodinamómetro, veré al <<spot>> llegar a la división *b*. Y aún querrá decir muchas cosas, pues la corriente puede manifestarse no solamente por efectos mecánicos, sino también por efectos químicos, térmicos, luminosos, etcétera. He ahí, por lo tanto, un mismo enunciado que conviene a un número muy grande de hechos absolutamente diferentes. ¿Por qué? Porque admito una ley, según la cual todas las veces que tal efecto mecánico se produce, tal efecto químico se producirá, por su parte. Experiencias anteriores, muy numerosas, no me han mostrado jamás una falla en esta ley. Entonces me he dado cuenta de que podría expresar con el mismo enunciado dos hechos tan invariablemente unidos entre sí”.<sup>162</sup>

---

<sup>161</sup> Este punto es coherente con la idea de Poincaré de que *decir* algo objetivo sobre un hecho implica no poder conocerlo del todo; en otras palabras, expresar algo sobre un hecho ya es colocarlo en una perspectiva parcialmente errónea o falible. Los enunciados científicos no se escapan de esta situación. Cabe señalar que una consecuencia general de esta postura es que no hay “mejores” posiciones epistémicas en un sentido absoluto, sino sólo en un sentido relativo a un propósito o fin. Para Poincaré, la ciencia es la mejor posición epistémica que se puede adoptar si el propósito adoptado es el *entendimiento* de la “realidad objetiva”.

<sup>162</sup> *Ibíd.*, p. 139



Se tiene que el enunciado de hecho científico no razona al hecho bruto con base en una clasificación; más bien, lo razona a partir de una estructura sintética, constante y no trivial bajo la cual se unifica con otros hechos “absolutamente diferentes”. En otras palabras, un enunciado de hecho científico expresa una relación constante a través de la cual se *combinan*, bajo una *forma* específica, una diversidad de hechos brutos. En este caso, el enunciado físico-matemático: “La corriente ha pasado por el circuito con una intensidad de nueve amperios” expresa cómo se combinan distintas *mediciones* de magnitudes (la intensidad de corriente, el flujo de campo magnético, la temperatura, etcétera), bajo una *relación* llamada “corriente eléctrica”. Además, *si se admite* que esta relación se comporta como una ley, entonces el enunciado de hecho científico prescribe, a través de su forma, cómo se desarrollan los cambios entre estas magnitudes. En virtud de esto, un enunciado de hecho científico puede ser usado para realizar predicciones.<sup>163</sup> Dado que los enunciados de hecho científicos sintetizan distintas clases de hechos brutos bajo una forma común, se debe considerar que la relación que expresan posee un mayor grado de generalidad que los enunciados de hechos brutos. En este sentido, un enunciado de hecho científico no sólo establece una clasificación, sino también una jerarquía entre distintas clases de hechos.

En resumen, se tiene que la diferencia entre los enunciados de hecho brutos y científicos puede concebirse como análoga a la que existe entre dos instrumentos que podrían ser usados para el mismo fin, pero que dadas sus características y las necesidades del contexto, alguno resulta mucho más útil que el otro. Es en este sentido que, para Poincaré, la diferencia entre los enunciados de hecho bruto y científico es sólo una diferencia en la manera en que alteran o corrigen al hecho bruto. Una diferencia que atañe a los procesos de generalización involucrados en su construcción y a las “convenciones” que guían la elección juiciosa conforme a la cual se decide usar un proceso de generalización en lugar de otro. Mientras los enunciados de hecho brutos permiten razonar sobre los hechos brutos por

---

<sup>163</sup> En este contexto, una ley es “un lazo constante entre el antecedente y el consecuente, entre el estado actual del mundo y su estado inmediatamente posterior”. Poincaré, H. “La evolución de las leyes” en *Últimos pensamientos*, *op.cit* p. 7. La noción de ley será desarrollada a mayor detalle en las siguientes secciones.

medio de una relación que resulta de un proceso de generalización predicativa guiado por convenciones lingüísticas; los enunciados de hecho científicos permiten razonar a los hechos brutos (mediciones) por medio de una estructura sintética (o ley) que es resultado de un proceso de generalización empírica que se ve guiada por convenciones científicas.<sup>164</sup>

De esta manera, para constatar la diferencia entre enunciados de hecho bruto y científico hay que ahondar en los procesos de generalización involucrados en la construcción de los enunciados científicos, así como en las convenciones que guían la elección juiciosa del científico. Poincaré reconoce que durante la construcción de las leyes científicas hay dos clases prominentes de convenciones que guían la elección juiciosa del físico-matemático: las definiciones de medida y los principios científicos. A continuación, se va a ahondar en la naturaleza de las definiciones de medida, a partir de las consideraciones de Poincaré en torno a la definición de la medida del tiempo. Más adelante analizaré lo referente a los procesos de generalización y los principios científicos.

- Las definiciones de medida: el tiempo mensurable

Como vimos en el capítulo 1, desde un punto de visto epistemológico, la intuición del tiempo fenomenológico permite “saber perfectamente” cuándo dos hechos brutos son simultáneos, esto es, cuando se experimentan como pertenecientes a una vivencia. O bien, el orden en el que se suceden dos recuerdos. Sin embargo, esta certeza encuentra sus límites. En primer lugar, esta estructura discontinua sólo nos permite *ordenar* nuestros recuerdos, no permite intuir una medida de su *duración*. En otras palabras: “*No tenemos la*

---

<sup>164</sup> Por lo tanto, la estructura del enunciado de hecho bruto no es tan sencilla como la relación predicativa sugiere, pues la generalización predicativa presupone tanto convenciones lingüísticas, como hipótesis naturales, en particular, la hipótesis de que los hechos brutos están dados en clases o categorías. Esto sugiere que la unidad básica del objeto empírico ya es una estructura: “[Los objetos exteriores]... son reales porque las sensaciones que nos hacen experimentar aparecen unidas entre sí por no sé qué cemento indestructible, y no por el azar de un día. Del mismo modo la ciencia nos revela otros vínculos más tenues pero no menos sólidos entre los fenómenos; son hilos tan delgado que han pasado inadvertidos durante mucho tiempo pero desde que se los ha observado, ya no hay manera de no verlos; no son pues menos reales que los que dan su realidad a los objetos exteriores...” (Poincaré, *El valor de la ciencia, op. cit.* p. 162). Lo anterior abona a que la diferencia entre hecho bruto y científico no es esencial, sino gradual.

*intuición directa de la igualdad de dos intervalos de tiempo*”.<sup>165</sup> En segundo lugar, esta certeza sólo tiene un valor *subjetivo*; esto quiere decir que esta certeza sólo es válida para hechos brutos que pertenecen a *mi* conciencia. Esto quiere decir que, dado su carácter subjetivo, la intuición del tiempo fenomenológico no nos permite afirmar que el *orden* con el que una conciencia experimenta la ocurrencia de los hechos brutos sea el mismo con el que otras conciencias lo experimentan.<sup>166</sup>

Lo anterior plantea dos problemas para la objetividad del tiempo: 1) ¿Podemos transformar propiedades fenomenológicas, que son cualitativas y subjetivas, en un propiedades mensurables, que son cuantitativas e intersubjetivas? 2) ¿Podemos reducir a una misma *medida* hechos brutos que pertenecen a conciencias distintas?<sup>167</sup> El primer problema cuestiona cómo es posible establecer un orden cuantitativo a partir de un tiempo que sólo se nos presenta bajo un orden cualitativo. El segundo cuestiona la posibilidad de establecer un orden cuantitativo de los hechos brutos que sea de acceso intersubjetivo. Resolver estos problemas es vital para poder transmitir discursivamente aspectos subjetivos de la experiencia. Asimismo, como veremos, ambos problemas se encuentran relacionados, de tal modo que el segundo parece reducirse al primero. A grandes rasgos, el punto de Poincaré es que la práctica científica ejemplifica cómo es posible discernir la sucesión y la simultaneidad de hechos con base en una decisión convencional (basada en la intuición de valores) que define una medida de su duración en términos de un tiempo común.

Para dar cuenta de estos problemas, Poincaré analiza las definiciones de medidas de tiempo que usan los astrónomos; por ejemplo, la oscilación de un péndulo, la rotación de la Tierra, o la velocidad de la luz. De acuerdo con su análisis, la duración de estos hechos puede servir como una definición de medida sólo si estos hechos son idealizados y si se hacen abstracción de algunas de las condiciones de su ocurrencia. De este modo, por ejemplo, los astrónomos admiten que las oscilaciones de un péndulo o las rotaciones de la Tierra tienen la misma duración, a pesar de que, en el primer caso, las variaciones de presión atmosférica, de la temperatura, la resistencia del aire, hacen variar la oscilación del

---

<sup>165</sup> Poincaré, H., *El valor de la ciencia, op. cit.*, p. 33. (las cursivas son de Poincaré)

<sup>166</sup> Véase, capítulo 1.3

<sup>167</sup> *Ibid*, p. 33

péndulo; o bien, en el segundo caso, la energía que pierde la Tierra implicaría que su rotación es cada vez más prolongada. En pocas palabras, en la práctica, los astrónomos definen la medida del tiempo, con base en la concepción de ciertos hechos bajo condiciones *ideales*. En este sentido, argumentan que no es necesario que estas definiciones sean verificables, sólo es necesario que sean concebibles. Y para ello es suficiente con definir las en términos de un movimiento *ideal*; esto es, aquél que verifica a las “leyes” del movimiento.

Estas condiciones ideales se exigen para garantizar un supuesto que nunca se cumple en la experiencia, pero sin el cual, la duración de un fenómeno no podría ser medible con *exactitud*; a saber: “*Que la duración de los fenómenos idénticos es la misma* o, si se prefiere, que las mismas causas emplean el mismo tiempo en producir los mismos efectos”.<sup>168</sup> Sobre este tipo de hipótesis nos dice Poincaré:

“Existen, en primer lugar, aquellas que son completamente naturales y de las cuales no se puede de ningún modo prescindir. Es difícil no suponer que la influencia de cuerpos muy alejados es totalmente despreciable, que los movimientos pequeños obedecen a una ley lineal, que el efecto es una función continua de su causa. Diré lo mismo de las condiciones impuestas por la simetría. Todas estas hipótesis forman por decirlo así, el fondo común de todas las teorías de la física matemática.”<sup>169</sup>

Por lo tanto, el científico ofrece una definición de la medida del tiempo bajo el presupuesto de una hipótesis natural que resulta inverificable, pero sin la cual carecería de sentido el propósito de establecer una medida del tiempo. Asimismo, al definirse una unidad de tiempo se abre la posibilidad de poder expresar cualquier duración como un *número* de veces dicha unidad (así al introducirse el número, se torna posible aplicar al razonamiento matemático); o bien, se puede establecer las condiciones bajo las cuales se puede discernir públicamente la simultaneidad de dos hechos brutos. De este modo, el científico al adoptar estas definiciones, admite esta clase de hipótesis naturales como válidas, incluso siendo consciente de que las condiciones que podrían verificarlas no se dan en la experiencia. Y las adopta porque por medio de estas definiciones es capaz de representar la duración de

---

<sup>168</sup> *Ibid*, p. 35. El énfasis es de Poincaré

<sup>169</sup> Poincaré, H. *La Ciencia y la Hipótesis*, *op.cit.* p. 142.

una regularidad empírica bajo los términos de una expresión matemática, lo cual contribuye a la inteligibilidad y aplicabilidad de esta regularidad empírica; en particular, contribuye a que sea inteligible bajo el lenguaje del físico-matemático y aplicable a sus fines.

Ahora bien, al afirmarse que una definición de medida es una convención (se establece por una decisión convencional), lo que se quiere decir es que dicha definición no es ni verdadera ni falsa. Por ello, la evidencia empírica no puede aportar nada a su validez. Por lo tanto, el papel constitutivo de estas convenciones científicas no se deben entender como si establecieran condiciones necesarias sobre el razonamiento empírico del científico o del hablante; más bien, son presupuestos que (entre otros posibles) permiten la aplicación de conceptos matemáticos (cuantitativos) al estudio de la experiencia, mediante la introducción de una ficción (magnitud). La adopción de estos presupuestos depende de la elección juiciosa del científico o del hablante, según el contexto problemático con el que se enfrenta. En otras palabras, dado que la definición de medida no es algo que sea susceptible de verdad o falsedad, esta definición se juzga según qué tan *cómoda* resulta su adopción para satisfacer un fin específico. Sobre este punto, los astrónomos eligen una definición de la medida del tiempo frente a otra, en función de un juicio de valor: qué tanto *simplifica* esta definición a la estructura sintética de las leyes de la mecánica. Por lo tanto, no se trata de una elección arbitraria, sino una decisión guiada por valores según el grado de comprensión del astrónomo (elección juiciosa). Asimismo, lo anterior pone de manifiesto que al decir que una definición de medida es una convención no se quiere decir que esta definición es verdad por convención, para Poincaré no hay cabida para la verdad por convención en la ciencia:

“No tenemos la intuición directa de la simultaneidad, ni tampoco la de la igualdad de dos duraciones. Si creemos tener esta intuición es un espejismo. La suplimos con ayuda de ciertas reglas que casi siempre aplicamos sin darnos cuenta. Pero, ¿cuál es la naturaleza de estas reglas? Ni regla general, ni regla rigurosa; una multitud de pequeñas reglas aplicables a cada caso en particular. Estas reglas no se nos imponen y uno podría entretenerse en inventar otras; sin embargo no podría apartarse de ellas sin complicar mucho el enunciado de las leyes de la física, de la mecánica o de la astronomía. Elegimos entonces estas reglas, no porque sean verdaderas, sino porque son las más cómodas, y podríamos resumirlas diciendo: “La simultaneidad de dos acontecimientos, o el orden de su sucesión, la igualdad

de dos duraciones deben ser definidos de tal suerte que el enunciado de las leyes naturales sea lo más simple posible. En otros términos, todas estas reglas, todas estas definiciones, no son más que el fruto de un oportunismo inconsciente”.<sup>170</sup>

La conclusión de Poincaré permite resumir ciertos aspectos de la noción de convención, aplicada en el contexto que plantea el problema de la medida del tiempo. Como se puede ver, las convenciones son “reglas”, ni generales, ni rigurosas, sino sensibles al caso que plantea un problema particular. No son susceptibles de tener un valor de verdad, por lo que la evidencia empírica no puede justificarlas. ¿Por qué una convención no es susceptible de tener un valor de verdad? La razón es que una convención define una regla conforme a la cual la propiedad de un hecho *razonado bajo condiciones ideales* es tomada como una medida de dicha propiedad; de este modo, funciona como si fuera un “axioma” que define una *magnitud*. Por ejemplo, hemos visto que la duración de la oscilación de un péndulo puede servir como la definición de una medida del tiempo (por ejemplo, el segundo). Sin embargo, esta definición supone como válidas ciertas condiciones hipotéticas que son inverificables o estrictamente falsas (hipótesis naturales), a las que no es posible renunciar pues sólo bajo su supuesto se puede razonar sobre un hecho bruto como si su duración fuera la *misma* cada vez que se da su ocurrencia (condiciones hipotéticas que, como Poincaré señala, son el fondo común a todas las teorías de la física-matemática). En este sentido, una definición de medida no está definiendo realmente nada, pues refiere a la propiedad formal de una ficción (la duración de un hecho bruto bajo condiciones ideales); por esta razón, como dice Poincaré, las convenciones se pueden concebir como “definiciones disfrazadas”. Sin embargo, esto no quiere decir que sean arbitrarias, pues se pueden juzgar a luz de su valor para satisfacer un fin: discernir sobre las propiedades de los hechos brutos de manera cuantitativa y pública. En particular, el uso de estas ficciones o convenciones contribuye a que el enunciado de hecho bruto pueda ser inteligible bajo un lenguaje matemático y, por lo tanto, pueda ser usado para los fines del físico-matemático.

Ahora bien, dado que una definición de medida presupone cuando menos algunas hipótesis naturales, se debe reconocer que, en realidad, la estructura que expresa un enunciado de

---

<sup>170</sup> Poincaré, H., *El valor de la ciencia*, op. cit., p. 44

hecho (más o menos) científico como: “Ha sucedido un eclipse a las nueve horas”, no se reduce a una relación de simultaneidad entre la ocurrencia de un hecho bruto y una medición, pues también se debe considerar como parte de esta estructura a las convenciones e hipótesis naturales que esta medición y esta relación de simultaneidad presuponen. Por lo tanto, el enunciado de hecho científico permite razonar respecto a un hecho bruto bajo un “todo organizado” en la que se relaciona con hechos brutos, mediciones, convenciones y diferentes clases de hipótesis. En este sentido, el enunciado de hecho (más o menos) científico es un amalgama de elementos convencionales (justificados en la elección juiciosa del científico) y elementos empíricos (susceptibles de constatarse mediante los testimonios de los sentidos). No son meros enunciados analíticos, ni sintéticos, sino una amalgama de ambos elementos.<sup>171</sup> Llegando a este punto es donde el nominalista cuestiona si el enunciado de hecho “científico”, al depender de convenciones científicas no es una mera creación del científico, de tal modo que si el científico decide adoptar otras convenciones entonces se tendría la creación de otro hecho.<sup>172</sup> Al respecto nos dice Poincaré:

“¿Qué queréis expresar cuando habláis de esa libre creación y cuando tomáis como ejemplo al astrónomo que interviene efectivamente en el fenómeno del eclipse, empleando su reloj? ¿Queréis saber si el eclipse se ha producido a las nueve? Si el astrónomo hubiese querido que ocurriera a las diez, esto no dependía más que de él, pues no tenía más que adelantar su reloj en una hora. Pero haciendo esta broma de mal gusto, el astrónomo habría abusado evidentemente de un equívoco. Cuando me dice que el eclipse se ha producido a las nueve, entiendo que ésa es la hora deducida de la indicación bruta del reloj por la serie de convenciones en uso. Si sólo me ha dado esta indicación bruta o si ha hecho correcciones contrarias a las reglas habituales, ha cambiado sin prevenirme el lenguaje convenido. Por el contrario, si ha tenido cuidado de prevenirme, no tengo que lamentarme, pero entonces siempre tengo el mismo hecho expresado en otro lenguaje”.<sup>173</sup>

Por lo tanto, para Poincaré la libertad en la decisión del científico no es absoluta, pues un cambio abrupto en las convenciones atenta contra el propósito mismo de éstas, el cual, como hemos visto, es posibilitar la expresión discursiva de propiedades cualitativas y

---

<sup>171</sup> Lo mismo sucede en el caso del enunciado de hecho bruto, véase nota 164.

<sup>172</sup> Esta es precisamente la crítica que plantea la filosofía de E. Carpenter, por lo que se expone a continuación puede considerarse como parte de la respuesta de Poincaré que se desarrollará también en el siguiente capítulo.

<sup>173</sup> *Ibid*, p. 143

subjetivas, mediante la introducción de una ficción que instancia ciertos valores (práctico-cognitivos). De este modo, estas convenciones contribuyen a la inteligibilidad del hecho bruto, pues permiten expresar algunas de sus propiedades por un razonamiento que en principio resulta comprensible por aquellos que comparten estas convenciones. El cambio abrupto o la creación innecesaria de convenciones va en detrimento de su propio propósito, pues las relativiza, lo cual solo podría complicar la inteligibilidad de los enunciados de hecho a los que se incorporan. De este modo, si el científico decide usar otra definición de medida debe hacer explícito este cambio en las convenciones, con lo que, en última instancia, se obtiene un nuevo enunciado que refiere al mismo hecho pero sólo expresado en otro lenguaje. En suma, el cambio en las convenciones que son parte de la estructura sintética de un enunciado de hecho involucra un cambio en el grado de comprensión que puede tener dicho enunciado para un grupo de seres pensantes. Pues, los enunciados de hecho que involucran definiciones de medida son comprensibles sólo para aquellos que han aprendido usar estas clases de definiciones; en este sentido, cabe esperar que el enunciado científico se distinga del bruto, pero sólo en la medida en que es comprensible por un número de personas mucho menor.

Y es que cabe reconocer que la incorporación o cambio de estas convenciones a la estructura sintética de un enunciado de hecho afecta su inteligibilidad, pero no atenta contra su objetividad experimental (sólo lo *traduce* a otro lenguaje más cómodo). Por ejemplo, como hemos visto, el enunciado “Ha ocurrido un eclipse” es susceptible de objetividad experimental, pues dado un contexto puede ser usado para llamar la atención de otros seres pensantes sobre un hecho bruto en concreto. También el enunciado “Ha ocurrido un eclipse a las nueve horas” es susceptible de objetividad experimental, pues de igual manera puede usarse para que otros seres pensantes (que sepan las convenciones que les permitan “leer” un reloj) orienten su atención hacia los hechos brutos relevantes que les permita discernir si la ocurrencia del eclipse sucedió al “mismo” tiempo que el reloj marcaba las nueve horas. Más aún, supongamos que un astrónomo considera más conveniente referir al momento en el que ocurre el eclipse no respecto al movimiento del sol, sino respecto al de las estrellas fijas; en otras palabras, decide definir la hora en la que ocurre un eclipse mediante la combinación de tres mediciones distintas: la hora “ $\alpha$ ” que su reloj marca durante el eclipse;



la hora “ $\beta$ ” que ese reloj marca durante el momento del último paso por el meridiano de una estrella que tomamos como origen de las ascensiones rectas; y la hora “ $\gamma$ ” que el reloj marca durante el penúltimo pasaje de esta estrella. Y expresa esta combinación bajo el siguiente enunciado: “Ha ocurrido un eclipse a la hora  $\alpha$ - $\beta$ / $\beta$ - $\gamma$ ”.<sup>174</sup> Este cambio tampoco atenta contra la posibilidad de establecer la evidencia empírica de este enunciado, pues, tal como pasaba en los casos anteriores, su emisión ante otros seres pensantes *que hayan aprendido o comprendan esta nueva convención*, los puede auxiliar para orientar su atención a las magnitudes de estas tres mediciones, las cuales les serán impuestas como hechos brutos, es decir, de manera independiente a sus deseos.

Lo mismo sucede con el enunciado: c) “Ha ocurrido un eclipse a la hora que puede deducirse de las leyes de Newton”. El cual relaciona al hecho bruto con una estructura sintética a partir de cuyo uso se puede *predecir* el momento de su ocurrencia. Esta estructura es más compleja que las anteriores, pues relaciona el momento de la ocurrencia del eclipse con mediciones, convenciones, principios científicos, hipótesis y, dado el carácter universal de estas leyes, también con una infinidad de hechos brutos. Sin embargo, la diferencia no es esencial, pues sigue siendo un cambio en la inteligibilidad del enunciado, el cual resulta comprensible para sólo aquellos que comprenden la teoría de Newton. Su objetividad experimental es algo que no depende de la voluntad del científico, sino del hecho de que este enunciado pueda ser usado para predecir el momento de la ocurrencia de un hecho bruto, del cual pueden dar testimonio público aquellos que lo comprenden.

En conclusión, en esta sección se ha desarrollado la postura de Poincaré respecto a la distinción entre enunciado de hecho bruto y enunciado de hecho científico. Se ha argumentado que esta distinción radica en los procesos de generalización involucrados en la construcción de estos enunciados, en función de su elección juiciosa. Mientras los primeros conllevan una generalización predicativa, con base en una elección juiciosa guiada por convenciones lingüísticas; los segundos conllevan otras clases de generalización, con base en una elección juiciosa que hace uso de otras clases de convenciones y se ve guiada por valores específicos. En particular, estas convenciones son definiciones de medida, en virtud

---

<sup>174</sup> *Ibid.*, p. 142-143

de las cuales se introduce una ficción por medio de la cual se puede expresar matemáticamente propiedades de hechos brutos que, en principio, son cualitativas y subjetivas, por lo tanto son ficciones que contribuyen a la inteligibilidad. Estas convenciones no son verdaderas, ni falsas, pues refieren a la propiedad de un hecho bajo condiciones hipotéticas inverificables (o incluso falsas); pero tampoco son arbitrarias, pues se pueden juzgar en función de qué tan valiosas resultan al ser usadas para este fin. Adoptar estas convenciones e introducir una ficción a la estructura sintética de un enunciado de hecho no atenta contra su experimentabilidad, sólo afecta su inteligibilidad y los valores que instancia su estructura sintética. En el fondo, esta distinción apuntaría a modos diferentes de corregir un hecho bruto mediante una expresión discursiva, se tratarían de modos distintos más o menos convenientes de expresar una verdad empírica.<sup>175</sup> Por último, cabe notar que los enunciados de hecho (más o menos científicos o brutos) son estructuras sintéticas en las que se relacionan hecho brutos, mediciones, convenciones e hipótesis de distintas clases. Por lo tanto, estas estructuras son una amalgama de elementos convencionales y empíricos. Hay, sin embargo, una prioridad psicológica entre dichos componentes, pues es la ocurrencia de un hecho bruto la que ofrece una ocasión para su expresión; sin embargo, el usar tal expresión discursiva para referir a un hecho bruto es una decisión convencional que está en función de la elección juiciosa del hablante o el científico.

Como se comentó, la construcción de los enunciados de hecho más o menos científicos (o brutos) involucra un proceso de generalización con base en una elección juiciosa. Esta elección juiciosa es una decisión que se toman en función del grado de comprensión del científico o del hablante, a partir del cual logran intuir, dada una diversidad de hechos brutos, a la estructura que podría organizarlos para satisfacer un fin. Identificar los criterios que guían la elección juiciosa requiere analizar las convenciones y los valores que, en su práctica, adopta el científico al tomar esta clase de decisiones. Para Poincaré, la primera clase prominente de estas convenciones son las definiciones de medida, las cuales se han ejemplificado en esta sección por medio de la definición de la medida del tiempo. A

---

<sup>175</sup> Cf. Ben-Menahem, Y., *Conventionalism*, *op. cit.* p. 67 Como señala Y. Ben-Menahem, la idea de que no hay verdad por convención, sino sólo modos convenientes de expresar la verdad no debe sugerir que el convencionalismo de Poincaré se reduce a un convencionalismo semántico trivial.

continuación se va a exponer la naturaleza del proceso de generalización usados en la física: la generalización *inductiva* y la generalización físico-matemática.

### 3.3 La generalización inductiva: los enunciados de hecho científicos

Como vimos en la sección anterior, los enunciados de hecho científicos permiten razonar sobre los hechos brutos a partir de una estructura sintética o ley. Como se mencionó, la clase de generalidad que instancian estos enunciados sugiere que no son producto de un proceso de generalización predicativa, pues las clases de relaciones que establecen las generalizaciones predicativas resultan insuficientes para los fines que pretenden satisfacer los enunciados científicos. En particular, como se comentó, los enunciados físico-matemáticos tienen como finalidades principales: ofrecer un entendimiento sobre la “armonía” oculta entre los hechos y prever un gran número de hechos. Para cumplir estos fines el físico construye estructuras sintéticas o leyes con mayor grado de generalidad: las leyes experimentales y las leyes universales. Y es que si bien los múltiples fines que persigue el físico no se identifican, sí están relacionadas entre sí, de tal modo que la construcción de leyes *universales* a partir de cuyo uso se obtiene un entendimiento sobre la armonía entre los hechos, depende de la construcción de leyes *experimentales* capaces de predecir un gran número de hechos. En este sentido, ya se puede reconocer que, así como la práctica matemática requiere del esfuerzo de distintas clases de matemáticos, también en la física se requiere del esfuerzo de dos clases generales de científicos: los físicos-experimentales y los físico-matemáticos. Poincaré elucida esta interrelación por medio de la siguiente analogía:

“Permítaseme comparar la ciencia a una biblioteca que debe crecer sin cesar; el bibliotecario sólo dispone de créditos insuficientes para su compras y debe esforzarse para no derrocharlos. La física experimental es la que está a cargo de las compras; solamente ella puede enriquecer la biblioteca. En cuanto a la física matemática tendría por misión arreglar el catálogo. Si ese catálogo está bien hecho, la biblioteca no será por ello más rica, pero podrá ayudar al lector a servirse de esas riquezas. Y también mostrándole al bibliotecario las lagunas de sus colecciones le permitirá hacer un empleo más juicioso de sus créditos, lo que es tanto más importante desde que sus créditos son insuficientes por completo. Tal es,

pues, el papel de la física matemática: debe guiar la generalización en forma de aumentar... el rendimiento de la ciencia”.<sup>176</sup>

De este modo, el trabajo del físico-matemático se encuentra delimitado por las leyes experimentales que construyen, a partir de los hechos brutos, los físicos-experimentales. Y, a su vez, el trabajo del físico-experimental se ve beneficiado de las organizaciones teóricas del físico matemático, las cuales le permiten recalibrar su elección respecto a cuáles son los hechos brutos que *vale* la pena intentar generalizar. A su manera, cada una de estas prácticas se enfrenta al problema de la elección juiciosa. Esta sección está dedicada a ahondar en esta cuestión. Comenzaré con exponer como se plantea este problema para el físico experimental, para después desarrollar la cuestión para el físico-matemático.

Para el físico, el problema de la elección juiciosa se plantea en los siguientes términos: ¿Cómo es posible predecir un hecho a partir del estudio de sus causas, si su ocurrencia depende causalmente de una infinitud de condiciones? Nótese que este problema, presupone la siguiente hipótesis natural: la naturaleza conforma una *unidad*. En otras palabras, supone que el Universo es como un organismo en el que sus distintos órganos actúan entre sí, de tal modo que la ocurrencia de un hecho está relacionada con una infinitud de otras ocurrencias empíricas. Pero, a su vez, dada esta misma hipótesis, se posibilita la explicación de la ocurrencia de un hecho a partir de sus causas, pues si los hechos que conforman al Universo no actuaran entre sí, entonces, no podríamos conocer nada más que una sola de sus partes. De este modo, la práctica del físico cobra sentido a la luz de esta hipótesis natural y tiene como propósito central no tanto explicar si la naturaleza es una, sino cómo es posible que sólo sea una.<sup>177</sup> La *unidad* se constituye así como el valor con mayor jerarquía para el físico. Ahora bien, para Poincaré, el científico resuelve este problema mediante el proceso de generalización *inductiva*, la cual se desarrolla en dos momentos: 1) la elección de una “buena” experiencia y 2) la elección de su generalización como un proceso de interpolación:

---

<sup>176</sup> Poincaré, H., *La ciencia y la hipótesis*, op. cit., p. 136.

<sup>177</sup> *Ibíd*, p. 137.

“¿Qué es, entonces, una buena experiencia? Es la que nos enseña algo más que un hecho aislado. Es la que nos permite predecir, y generalizar. Sin generalización, la predicción es imposible. Las circunstancias bajo las cuales uno ha operado nunca volverán a reproducirse simultáneamente. El hecho observado nunca será repetido. Todo lo que puede afirmarse es que, bajo circunstancias análogas, un hecho análogo se producirá. Para predecirlo, debemos entonces invocar la ayuda de la analogía, es decir, incluso en esta etapa, debemos generalizar. No importa qué tan tímidos seamos, debe haber interpolación. El experimento sólo nos proporciona un cierto número de puntos aislados. Estos puntos deben ser conectados por una línea continua, y esto constituye una verdadera generalización”.<sup>178</sup>

De acuerdo con Poincaré, una *buena* experiencia es aquella que nos conduce a una “verdadera” generalización; es decir, es aquella que al ser usada permite predecir nuevos hechos. En este sentido, un *buen* hecho bruto es aquél que permiten entrever las analogías que permiten relacionarlo con otros hechos, bajo una organización o estructura sintética útil para producir predicciones verificables. Y, como vimos en la sección anterior, una “verdadera” generalización científica o *ley experimental* es una estructura sintética constata y no trivial que combina bajo una forma a una diversidad de *magnitudes*, de tal modo que si una persona conoce la medida de algunas de éstas puede calcular (a partir del uso de esta estructura sintética) la medida de las otras con las que están relacionadas.

Ahora bien, para que una estructura sintética pueda ser admitida como una ley experimental capaz de producir predicciones, se debe establecer una relación *matemática* entre las medidas que organiza. El carácter matemático de las leyes experimentales implica que los hechos brutos “desnudos” no le sirven al físico matemático, sino que requiere alterarlos de tal modo que pueda concebirlos como si algunas de sus propiedades sean susceptibles de razonamiento matemático (de aquí la necesidad de usar definiciones de medida). Por lo tanto, los *buenos* hechos brutos no están dados y se producen gracias a la intervención del científico.<sup>179</sup>

---

<sup>178</sup> *Ibíd.*, p. 159

<sup>179</sup> *Ibíd.*, p. 134-135. “... ¿No podemos ir inmediatamente a nuestro objeto? ¿No hay medio de escapar a esta burla que prevenimos? ¿No podemos contentarnos con la experiencia totalmente desnuda? No, eso es imposible; sería desconocer completamente el carácter de la ciencia. El sabio debe ordenar; se hace ciencia con hechos como una casa con piedras, pero una acumulación de hechos no es una ciencia, lo mismo que un montón de piedras no es una casa”.

Por ejemplo, al tratar de investigar la propagación del calor en un disco, el físico no analiza al hecho bruto en su plena complejidad sino que supone ciertas hipótesis que lo simplifican. Entre estas hipótesis, asume que el material posee una forma simétrica, una densidad de masa y una capacidad calorífica constante. Posteriormente pasa a establecer otras hipótesis, en este caso, admite como válida la hipótesis de que el calor sólo se transmite entre puntos muy próximos (o, en otros términos, supone que puntos alejados no influyen entre sí), de tal modo que para que pueda alcanzar otros puntos debe pasar progresivamente por los puntos intermedios, tal como si la propagación se efectuara de manera “continua”. De esta manera, el hecho bruto es razonado en términos de un *hecho elemental*: el intercambio de calor entre dos puntos contiguos del disco. Por lo tanto, en este caso, el hecho elemental se caracteriza por estar localizado en el tiempo y en el espacio matemático, y variar de manera “continua”; por lo tanto, se trata de un hecho que puede razonarse matemáticamente. Esto quiere decir que los hechos sobre los cuales parte el razonamiento del físico pueden expresarse en un lenguaje matemático; es decir, en un lenguaje que ya es científico.<sup>180</sup>

Como puede verse, los hechos elementales son el resultado de un constante proceso de análisis y simplificación de un hecho bruto “complejo” por parte del científico, a partir de la aplicación de experimentos y distintas clases de hipótesis.<sup>181</sup> Para Poincaré, hay una diversidad de características que puede cumplir un hecho elemental, la única condición es que su uso debe permitir razonar sobre un hecho bruto *como si* éste instanciara propiedades susceptibles de definición matemática. Asimismo, cabe reconocer que no hay una “receta” o un algoritmo universal que permita discernir bajo qué hechos elementales conviene razonar sobre un hecho bruto. Una vez más, en esta cuestión la mejor guía de la que dispone el físico es su *comprensión*; es decir, su capacidad de entrever las analogías que guardan entre sí distintos hechos brutos, de tal modo que puedan ser razonados bajo una estructura sintética útil para un fin. En general, de acuerdo con Poincaré, el físico

---

<sup>180</sup> Sobre este punto véase: De Paz, María *Mecánica y Epistemología en Henri Poincaré, op. cit.* pp. 53-55

<sup>181</sup> Poincaré, H., *La Ciencia y la Hipótesis, op. cit.* p. 145. “El mejor medio de llegar al fenómeno natural sería, evidentemente, la experiencia. Sería necesario, por artificios experimentales, disociar el haz complejo que la naturaleza ofrece a nuestras búsquedas y estudiar con cuidado sus elementos, tan purificados como fuera posible [...] Desgraciadamente, eso no es ni siempre posible ni siempre suficiente y es necesario a veces que el espíritu se adelante a la experiencia”.

experimental suele encontrar útiles a los hechos elementales que instancian los siguientes valores: son “simples”, “homogéneos”, locales en el espacio y el tiempo matemático y cuyos *cambios* varían de manera “continua”.<sup>182</sup>

Como hemos visto, la construcción de un hecho elemental presupone diferentes clases de hipótesis. Estas hipótesis son importantes porque se encuentran relacionadas con la posibilidad de construir un hecho elemental instancie cierto tipo de valores. Cabe analizar a mayor detalle esta relación. Sobre la simplicidad, Poincaré reconoce que esta noción en física es ambigua. Por un lado, la historia de la física ofrece ejemplos de cómo se ha creído descubrir un hecho simple subyacente a una diversidad de hechos complejos para, eventualmente, descubrir que detrás de este hecho aparentemente simple se esconde una complejidad inadvertida.<sup>183</sup> Esto conduce a Poincaré a concluir que la distinción entre la simplicidad y complejidad en física es aparente; por lo que la identificación de un hecho como simple es una decisión convencional.<sup>184</sup> Sin embargo, a pesar de que esta simplicidad sea sólo aparente, para Poincaré la generalización inductiva debe tener como base hechos elementales simples. Y es que, bajo su punto de vista, es más probable que se repita un hecho simple que un hecho complejo; pues para que un hecho complejo se repita se deben repetir una mayor cantidad de circunstancias (en el contexto de esta discusión Poincaré identifica al hecho bruto con el hecho complejo cuya ocurrencia depende de una infinidad de causas).<sup>185</sup> Esta diferencia permite plantear una relación entre la simplicidad y la regularidad. Más aún, para Poincaré, la ocurrencia de un hecho simple (ya sea esta simplicidad real o aparente) no se debe considerar como producto del azar, pues afirmar lo contrario sería “atribuir al azar un papel inadmisibles”; así, la regularidad de un hecho simple se vincula con la posibilidad de dar cuenta de su ocurrencia por medio de sus causas.<sup>186</sup> Siendo así, cuando el científico decide que un hecho es simple, con lo que se está comprometiendo es con la hipótesis de que hay regularidades en la naturaleza, las cuales no se deben al azar, sino a una causa. En pocas palabras, se tiene que la simplicidad

---

<sup>182</sup> *Ibíd.*, pp. 144-145.

<sup>183</sup> *Ibíd.*, p. 138.

<sup>184</sup> *Ibíd.*, p. 139

<sup>185</sup> Cf. De Paz, M. *Mecánica y Epistemología en Henri Poincaré*, *óp. cit.* pp. 18, 52-53. Cf. Poincaré, *La Ciencia y la Hipótesis*, *op. cit.*, p. 146.

<sup>186</sup> Poincaré, H., *La ciencia y la hipótesis*, *op. cit.*, p. 141

de los hechos elementales presupone una hipótesis *natural*: la uniformidad de la naturaleza.<sup>187</sup>

Por otro lado, la posibilidad de razonar sobre los hechos elementales como si fueran locales en el espacio y en el tiempo, requiere dar por supuesta la validez de ciertas hipótesis naturales. En particular, respecto al tiempo, considerar que el hecho elemental es local es suponer que “el estado actual del mundo sólo depende del pasado más próximo, sin ser directamente influido por decirlo así, por el recuerdo de un pasado lejano”; de manera análoga, que sea localizable en el espacio presupone la hipótesis natural según la cual “los efectos de causas muy distantes son despreciables”.<sup>188</sup> Sin duda, para que sea posible discernir qué tan lejano o próximo es un recuerdo, o que tan distante es una causa, se requiere de una *medida* del espacio y del tiempo; por lo tanto, la posibilidad de localizar espacio-temporalmente a un hecho elemental también requiere la aplicación de esta clase de convenciones (y, por ende, presupone las hipótesis naturales detrás de la construcción de estas definiciones de medida).

Ahora bien, respecto a la homogeneidad, para Poincaré resulta útil razonar sobre un hecho bruto como si estuviera constituido de hechos elementales *homogéneos* (“muy parecidos entre sí”), pues de este modo se puede concebir al hecho bruto como una combinación matemática de sus hechos elementales. La homogeneidad supone como válido el principio de superposición, es decir, la hipótesis natural de que “el efecto es una función lineal de la causa”. Al suponer que un hecho bruto satisface este principio entonces se admite que el hecho bruto puede ser razonado como la *suma* de sus hechos elementales, de tal modo que la variación de estos hechos elementales es proporcional a la variación del hecho bruto.<sup>189</sup> En general, al razonar sobre un hecho bruto mediante hechos elementales homogéneos, se torna posible aplicar el razonamiento matemático al hecho bruto; pues, como vimos en el capítulo anterior, la intuición pura en la que descansa el razonamiento matemático permite combinar lo semejante con lo semejante mediante un esquema dado *a priori*. Por último, la

---

<sup>187</sup> *Ibid*, p. 144

<sup>188</sup> *Ibidem*, p. 144.

<sup>189</sup> *Ibid*, pp. 146-147.



“continuidad” de los cambios de los hechos elementales se relaciona con cualidades de la relación entre dos estados consecutivos de un hecho bruto. Más adelante, ahondaré en esta noción de “continuidad”. En suma, este conjunto de cualidades conforma los valores característicos de los hechos elementales del físico:

“Es, pues, gracias a la homogeneidad aproximada de la materia estudiada por los físicos como la física-matemática ha podido nacer. En las ciencias naturales no se encuentran ya esas condiciones: homogeneidad, independencia relativa de las partes alejadas, simplicidad del hecho elemental, y es por eso por lo que los naturalistas están obligados a recurrir a otras maneras de generalización”.<sup>190</sup>

De este modo, se tiene que la generalización característica del físico requiere que los hechos brutos puedan ser razonados en términos de hechos elementales que instancien estos valores, pues de este modo se logra aplicar el razonamiento matemático a la experiencia. Como hemos visto, se tratan de valores asociados con hipótesis naturales, las cuales constituyen el trasfondo de una clase de teorías físico-matemáticas.<sup>191</sup> Es importante recordar que la aplicación de esta clase de hipótesis y, por ende, la construcción de los hechos elementales, se justifica en la decisión del científico, con independencia de que las hipótesis que presuponen estos hechos elementales sean inverificables o falsas. Sin embargo, Poincaré reconoce que estos valores no son universales en el sentido de que estas cualidades pueden carecer de valor para otros científicos. Por consiguiente, sólo son valores característicos de los hechos elementales usados en física, pues contribuyen al éxito de esta práctica científica. En otras palabras, estas cualidades son consideradas valores por el físico, porque guían su elección juiciosa hacia la construcción de leyes experimentales capaces de producir predicciones verificables. En el caso de otras ciencias naturales, cuyos fines pueden no coincidir con los de la práctica del físico, o bien, en las que no es posible concebir a sus hechos de estudio mediante hechos elementales que instancien estas clases de valores, cabe esperar que hagan uso de otras clases de generalizaciones.

---

<sup>190</sup> *Ibid*, p. 147.

<sup>191</sup> De este modo, los juicios de valor juegan un papel central en el razonamiento hipotético-deductivo.

Ahora bien, una vez obtenido una buena experiencia, es decir, un hecho elemental. El segundo paso compete a la generalización inductiva como una interpolación, esto es, la elección de una función matemática que sintetice bajo una misma expresión las variaciones de un conjunto de hechos elementales. Es importante señalar que al caracterizar a la inducción en términos de una interpolación, Poincaré no pretende abordar o dar respuesta al problema de la justificación de la inducción empírica, sino ahondar en el problema práctico de bajo qué condiciones el científico considera que es legítimo realizarla:

“No quiero, de ningún modo, investigar aquí los fundamentos del principio de inducción; sé demasiado bien que no lo lograría. Ese principio es tan difícil de justificar como de pasarse sin él. Quiero solamente mostrar cómo los sabios lo aplican y están obligados a aplicarlo.

Cuando el mismo antecedente se reproduce, el mismo consecuente debe igualmente reproducirse; tal es el enunciado ordinario. Pero reducido a estos términos no podría servir de nada. Para que se pueda decir que el mismo antecedente se ha reproducido, sería menester que *todas* las circunstancias se hayan reproducido, puesto que ninguna es absolutamente indiferente, y que se hayan reproducido *exactamente*. Y como esto no ocurrirá jamás, el principio no podrá recibir ninguna aplicación. Debemos modificar el resultado y decir: <<si un antecedente *A* produce una vez un consecuente *B*, un antecedente *A'*, poco diferente de *A*, producirá un consecuente *B'*, poco diferente de *B*>> Pero ¿cómo reconoceremos que los antecedentes *A* y *A'* son <<poco diferentes>>? Si alguna de las circunstancias puede expresarse por un número y siempre que ese número tenga, en los dos casos, valores muy próximos, el sentido de la expresión <<poco diferente>> es bien claro; el principio significa entonces que el consecuente es una función continua del antecedente. Y como regla práctica, llegamos a la conclusión de que se tiene el derecho de interpolar. En efecto, esto es lo que los sabios hacen todos los días; sin la interpolación toda ciencia sería imposible”.<sup>192</sup>

Poincaré reconoce que, dado el contexto en el que se nos presentan los hechos brutos, si entendemos al principio de inducción en términos de relaciones necesarias entre causas y efectos, éste resulta injustificable. Ante esto, Poincaré propone otra forma de entender el principio de inducción en términos de funciones matemáticas “continuas”. Bajo este punto de vista, sería legítimo afirmar un relación causal entre un antecedente y un consecuente, si el consecuente se puede expresar como una función “continua” del antecedente. Como menciona Poincaré, la aplicación de este principio supone la posibilidad de formular una

---

<sup>192</sup> Poincaré, H., *El valor de la ciencia, op. cit.*, p. 156

definición *más o menos* precisa de lo que significa que dos antecedentes o consecuentes son “poco diferentes” entre sí. De aquí que resulte necesario aplicar una operación previa sobre los hechos brutos, de tal modo que se les simplifique en hechos elementales susceptibles de expresión matemática, pues es posible ofrecer una definición matemática de la noción de “poco diferentes” que carezca de ambigüedades.<sup>193</sup> Una vez ubicados en el contexto de los hechos elementales y tras la obtención de un conjunto de datos empíricos, es posible aplicar el principio de inducción como un proceso de interpolación. Este proceso consiste en “elegir” una función matemática que vincule estos datos, de entre las infinitas posibles funciones continuas que, en principio, pueden satisfacerlos. Se trata, pues, de otro problema ante el cual el científico debe elegir juiciosamente.

Para Poincaré, el científico plantea este problema cómo un problema de calcular la probabilidad de las causas a partir de los efectos. En este sentido, el científico propone la hipótesis de que un efecto puede ser producido por la causa *a* o por la causa *b*; tras observar el efecto (una medida), se pregunta por la probabilidad de que su causa hay sido *a*; en este sentido, se pregunta por la probabilidad *a posteriori* de dicha causa. Sin embargo, el punto importante, señala Poincaré, es que esta probabilidad *a posteriori* puede calcularse sólo bajo el supuesto de una *convención* más o menos justificada que de antemano permita estimar cuál es la probabilidad *a priori* de que la causa *a* haya ocurrido, es decir, una noción de la probabilidad de la ocurrencia de este suceso sin haber observado el efecto (la medición).<sup>194</sup> En este sentido, nos dice Poincaré:

“Los efectos son las medidas que he registrado; dependen de la combinación de dos causas: la verdadera ley del fenómeno y los errores de la observación. Conociendo los efectos, se trata de buscar la probabilidad para que el fenómeno obedezca a tal ley, y para que las observaciones estén afectadas de tal error. La ley más probable corresponde entonces a la curva trazada y el error más probable de una observación está representado por la distancia del punto correspondiente a dicha curva. Pero el problema no tendría ningún sentido si,

---

<sup>193</sup> De este modo, la matemática resulta *indispensable* para la físico-matemática, en tanto que sólo a partir de la matematización de un hecho bruto, éste resulta generalizable por una ley físico-matemática. Como señala Poincaré: “Todas las leyes son, pues, obtenidas de la experiencia pero para enunciarlas es necesaria una lengua especial; el lenguaje ordinario es demasiado pobre y, por otra parte, demasiado vago para expresar relaciones tan delicadas, tan ricas y tan precisas. He ahí, pues, una primera razón por la cual el físico no puede pasarse sin las matemáticas: le suministran la única lengua que puede hablar” (Poincaré, H., *El valor de la ciencia*, op. cit. p. 91). De manera paralela, la experiencia es indispensable, pues la experimentabilidad del hecho elemental descansa en parte en su origen empírico.

<sup>194</sup> Poincaré, H., *La ciencia y la hipótesis*, op. cit., 180-181.

antes de cualquier observación, no me hiciese una idea *a priori* de la probabilidad de tal o cual ley, y de las probabilidades de error a las cuales estoy expuesto. [...]. ¿Por qué, pues, trato de trazar una curva sin sinuosidades? Porque considero *a priori* una ley representada por una función continua (o por una función cuyas derivadas de orden elevado sean pequeñas), como más probable que una ley que no satisfaga a esas condiciones. Sin esta creencia, el problema de que hablamos no tendría sentido alguno; la interpolación sería imposible; no se podría deducir una ley de un número finito de observaciones; la ciencia no existiría”.<sup>195</sup>

Por lo tanto, cuando hacemos una interpolación (unimos mediante una curva un conjunto de datos) suponemos *a priori* que la curva más probable es la que puede expresarse por una función “continua”. Donde por “continua”, Poincaré se está refiriendo a aquellas curvas cuyas derivadas sean pequeñas; es decir, aquellas en las que la razón de cambio de su curvatura es lenta.<sup>196</sup> De este modo, Poincaré sostiene que no tiene sentido preguntar por la probabilidad de una curva a menos de que se haya estipulado, *a priori*, que la curva que mejor podría representar a la “curva verdadera” es la más continua. El punto es que si no se estipula esta probabilidad *a priori*, el físico no tendría una razón suficiente para escoger una curva dentro de las posibles curvas que satisfacen un conjunto de datos, de modo que la interpolación se tornaría una práctica inútil para resolver el problema de la elección juiciosa. En otras palabras, la interpolación carecería de sentido si no se tuviera una razón por la cual se elige a una curva entre otras posibles que también satisfacen un conjunto de datos empíricos.<sup>197</sup> Sin embargo, cabe enfatizar que esta relación entre simplicidad (continuidad) y probabilidad se establece por convención. De acuerdo con Poincaré, durante mucho tiempo los físicos tenían la creencia ingenua de que una ley simple es más probable que una compleja, lo cual es insostenible;<sup>198</sup> sin embargo, *en la práctica* no pueden dejar de actuar *como si* esto fuera verdadero.<sup>199</sup> Por lo tanto, los científicos tienden

---

<sup>195</sup> Poincaré, H. *La ciencia y la hipótesis*, *op. cit.* pp. 182-183

<sup>196</sup> Cf. *Ibidem*, p. ; Ly, Igor., *op. cit.*, nota 29

<sup>197</sup> Ly, I. *op.cit.* p. 155

<sup>198</sup> Para una discusión sobre el papel que juega la simplicidad en la elección de una curva dado un conjunto de datos, véase: Forster, M., Sober, E., “How to Tell when Simpler, More Unified or Less *Ad Hoc* Theories will Provide More Accurate Predictions” en *British Journal of Philosophy of Science* 45, 1994. pp. 1-35. Para una discusión en el contexto de la ciencia cognitiva véase: cf. Lombrozo, T., “Simplicity and probability in causal explanation” en *Cognitive Psychology* Nov. 55 (3) 2007, pp. 232-57.

<sup>199</sup> Poincaré, H., *La ciencia y la hipótesis*, *op. cit.* p. 183.

a adoptar esta creencia incluso siendo consciente de su falsedad, se trata, pues, de una creencia justificada en una decisión convencional.

Para Poincaré, esta convención se justifica en el principio de razón suficiente y en la hipótesis de que de la función continua es la curva más *simple* que puede satisfacer un conjunto de datos empíricos.<sup>200</sup> Esta convención nos permite restringir el espacio de posibles funciones que satisfacen un conjunto de datos a sólo las funciones “continuas” (sin variaciones bruscas en el radio de la curvatura). Además de este criterio, el físico cuenta con otro criterio dado *a priori*: el margen de error en función de qué tan exactos son sus instrumentos de medida. Con base en este criterio, el científico puede, o bien, eliminar dentro del conjunto de funciones *continuas* que satisfacen un conjunto de datos a aquellas que se acercan más a estos datos (si los instrumentos son buenos); o bien, delimitar su elección a la funciones más continuas aunque se alejen de los datos (si los instrumentos son malos).<sup>201</sup> En suma, con base en la guía estos dos criterios, el científico elige juiciosamente una función “continua” dentro del margen de error, que le permite predecir los valores de los datos desconocidos intercalados entre los datos observados, así como conocer estos datos observados con más exactitud (por lo que cabe esperar que la función no pase exactamente por encima de esos puntos).<sup>202</sup>

Tras elegir esta función, la ley experimental cobra el carácter de una hipótesis verificable que debe ser corroborada por la experiencia. De manera similar al caso matemático, una ley experimental valiosa debe ser simple, amplia y fecunda. Esto quiere decir que debe ser aplicable a problemas análogos, de tal modo que no sólo permite calcular los datos sobre los cuales se realizó el proceso de generalización, sino también permita calcular datos análogos que aún no son medidos. Esto ahorra el esfuerzo de tener que construir nuevas leyes, al mismo tiempo que nuevas predicciones implican nuevas oportunidades de verificación, lo cual contribuye a aumentar la evidencia empírica de la ley. Para Poincaré, si las predicciones de una ley son verificadas, entonces se puede decir que se trata de una ley experimental que goza de *cierta* evidencia empírica. Sin embargo, cabe señalar que la

---

<sup>200</sup> *Ibíd.*, p. 185-186

<sup>201</sup> *Ibíd.*, p. 182-183

<sup>202</sup> *Ibidem.* Nótese que dado que toda observación conlleva un grado de error, se tiene que una curva que pase *exactamente* sobre un conjunto de datos es muy probablemente falsa. Cf. Forster, M., Sober, E., *op.cít.* p. 5

evidencia empírica de una hipótesis verificable no es una cuestión que quede establecida de una vez por todas, sino que siempre se encuentra abierta. La razón es que los hechos brutos siempre son nuevos; por lo tanto, se tiene que una hipótesis verificable nunca estará confirmada por toda la evidencia empírica posible; en otras palabras: “por sólidamente asentada que pueda parecernos una previsión no estamos jamás *absolutamente* seguros de que la experiencia no la desmentirá, si nos proponemos verificarla”.<sup>203</sup> Esto apunta al problema de cómo establecer cuándo hay evidencia empírica *suficiente* para considerar a una generalización empírica como verificada. Una vez más esta cuestión se resuelve en función de la elección juiciosa del científico, dados sus propósitos, sus habilidades y el contexto; en este sentido, el físico experimental puede elegir una hipótesis con menor evidencia empírica, pero que instancia otra clase de valores útiles para ciertos propósitos. Como señala G. Heinzmann: “Standards of truth depend on scientific context and remain open to revision”.<sup>204</sup> El punto es que esta conducta no significaría un acto irracional por parte del científico, sólo significaría que no sólo de su verdad (empírica) depende la objetividad de una ley experimental.

En efecto, si el valor de una hipótesis verificable sólo recayera en su evidencia, entonces las hipótesis verificables que carecen de esta evidencia, es decir, las hipótesis que están refutadas, carecerían de todo valor. Lo cual para Poincaré es falso. Y es que si la construcción de una hipótesis verificable (ley experimental) no se debe al azar o al capricho, sino que es consecuencia de una elección juiciosa, entonces una predicción fallida puede conducir al descubrimiento de un hecho que se resiste a ser acomodado en el catálogo del físico. Esto puede ser más útil que simplemente catalogar otro hecho más, sin sacar de ello ninguna consecuencia. Ya que este descubrimiento le puede sugerir al científico cómo debe modificar su hipótesis, o bien, por qué debe abandonarla como una opción inviable para construir una teoría.<sup>205</sup>

---

<sup>203</sup> Poincaré, H., *La ciencia y la hipótesis*, op. cit. p. 136

<sup>204</sup> Heinzmann, G. “Hypotheses and Conventions in Poincaré” en *The Significance of the Hypothetical in the Natural Sciences* (Heidelberger, M. & Schiemann, G. (eds.)), Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, 2009. p. 183

<sup>205</sup> *Ibíd*, p. 141. Cf. De Paz, M., *Mecánica y Epistemología...*, op. cit., p. 40

Pero además, una ley empírica es fecunda (valor práctico-cognitivo) si puede ser usada como una heurística de investigación; en este sentido, su forma matemática debe ayudar a reconocer las relaciones de analogía que podría guardar con otras leyes experimentales, lo cual resulta útil para construir nuevas hipótesis verificables incluso en otros dominios empíricos. O bien, usar estas relaciones de analogía para la construcción de leyes más generales bajo las cuales una diversidad de leyes experimentales podrían sintetizarse. En este sentido, si una ley experimental goza de evidencia empírica suficiente para considerarse corroborada, entonces, el físico puede decidir ascenderla al estatus de ley universal. Como veremos esta decisión conlleva la introducción en la estructura sintética de una ley experimental de una nueva clase de ficciones, definidas por otra clase de convenciones: los principios científicos. Y es que la resolución del problema de cómo es posible que la naturaleza sea una, no logra una justa resolución hasta que se tiene un grado de generalidad universal, a partir del cual pueda entreverse la *armonía* que hace del universo físico un todo organizado.

Como puede verse, el proceso de construcción de una ley experimental es complejo; en particular, cabe enfatizar el papel que la elección juiciosa a lo largo de todo el proceso. Y es que, a diferencia del objeto matemático cuya construcción/justificación se realiza conforme al ejercicio de una intuición pura, por lo que se puede establecer la evidencia de un teorema matemático mediante un proceso que no involucra juicios de valor (“pureza epistémica”). En el caso del objeto físico su construcción/justificación siempre involucra una elección juiciosa que guía el proceso de generalización inductiva; en consecuencia, la relación entre una hipótesis verificable y su evidencia no se puede establecer mediante un proceso ajeno a juicios de valor. En efecto, desde la elección de una *buena* experiencia; la subsecuente construcción de un hecho elemental (simple, homogéneo, local); y la elección de una función (continua, simple, amplia y fecunda), se tiene que la relación que se establece desde la experiencia *hacia* la construcción de una ley experimental se ve mediada por juicios de valor. Asimismo, una vez elegida una ley experimental, la relación que ésta establece con su evidencia empírica, por medio de su capacidad predictiva, también involucra juicios de valor. En efecto, con base en su elección juiciosa, el científico considera que las predicciones verificadas (evidencia empírica) son *suficientes* para

considerar a la ley experimental como corroborada, de tal modo que la relación que expresa pueda considerarse una “verdad” empírica (la cual siempre es de carácter parcial). Pero, además, Poincaré reconoce que se puede argumentar que esta evidencia empírica no corrobora meramente a la hipótesis verificable de forma aislada, sino que en cierta medida verifica (o refuta) todo el entramado de hipótesis con el que está relacionada:

“Observemos por otra parte que importa no multiplicar desmedidamente la hipótesis y no hacerlas más que una después de otra. Si construimos una teoría fundada sobre hipótesis múltiples y si la experiencia la condena, ¿cuál es entre nuestras premisas la que es necesario cambiar? Será imposible saberlo. E inversamente, si la experiencia tiene éxito, ¿se creerá haber verificado esas hipótesis a la vez?, ¿se creerá haber determinado varias incógnitas con una sola ecuación?”<sup>206</sup>

La respuesta de Poincaré frente a esta aparente problema de “sub-determinación” de la teoría por parte de la evidencia empírica se encuentra en su análisis del papel de las hipótesis en física. El punto de Poincaré es que esta sub-determinación puede diluirse, si el físico toma consciencia de la naturaleza de hipótesis involucradas en sus procesos de construcción teórica y si no multiplica innecesariamente el número de hipótesis. De este modo, podrá distinguir entre: 1) hipótesis naturales las cuales, incluso siendo falsas o inverificables, se justifican en una decisión convencional; 2) las hipótesis indiferentes que son valiosas para “sostener nuestro entendimiento con imágenes concretas”, las cuales son *arbitrarias* pues se podría elegir la hipótesis indiferente contraria sin que ello tenga mayores repercusiones (para Poincaré, una postura ontológica respecto a la naturaleza de las cosas sería una hipótesis indiferente); 3) las convenciones que, como las definiciones de medida, no son susceptibles ni de verdad ni de falsedad, pero son necesarias para alcanzar ciertas metas cognitivas, por ejemplo, se requieren para aplicar el razonamiento matemático a la experiencia; y por último: 4) las hipótesis verificables que corroboradas o refutadas pueden ser fecundas.<sup>207</sup>

---

<sup>206</sup> Poincaré, H. *La ciencia y la hipótesis. op. cit.* pp. 141-142.

<sup>207</sup> Para una discusión sobre la taxonomía de hipótesis de Poincaré. Cf. de Paz, M. “Poincaré’s Classification of Hypotheses and Their Role in Natural Science” en *International Studies in the Philosophy of Science*, 29:4. 2015. pp. 369-382; Cf. Heinzmann, G. (2009) “Hypotheses and Conventions in Poincaré” en *The Significance of the Hypothetical in the Natural Science. op. cit.* pp. 169-192.



Lo anterior apunta a la importancia de que el físico realice una reflexión de segundo orden sobre su propia práctica científica, de tal modo que pueda tomar una mejor decisión al momento de modificar la estructura de hipótesis involucradas en la construcción de una ley experimental; o bien, al momento de decidir cuál es el estatus epistemológico de algunas de estas hipótesis y convenciones (por lo tanto, el estatus epistemológico de una hipótesis puede cambiar en función de la elección juiciosa del científico). Es claro que para esta modificación el científico no puede basarse en consideraciones empíricas, pues algunos de estos elementos ni siquiera guardan una relación con la experiencia (como las ficciones introducidas por las definiciones de medida), ni de consistencia lógica, pues algunos de estos elementos son flagrantemente falsos (como algunas hipótesis naturales). En otras palabras, si bien una ley experimental se confronta con el tribunal de la experiencia junto con todo el entramado de hipótesis que presupone, la respuesta de este tribunal no se aplica por igual a todo este entramado, pues este entramado está jerarquizado de modo que algunas de estas hipótesis son inmunes a la sentencia de este tribunal, mientras que otras hipótesis pueden resultar corroboradas o refutadas.<sup>208</sup> Esta jerarquización depende de la elección juiciosa del científico, con la restricción que dentro del entramado siempre habrá hipótesis que se sometan al tribunal de la experiencia.

En resumen, las leyes experimentales son enunciados de hecho científico que expresan una estructura sintética constante y no trivial que relaciona mediciones, cuyo uso permite producir predicciones verificables. Su proceso de construcción involucra una generalización inductiva concebida como un proceso de interpolación. Esta interpolación se desarrolla en dos pasos. Primero, la eliminación de la complejidad del hecho bruto al

---

<sup>208</sup> *Ibid.* pp. 141-142. Cabe señalar que esta taxonomía no señala una distinción *esencial* entre estas clases de hipótesis, de tal modo que una hipótesis podría con el tiempo cambiar de categoría. Por ejemplo, Poincaré considera que “las brillantes determinación del número de átomos, hechas por Perrin” podría demostrar que la hipótesis de los átomos, la cual tendría el estatus de una hipótesis indiferente (como en general las hipótesis ontológicas), ya no puede considerarse como una mera ficción cómoda, pues “desde que sabemos contarlos, creemos verlos”, de manera que dicha hipótesis ahora debe considerarse verificable. (Cf. Poincaré, H. “Las relaciones de la materia y el éter” en *Últimos Pensamientos*, *op. cit.*, pp. 129-13; Cf. Stump, D “Henri Poincaré’s Philosophy of Science” en *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 20, No. 3 pp. 337-339). Como Ivanova señala, la aceptación de una entidad inobservable no implica que la filosofía de Poincaré tenga matices de realismo científico. En efecto, el cambio de hipótesis indiferente a verificable, sólo señala que los átomos dejan de considerarse como una hipótesis sobre la naturaleza de las cosas, para ahora considerarse una hipótesis respecto a la naturaleza de las relaciones entre las cosas. Cf (Ivanova, M. “Did Perrin’s experiments convert Poincaré to Scientific Realism?” en *HoPoS: The Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science*, volume 3, No. 1, 2013. pp. 7-11)

concebirlo por medio de sus hechos elementales. Este hecho elemental se requiere para poder razonar sobre el hecho bruto por medio de una combinación (ecuación) matemática. Una vez establecido el hecho elemental y tras varias instancias experimentales en las que se miden cómo cambian con el tiempo las magnitudes del hecho bruto, se obtienen un conjunto de datos empíricos. Para la construcción de un hecho elemental, el físico apela a su comprensión, esto es, la intuición de qué valores debe instanciar un hecho elemental para satisfacer un fin (en este caso, el propósito es construir una hipótesis verificable, una ley experimental). Los hechos elementales valiosos son simples, homogéneos y espacio-temporalmente locales. Como vimos, cada uno de estos valores supone una hipótesis natural: “la uniformidad de la naturaleza”; “la causa es una función lineal del efecto”, o bien, “hechos muy alejados no interactúan causalmente entre sí”. Estas hipótesis naturales establecen las precondiciones a partir de las cuales se torna posible razonar sobre los hechos brutos mediante una expresión matemática.

Una vez en el dominio de los hechos elementales, el segundo paso compete a la generalización inductiva, esto es, elegir una función “continua” (dentro del margen de error aceptado) de las posibles funciones que satisfacen un conjunto de datos. Donde por “continua” se comprende una función en la que la razón de cambio de su curvatura es lenta. Esta función matemática es la expresión de una ley experimental con mayor grado de generalidad respecto a las mediciones que organiza, pues no sólo nos da el valor *exacto* de estas mediciones, sino que también *predice* el valor de aquellas que aún no se han medido y están intercaladas entre estos datos. El criterio de continuidad, así como la teoría del error asociada a nuestras mediciones, son *convenciones* que el físico establece *a priori*, sin las cuales el proceso de interpolación resultaría inútil como un modo de construir una expresión matemática que produzca predicciones verificables. Cabe recordar que al establecer este criterio no se pretende haber ofrecido una justificación a la inducción empírica, simplemente se señalan los criterios que, en la práctica, usan los físicos experimentales para distinguir una generalización inductiva *legítima* (independientemente de su posible verdad). Por último, ya que se ha elegido una función, es considerada una hipótesis verificable cuyo valor depende de su simplicidad, alcance y, sobre todo,

fecundidad: esto es, la capacidad de producir predicciones verificables (o refutables), o bien, de servir de herramienta heurística para la investigación de otros dominios empíricos.

### 3.4 Los principios científicos y las leyes universales

Como se comentó, la hipótesis en la unidad de la naturaleza plantea el problema de explicar cómo es posible que la naturaleza sea una. Asimismo, esta hipótesis natural hace posible la investigación del físico-experimental, pues dado que el universo se concibe como si fuera un organismo en el que sus partes interactúan entre sí, entonces se posibilita la explicación de la ocurrencia de un hecho bruto (su corrección), a partir de un estudio de sus causas. Esta corrección se puede expresar discursivamente en términos matemáticos, por lo que su enunciado (o representación) puede ser inteligible para aquellos que *comprenden* las expresiones y las convenciones usadas en su construcción. Dado su origen experimental y en tanto que puede auxiliar a otros seres pensantes a orientar su atención a ciertas mediciones y *predecir* cuál es el valor de esta medición, entonces, estas representaciones discursivas resultan aplicables a la experiencia, es decir, son experimentables. Esto apunta a la objetividad empírica de estas leyes experimentales; es decir, a la objetividad de estas explicaciones causales. El uso de estas explicaciones causales nos ofrece una clase de entendimiento sobre la experiencia; sin embargo, esta clase de entendimiento no permite comprender aún cómo es posible que la naturaleza sea una. Por esta razón, se requiere la labor del físico-matemático en la construcción de una ley que *unifique* una diversidad de leyes experimentales que pertenecen a dominios empíricos distintos. En este sentido, para Poincaré, el entendimiento del *físico-matemático* no radica tanto en explicar un hecho mediante un estudio de sus causas, sino en la unificación de estas leyes experimentales con otros pertenecientes a dominios empíricos distintos, mediante una organización físico-matemática *bella y fecunda*.<sup>209</sup>

---

<sup>209</sup> De este modo, me parece que podemos encontrar en la filosofía de la física de Poincaré el reconocimiento de al menos tres clases de entendimiento físico-matemático: aquél que se genera mediante la explicación casual de una ocurrencia empírica, aquél que se genera al deducir una ley experimental de una ley universal

Ahora bien, así como el proceso de generalización inductiva depende del supuesto de que ciertas hipótesis naturales y convenciones se cumplen, pues esto permite razonar a una diversidad de hechos brutos como formalmente análogos, de modo que pueden expresarse mediante una combinación matemática; también la generalización *física-matemática*, supone ciertos *principios* científicos, en virtud de los cuales ciertas leyes empíricas se conciben como análogas, de tal modo que son susceptibles de expresarse bajo la misma *ecuación diferencial*.<sup>210</sup>

Para entender el papel que juegan los principios en la práctica del físico, Poincaré nos ofrece una reconstrucción histórica de su origen y las consecuencias de su surgimiento. De acuerdo con Poincaré, la física matemática surgió de la mecánica celeste, por lo que en su origen se constituyó como una física de las fuerzas centrales. La astronomía ofrece el modelo de esta forma de hacer física-matemática. Bajo este punto de vista, el universo está conformado por masas separadas por distancias inmensas, por lo que pueden razonarse como puntos materiales cuyo movimiento está en función *únicamente* de la “fuerza” de atracción que ejercen entre sí, la cual está dirigida según la recta que los une y depende sólo de su distancia. Desde un punto de vista metodológico, el gran éxito de la física de fuerzas centrales fue mostrar cómo a partir de esta hipótesis, se podían construir leyes matemáticas en distintos dominios empíricos. En otras palabras, mostró que era posible razonar respecto a leyes pertenecientes a dominios empíricos distintos, bajo una estructura común.

Asimismo, esta práctica mostró lo fructífero que resulta la analogía matemática para el descubrimiento de estas estructuras comunes; pues, es mediante la comprensión matemática, que el físico-matemático reconoce las propiedades *formales* comunes a

---

(véase siguiente nota) y aquel que se genera mediante la unificación de distintas leyes experimentales bajo una sola ley universal, siendo este último el más importante pues da cuenta de la armonía universal. Para una discusión contemporánea respecto al entendimiento científico y las distintas clases en el que se presenta. Cf. de Regt, H. *Understanding Scientific Understanding*, Oxford University Press, 2017.

<sup>210</sup> Ly, Igor, *óp. cit.*, p. 147: “In mathematical physics, we have seen that Poincare emphasizes the differential form of the laws; this is not exactly the case in his considerations about experimental physics, where laws, which are generalizations of empirical data, are merely described as mathematical functions or curves (which represent mathematical functions). The link between those two ways of describing physical laws can be seen when one notices that, for a given phenomenon, the empirically constructed function must be a solution of a differential equation whose study belongs to mathematical physics”

distintas leyes experimentales.<sup>211</sup> En este sentido, nos dice Poincaré, se creyó descubrir en estas propiedades comunes un conjunto de consecuencias *necesarias* de estas leyes experimentales, se les “generalizó” y se consideró a su enunciado como *principios* de validez *universal*; es decir, “verdades” que *no* son experimentales, pues no son susceptibles de verificación (pues, o bien, se aplican a sistemas aislados ficticios, o bien, al universo como un todo el cual es epistémicamente inaccesible). Sin embargo, tampoco son verdades que se pueden establecer *a priori*, ni son meras “ocurrencias analíticas” o creaciones *ex nihilo*, pues surgen del análisis de leyes experimentales valoradas como “verdades” empíricas. Por lo tanto, se tratan de principios que tienen un origen experimental, pero que, en última instancia, se justifican en una decisión convencional. Ejemplos de estos principios son, para Poincaré, el principio de la conservación de la energía, el principio de mínima acción, el principio de relatividad, el principio de Carnot, el principio de la igualdad de la acción y la reacción, entre otros.<sup>212</sup>

El desarrollo de la física de fuerzas centrales, su continua transmisión discursiva y aplicación, permitió la familiarización de los físicos con estos principios; en palabras de Poincaré, permitió “reconocerlos bajo las diferentes vestimentas con las cuales se disfrazan”.<sup>213</sup> En otras palabras, al extender la aplicación de estos principios a otros dominios empíricos, y así precisar su expresión discursiva, se logró su consolidación como convenciones *compartidas*. La consolidación de estas convenciones conllevó un cambio en el método y fin del físico matemático, surgiendo así la física de los principios. Por un lado, se reconoció que para explicar un hecho físico no era necesario adentrarnos en su mecanismo último, separar sus partes y analizar cada una de las fuerzas que las ponen en movimiento, simplemente es necesario conocer ciertos parámetros observables (medibles) de un hecho físico y expresar su variación en ecuaciones diferenciales que sean compatibles con los principios de la mecánica.<sup>214</sup> Por el otro se mostró que para dar cuenta de la unidad de la naturaleza, es decir, explicar cómo es que la naturaleza es una, no es suficiente ofrecer

---

<sup>211</sup> Cf. Poincaré, H. *La ciencia y la hipótesis*. op. cit. p. 93

<sup>212</sup> Poincaré, H. *El valor de la ciencia*, op. cit. pp. 110-111

<sup>213</sup> *Ibid*, p.112

<sup>214</sup> Darrigol, O. “Henri Poincaré’s Criticism of *Fin De Siècle Electrodynamics*” en *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, Vol. 26, No. 1 p, 1, 10-13

un modelo mecánico.<sup>215</sup> Lo que se requiere es ofrecer un entendimiento sobre la armonía universal oculta entre los hechos:

“El fin de la física matemática no es solamente facilitar al físico el cálculo numérico de ciertas constantes o la integración de ciertas ecuaciones diferenciales. Es todavía, sobre todo, hacerles conocer la armonía oculta de las cosas haciéndolas ver desde un nuevo ángulo”.<sup>216</sup>

Ahora bien, estas dos metodologías apuntan a por lo menos dos modos distintos en los que se construye una generalización físico-matemática. El primero está inspirado en la física de fuerzas centrales y toma como ejemplo paradigmático a la ley de la gravitación universal de Newton. Poincaré describe este proceso de generalización como la introducción de una *ficción* conveniente en la estructura sintética de una ley, de manera análoga a cómo se introduce una ficción para la construcción de una definición de medida:

“Los principios son convenciones y definiciones disfrazadas. Sin embargo, se obtienen de leyes experimentales; esas leyes han sido, por decirlo así, erigidas en principios a los cuales nuestro espíritu atribuye un valor absoluto. [...] ¿Cómo puede una ley convertirse en principio? Ella expresaba una relación entre dos términos A y B. Pero no era rigurosamente exacta; no era más que aproximada. Nosotros introducimos arbitrariamente un término intermediario C, más o menos ficticio, y C es *por definición* quien tiene con A *exactamente* la relación expresada por la ley. Entonces nuestra ley se ha descompuesto en un principio absoluto y riguroso que expresa la relación de A con C y una ley experimental aproximada y revisable que indica la relación de C y B”.<sup>217</sup>

Por lo tanto, la idea es que una vez que se tiene una ley experimental altamente confirmada se le puede ascender a ley universal mediante la introducción de un término “*más o menos ficticio*” intermediario C y el principio físico-matemático se entiende como una convención que establece que la relación matemática entre A y C debe considerarse como una

---

<sup>215</sup> Cf. Psillos, S (1996) “Poincaré’s Conception of Mechanical Explanation” en *Henry Poincaré: Science and Philosophy*, (Greffé, Jean-Louis., Heinzmann G., & Lorenz, K (eds.)). Berlin: Akademie Verlag & Paris: Albert Blanchard. pp. 177-91

<sup>216</sup> *Ibid*, p. 94

<sup>217</sup> Poincaré, H. *La ciencia y la hipótesis*, *op. cit.* p.131

definición *exacta*. La introducción de un principio físico-matemático mediante este proceso, tiene como resultado la generalización de una ley empírica en una ley universal; esto es, una ley que puede descomponerse en un principio que define una entidad teórica ficticia y en una ley experimental. En este sentido, señala Poincaré, la ley de la gravitación universal de Newton puede descomponerse en un principio, el cual introduce un término más o menos ficticio llamado “fuerza de gravedad” definido por una relación matemática específica entre las masas de dos cuerpos y la distancia que los separa; y en una ley experimental, a saber: todos los cuerpos con masa se atraen con una fuerza definida por la “fuerza de gravedad”.<sup>218</sup>

Nótese que, dada esta estructura compuesta, las leyes universales guardan una relación de sub-determinación con la experiencia, pues ante una instancia que contradiga a dicha ley, el científico puede legítimamente considerar modificar la ley experimental (la cual, como tal, es siempre aproximada) y no el principio; o bien, puede decidir lo contrario: conservar la ley experimental y considerar la definición como inútil o modificarla.<sup>219</sup> El punto de Poincaré es que la decisión de ascender una ley empírica a una ley universal mediante la introducción de un principio (o bien, modificar o abandonar un principio) es una cuestión que se decide en función de qué tanto mejore el “rendimiento” de estas leyes empíricas, ya sea porque a partir de este principio se logran unificar dominios empíricos que se suponían separados, o bien, produzca predicciones nuevas, o bien, sirva de modelo para la investigación de nuevas leyes. En todo caso, el valor de este principio radica en este rendimiento, es decir, en su fecundidad, por lo que su justificación radica en la elección juiciosa del científico, sus propósitos y el contexto.

---

<sup>218</sup> Poincaré, H., *El valor de la ciencia, op. cit.*, pp. 145-146

<sup>219</sup> *Ibidem*. Esto marca una diferencia entre los principios y las definiciones de medida, pues mientras las segundas no refieren a nada (o bien, a la propiedad de un hecho ideal), es decir, guardan una relación de *indeterminación* con la experiencia (por lo que de su utilidad no se sigue su verdad o falsedad), sobre los segundos nos dice Poincaré: “las convenciones fundamentales de la mecánica y las experiencias que nos demuestran que son cómodas se refieren a los mismos objetos análogos. Los principios convencionales y generales son la generalización natural y directa de los principios experimentales y particulares” (Poincaré, H. *La ciencia y la hipótesis*, p. 130). Por esta razón, cabe esperar que los principios de la física-matemática tenga un estatus epistémico más variable, pues a diferencia de las definiciones de medida, estos principios guardan una relación de *sub-determinación* con la experiencia, de modo que si la experiencia deja de mostrar que un principio es fecundo, entonces el científico puede *decidir* abandonarlo o modificarlo.

Como otro ejemplo de generalización de una ley empírica, Poincaré menciona el establecimiento de las leyes de Maxwell:

“Cuando Maxwell comenzó sus trabajos, las leyes de la electrodinámica admitidas hasta entonces daban cuenta de todos los hechos conocidos. No había ninguna experiencia nueva que hubiera venido a invalidarlas. Pero examinándolas según un ángulo nuevo, Maxwell reconoció que las ecuaciones se vuelven más simétricas cuando se les agrega un término. Por otra parte, este término era demasiado pequeño para introducir efectos apreciables con los métodos antiguos. Se sabe que los conocimientos *a priori* de Maxwell han esperado veinte años una confirmación experimental. Si preferís, Maxwell ha precedido en veinte años a la experiencia. ¿Cómo ha obtenido este triunfo?

Porque Maxwell estaba profundamente impregnado del sentimiento de la simetría matemática. [...] tenía en el más alto grado el sentido íntimo de las analogías matemáticas. Por eso ha hecho labor meritoria en los dominios de la física-matemática. El ejemplo de Maxwell nos enseña además otra cosa. ¿Cómo es necesario tratar las ecuaciones de la física-matemática? ¿Debemos simplemente deducir de ellas todas las ecuaciones y considerarlas como realidades intangibles? Lejos de ello; lo que deben enseñarnos, sobre todo, es lo que se puede y se debe cambiar en ellas. Así es como obtendremos de las mismas algo útil”.<sup>220</sup>

En este caso, la generalización es descrita como la modificación en la ecuación que expresa una ley empírica (la ley de Ampere), para que no viole el principio de conservación de la energía. Como es sabido, esta modificación fue fecunda, pues a partir de que se le agregó a la ley de Ampere este término, no sólo se obtiene una expresión que la generaliza a los casos en los que la corriente eléctrica no es estacionaria, además se puede predecir la existencia de campos electromagnéticos (una predicción que sin esta generalización no es explícita). Además, este ejemplo muestra que el análisis formal de un sistema de leyes empíricas, se puede ver guiada por valores estéticos que pueden resultar fructíferas para fines epistémicos: desde el punto de vista de la simetría matemática, la ley de Ampere está “incompleta” respecto a su contraparte magnética (la ley de Faraday). En otras palabras, como Poincaré señala, el “*sentimiento de la simetría matemática*” le sugiere a Maxwell cómo generalizar la ley de Ampere; es decir, elegir un conjunto de ecuaciones diferenciales, dentro de las posibles ecuaciones diferenciales que son compatibles con el principio de conservación de la energía. Por lo tanto, el enunciado de una ley universal no

---

<sup>220</sup> *Ibid.*, pp. 93-94.



sólo es útil por subsumir bajo si una diversidad de leyes empíricas, pues los principios que la ley supone y la forma matemática que plantea, también deben ofrecer un modelo que sirva de guía para la generalización de nuevas leyes (fecundidad) y ofrecer un entendimiento al mostrar la *armonía universal*, a partir de la cual se logra dar cuenta de la *unidad* de la naturaleza.

Por último, es importante enfatizar que, para Poincaré, los principios de la física-matemática son *convenciones*. Dado su carácter convencional, los principios físico-matemáticos juegan un papel doble en la actividad científica. Por un lado, permite la definición exacta de la relación expresada por una ley empírica y, de este modo, la constituye en un fundamento teórico. Por el otro, son principios de acción que guían las prácticas de abstracción del físico-matemático, cuyo razonamiento se realiza *como si* estos principios fueran verdaderos (aunque en ocasiones puedan resultar flagrantemente falsos). En este sentido, estos principios también deben concebirse como fundamentos prácticos de la actividad teórica del físico-matemático.

### 3.5 Conclusiones

En este capítulo se ha desarrollado el proceso de constitución del objeto físico-matemático, con el propósito de mostrar el papel que juegan los valores y los juicios de valor a lo largo de este proceso.

La postura de Poincaré parte de la idea de que para poder expresar discursivamente un hecho bruto se requiere alterarlo, es decir, generalizarlo. En otras palabras, se requiere de un proceso de generalización para expresar discursivamente un hecho infinitamente particular, como el hecho bruto. Al ser generalizado se renuncia a poder expresar *todo* lo que es posible decir sobre un hecho bruto, pero también se posibilita decir algo parcial, pero *objetivo* sobre él. Asimismo, se argumentó que el hecho de que una expresión discursiva, ya sea un enunciado de hecho bruto o científico, sea en parte una construcción

intelectual, no es una razón para negar su capacidad de establecer una relación con la evidencia empírica.

Posteriormente se profundizó en la naturaleza de los enunciados de hecho bruto. Se argumentó que la construcción de esta clase de objetos empíricos involucra un proceso de generalización predicativa; esto es, la abstracción de ciertas propiedades del hecho bruto para que sea susceptible de razonarlo bajo una clasificación. Además de esta función atributiva, los enunciados de hecho bruto se pueden usar para referir a la experiencia; esto es, orientar la atención de otros seres pensantes sobre la ocurrencia de un hecho bruto, de manera que con el testimonio de sus sentidos puedan dar cuenta de la “evidencia empírica” de este enunciado. En este sentido, se interpretó la condición experimental de la objetividad empírica (aplicabilidad) como la capacidad que tiene una expresión discursiva para ser usada con éxito para referir a un hecho bruto en concreto. Sin duda, la experimentabilidad de un enunciado de hecho bruto dependerá del contexto y de las propiedades que un hablante ha *decidido* atribuir al hecho en cuestión. Esta decisión debe estar conforme con las reglas lógico-gramaticales del lenguaje en el que está expresado el enunciado y debe guiarse por la experiencia; pero, en última instancia, estos criterios no pueden determinar el éxito de esta decisión. En efecto, no hay nada en las reglas lógico-gramaticales que indiquen qué predicado será exitoso atribuir a un hecho para referir a él mediante un enunciado; asimismo, dado que es posible referir a un hecho mediante un enunciado falso, se tiene que tampoco la adecuación con la experiencia es una garantía. Esto no quiere decir que la decisión sea arbitraria o se deje al capricho o al azar; sino que es de carácter *convencional*. En otras palabras, es una decisión basada en una elección juiciosa, propia del ejercicio de la intuición que Poincaré denomina como entendimiento o comprensión. Como se vio en el capítulo 2, este ejercicio es consiste en el desarrollo de una intuición, a partir de la adaptación entre las habilidades, el lenguaje y el contexto, por medio de la cual se aprende a sentir (se logra “entrever”) los *valores* que debería instanciar una expresión discursiva (en este caso, una relación predicativa) potencialmente útil para un fin (en este caso, referir con éxito a un hecho).

También se planteó que la inteligibilidad de un enunciado de hecho bruto radica en que sea comprensible por la mayoría de los usuarios del lenguaje en el que está expresado. Esta

comprensión no se reduce a reconocer que la relación predicativa que expresa este enunciado está conforme con las reglas lógico-gramaticales (esto es, comprender el *significado* de dicha expresión discursiva), se requiere, además, entrever la elección juiciosa (decisión convencional) por la cual se realizó una generalización predicativa y no otra. La diversidad de contextos en los que se usan los enunciados de hecho bruto, la vaguedad o ambigüedad de las relaciones predicativas, la naturaleza variable del hecho bruto y los distintos grados de comprensión que tiene los hablantes de un lenguaje natural, tiene como consecuencia que la cuestión de la inteligibilidad de un enunciado de hecho bruto se pueda discernir solo caso por caso; en otras palabras, resulta prácticamente imposible hacer explícitos un conjunto de convenciones lingüísticas y de valores que sean típicos de los enunciados de los hecho brutos experimentables.

Una vez expuestos las condiciones bajo las cuales satisfacen las condiciones de objetividad empírica los hechos brutos, se ha argumentado que, en lo esencial, estos enunciados no se diferencian de los enunciados de hecho científicos. Esto quiere decir que algunas de las consideraciones planteadas para el caso de los enunciados de hecho brutos también se aplican para los enunciados de hecho científicos. Y es que, en el fondo, las dos formas de expresión son modos de responder a un mismo problema: el problema de la elección juiciosa ante la infinita particularidad de la experiencia. En este sentido, se pueden concebir como dos modos distintos de *corregir* al hecho bruto a la luz de distintas teorías del error; es decir, dos modos más o menos convenientes de expresar una verdad empírica. La diferencia es que en el caso de los enunciados de hecho científicos: 1) esta teoría del error incorpora una corrección de los errores sistemáticos; es decir, una corrección de los hechos brutos a partir del estudio de sus causas; 2) la elección juiciosa conforme a la cual se corrige al hecho bruto se ve guiada por convenciones científicas y una diversidad de valores epistémicos, prácticos y estéticos compartidos por una tradición de investigación.

Ahora bien, una vez establecido lo anterior, se profundizó en los procesos de generalización propios de la práctica del físico. Para Poincaré en esta práctica se ven involucrados, al menos, dos clases de científicos: los físicos experimentales y los físicos matemáticos. Los físicos experimentales tienen como propósito la corrección de un hecho bruto a partir del estudio de sus causas, de manera más precisa, su propósito es construir estructuras

sintéticas expresables mediante una ecuación matemática (leyes experimentales) que unifiquen una diversidad de mediciones y sean útiles para predecir hechos verificables. Por lo tanto, el problema de la elección juiciosa se les plantea en los siguientes términos: ¿cómo es posible predecir un hecho si su ocurrencia depende de una infinidad de causas? Al abordar este problema, el físico experimental toma una decisión bajo el presupuesto de ciertas hipótesis y convenciones. Ante todo, presupone la *unidad* de la naturaleza, a partir del cual cobra sentido explicar la ocurrencia de un hecho mediante un razonamiento causal. La naturaleza matemática de las leyes experimentales requiere concebir al hecho bruto en términos matemáticos; en este sentido, el físico experimental requiere diluir la complejidad del hecho bruto. Para esto lo concibe bajo condiciones hipotéticas que permiten razonarlo en términos de sus hechos elementales. Estos son hechos *simples, homogéneos* y espacio-temporalmente locales, susceptibles de expresión matemática. El papel de las hipótesis es central para que el físico-experimental logre identificar al hecho elemental: la simplicidad del hecho elemental presupone la hipótesis natural de la uniformidad de la naturaleza; la homogeneidad presupone el principio de superposición y la localidad se relaciona con la hipótesis de que partes muy alejadas del universo no influyen causalmente entre sí y con las hipótesis naturales detrás de las definiciones de medida. El punto importante es que no hay una receta para obtener el hecho elemental, el físico tiene que ensayar con distintas hipótesis, hasta encontrar un modo de razonar sobre un hecho complejo en términos de la combinación matemática de sus hechos elementales; en esta labor, recurre a su comprensión, es decir, a la adaptación de sus habilidades, su conocimiento previo, el propósito a satisfacer y el contexto, hasta que va aprendiendo a sentir qué propiedades podrían ser valiosas que instancie el hecho elemental. En pocas palabras, recurre a un juicio de valor, que no es arbitrario, ni una mera preferencia, sino que va surgiendo en el seno del mismo proceso de comprensión. Una vez que estudia experimentalmente la variación del hecho elemental, el físico obtiene un conjunto de datos que generaliza inductivamente, al elegir una curva *continúa y exacta* que los une. Para tomar esta decisión, el físico-experimental se guía por convenciones que le sugieren *a priori* cuál es la inducción más legítima.

Ahora bien, se podría argumentar que la elección juiciosa y, en consecuencia, los juicios de valor sólo tiene cabida en el proceso de construcción de la ley experimental, pero que no desempeñan ningún rol en su evaluación. Sobre este punto, se mostró que la relación que se establece entre una hipótesis verificable y la evidencia empírica depende de que esta hipótesis tenga un origen experimental, así como de su capacidad predicativa. De este modo, cabe recordar, que para Poincaré hay una prioridad psicológica entre el hecho bruto y su hecho elemental, en el sentido de que es la experiencia la que da una ocasión para que el físico use sus recursos experimentales y ensaye las condiciones hipotéticas que permitan identificar un hecho elemental *valioso*. En este sentido, parte de la objetividad del hecho elemental depende de su origen experimental o, si se prefiere, del hecho de que su construcción está inspirada en la experiencia. Esta relación entre el hecho elemental y la experiencia es sutil, pero es precisamente lo que permite diferenciar a este constructo intelectual de una mera ocurrencia analítica. En otras palabras, es parte de lo que lo hace *experimentable*. En este sentido, la objetividad experimental del hecho elemental depende en parte de que el proceso de construcción se realice *sobre* los hechos brutos; pues estos hechos se imponen, por lo que siempre ofrecen una “resistencia” a la “libre actividad” del científico. Esta cuestión es análoga en el caso de la elección de una ley experimental como una función matemática continua que relaciona mediciones. Tampoco esta elección es una arbitrariedad, pues no se infiere de cualquier dato arbitrario, sino de mediciones de las cuales un grupo de seres pensantes pueden dar un testimonio con sus sentidos (y se ve guiada por valores propios de una tradición de investigación, por lo que tampoco son arbitrarios).

En segundo lugar, la evaluación de una ley experimental dada su capacidad predictiva, tampoco esta ajena de la elección juiciosa. Y es que cabe recordar que toda ley experimental instancia una clase de generalidad, por lo que inevitablemente ofrecerá una perspectiva parcial o aproximada de la experiencia. De aquí surge el problema de discernir qué tan aproximada debe ser una ley experimental para poder considerarla como una verdad empírica. El punto es que esta cuestión se resuelve por una decisión convencional. Sin embargo, esto no significa que la justificación de una ley experimental se reduzca a una mera preferencia. Aquí cabe distinguir dos cuestiones: en primer lugar, el establecimiento

de que una ley experimental goza de cierta evidencia empírica, la cual se decide porque esta ley produzca predicciones que han sido corroboradas. Esta corroboración se establece mediante el testimonio público de un grupo de seres pensantes que, si son honestos, entonces debería ser un veredicto ajeno a sus deseos. En segundo lugar, está la cuestión de si la evidencia a favor de una ley es suficiente para considerarla como una verdad empírica, esta segunda cuestión es la que conlleva un juicio de valor. Por esta razón (y las expuestas en el párrafo anterior), las leyes experimentales no son una mera invención, mucho menos las que gozan de suficiente evidencia empírica a su favor. El punto central es que el valor de una ley experimental no se reduce a que instancie este valor de “verdad aproximada” (lo que daría cuenta de su justificación), pues una ley refutada puede ser fecunda y, por ende, valiosa. Así, la fecundidad y la evidencia (empírica) se reconocen como valores que contribuyen a la objetividad de la ley experimental, en tanto que contribuyen a su aplicabilidad a la experiencia. En suma, los juicios de valor cumplen una función ineludible para establecer la objetividad empírica de una ley experimental; sin embargo, esto no reduce a la ley a una mera invención caprichosa, pues la valoración del científico siempre se verá constreñida por el origen experimental de dicha ley, así como por el testimonio público de su capacidad predictiva. Por lo tanto, se trata de una noción de objetividad empírica compatible con un impurismo epistémico de la ciencia.

Respecto a la inteligibilidad de estas leyes experimentales, esta condición exige que un grupo de seres pensantes comprenda el lenguaje matemático en el que están expresadas, así como la elección juiciosa detrás de su formulación. Como hemos visto, esta elección juiciosa hace uso de convenciones e hipótesis en la construcción de una estructura sintética *valiosa* para un fin. Esto sugiere que comprender esta elección juiciosa requiere captar la relación entre convenciones e hipótesis y valores, por un lado; y valores y propósitos, por el otro. En este sentido, la elección juiciosa se puede expresar mediante un esquema parecido al siguiente: ¿Por qué un hecho simple es útil para construir una ley matemática-experimental? Porque bajo la hipótesis de que la naturaleza es uniforme, se tiene que la repetición de un hecho simple es más probable que la de un hecho complejo (hipótesis – valores). Si se puede identificar la repetición de un hecho simple entonces es posible contarlos, es decir, aplicar el razonamiento matemático (valores-propósitos). De este modo,

bajo este esquema de razonamiento, se comprende por qué es valioso que un hecho sea simple, pues, bajo ciertas condiciones hipotéticas, posibilita la formulación matemática de la experiencia. Este esquema puede ejemplificar una clase de razonamientos que son parte de la comprensión *común* entre un grupo de científicos. Asimismo, cabe reconocer por qué esta clase de esquemas son más reconocibles en las prácticas discursivas del científico en comparación con las prácticas discursivas del lenguaje común. La razón es que los contextos en los que se desarrolla las experiencias científicas son menos diversos, incluso pueden estandarizarse (por ejemplo, en un laboratorio); las relaciones matemáticas que usa el físico para expresarse no son vagas, sino exactas; el hecho elemental del que parte es menos variable que el hecho bruto; por último, se puede suponer que científicos entrenados en las mismas tradición de investigación han desarrollado habilidades similares. Sin duda, esta homogeneidad no es completa, por lo que siempre habrá conflictos de comunicación que promuevan cierto grado de disenso dentro de la comunidad científica; sin embargo, sí es suficiente para que existan razonamientos que pueden transmitirse discursivamente; es decir, que se compartan, de tal modo que ciertas elecciones juiciosas se “atrincheren” conformando la comprensión común que tiene una tradición sobre un tema.

Por último, una vez se han establecido leyes experimentales con suficiente evidencia empírica, el físico matemático tiene el propósito de dar cuenta de la armonía que permite entender a la realidad física como una unidad organizada. Para este fin, el físico-matemático puede decidir ascender el estatus de una ley experimental con suficiente evidencia empírica, al de ley universal, mediante la introducción de un principio que define una entidad o un proceso ficcional. O bien, partiendo de principios ya consolidados y leyes experimentales, puede deducir las ecuaciones diferenciales que organizan estas leyes y son compatibles con estos principios. En todo caso, el físico matemático pretende que con el uso de estos principios y la construcción de estas leyes universales se obtiene, o bien, una mejor forma de agrupar a las leyes experimentales, o bien, se predicen nuevos hechos, o bien, se obtiene una perspectiva desde la cual se aprecia la *armonía universal* de la naturaleza. En este sentido, su decisión se ve guiada por valores epistémicos (unidad), práctico-cognitivos (simplicidad, alcance y fecundidad) y estéticos (simetría).

Por último, en este capítulo se ha expuesto el proceso de constitución del objeto físico-matemático mediante una secuencia de construcción de distintas generalizaciones que, en términos de Poincaré, se puede resumir en los siguientes términos (secuencia tipo “bottom-top”): clasificar la experiencia para medirla (generalización predicativa); medirla para generalizarla (hechos elementales - definiciones de medida); generalizarla para predecirla (leyes experimentales - generalización inductiva); y predecirla para entenderla (ley universal – principios físico-matemáticos). En cada una de estas instancias, el sentido de la expresión discursiva se va modificando conforme se ve sometido a los subsecuentes procesos de generalización, de tal modo que va resultando útil para nuevos fines, los cuales, bajo un orden adecuado, pueden contribuir a un fin ulterior. Siendo así, podemos decir que la organización físico-matemática se encuentra conformada por una jerarquía de estructuras sintéticas (de distinto grado de generalidad), unidas por relaciones de dependencia, en función de las cuales se distinguen una serie de fines *previos* de cuya coordinación depende la satisfacción de un fin *ulterior*.

Ahora bien, cabe enfatizar que dado el compromiso de Poincaré con la objetividad de la generalización científica (es decir, su rechazo a una posición nominalista), se tiene que la jerarquía de estructuras sintéticas que conforma al discurso físico-matemático no está fija, ni es inmutable; sino que es relativa a los propósitos del científico.<sup>221</sup> En otras palabras, si el científico decide adoptar otro fin ulterior, entonces puede modificar dicha jerarquía, de tal modo que se articule otra serie de fines previos que permitan satisfacerlo. Por ejemplo, podría plantearse una secuencia de dependencia que partiendo de los enunciados físico-matemáticos tenga como propósito la explicación de leyes empíricas; o bien, una nueva definición de medida; o bien, la predicción de un hecho bruto (secuencia tipo “up-down”).<sup>222</sup> En suma, la organización físico-matemática se puede concebir como una

---

<sup>221</sup> Para una crítica de las lecturas que le adscriben a la filosofía de Poincaré una visión jerárquica de la ciencia. Cf. Dunlop, K. “Poincaré on the Foundations of Arithmetic and Geometry. Part I: Against “Dependence – Hierarchy Interpretations” en *HOPOS: Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science*, vol. 6. 2016

<sup>222</sup> Dennis Dieks señala que la distinción metodológica entre “Bottom-Up” y “Top-Down”, como dos formas de construcción teórica en física, es planteada por Einstein en 1919 para explicar que la Teoría de la Relatividad pertenece a la última. Asimismo, argumenta que esta no es la única forma de construir dicha teoría, mostrando que también es posible hacerlo mediante un *esquema* teórico “Bottom-Up”. De este modo, concluye: “*There is no uniquely best way of explaining the relativistic effects. The differences between the explanations are differences in the use we make of one and the same theoretical scheme. They relate to*



jerarquía de estructuras sintéticas que definen una serie ordenada de fines cuya coordinación contribuye el éxito de una finalidad ulterior.

Asimismo, cabe notar el carácter “social” de la construcción de esta organización físico-matemática. La idea es la siguiente: como se mencionó, los procesos de generalización están conformes con una elección juiciosa, es decir, con intuiciones que se van adquiriendo la práctica, en función de que la experiencia nos ofrezca una ocasión para su ejercicio. De este modo, la realización de un buen proceso de generalización no es algo que simplemente resulte de seguir reglas – como si se tratara de una operación lógica o analítica; sino que requiere de un proceso de aprendizaje y está en función de las habilidades de un científico y del fin que busca satisfacer. Ahora bien, se ha argumentado que Poincaré, al distinguir entre físicos experimentales y físicos matemáticos, rechaza el supuesto de que existe un científico ideal, es decir, un científico que posee todas las habilidades necesarias para poder llevar a cabo todos los procesos de generalización que se requieren para satisfacer todos los fines involucrados en la construcción de una organización físico-matemática. Se tiene, entonces, que el éxito de la empresa físico-matemática depende de la colaboración y la división de trabajo entre los científicos; es decir, de una coordinación que posibilite el consenso y disenso respecto al valor de sus actividades, de tal modo que se pueda discernir la utilidad de su aportación respecto a los propósitos comunes. Esto apunta a que el carácter de la elección juiciosa y, por ende, del juicio de valor que ésta involucra, no es meramente subjetivo, pues se aprende, se desarrolla y se examina dentro de una tradición de investigación.

---

decisions about where to put the emphasis and where to begin and end the analysis; these decisions in turn are conditioned by what we are interested in. In other words, the difference is one of *pragmatics*. Explanation and understanding are relative to questions we ask and interests we have. Explanation and understanding, not only in relativity theory but also in theoretical physics and even in theoretical science in general, are inherently pluralistic” Dieks, D. “Understanding in Physics: Bottom-Up versus Top-Down” (en *Scientific Understanding: Philosophical Perspectives*, (de Regt, H., Leonelli, S., Eigner, K. (eds.)), University of Pittsburgh Press. 2009, pp.230-246. Me parece que la filosofía de Poincaré estaría de acuerdo con esta postura.

## CAPÍTULO 4

### El valor de la ciencia: la defensa de Poincaré

#### 4.0 Introducción

El presente capítulo tiene un doble propósito. En primer lugar, contribuir al estudio de un episodio en la historia de la filosofía de la ciencia que ha pasado en gran medida desapercibido: el debate sobre la “Bancarrotta de la Ciencia”. Pocos historiadores han puesto atención a las controversias intelectuales que surgieron a finales del siglo XIX, como respuestas al cientificismo dominante en la época. Estos debates cruzaron fronteras nacionales, incorporando influencias provenientes de varios grupos de intelectuales, incluyendo artistas, escritores y científicos. Dentro de los argumentos expuestos en estas controversias, se ha señalado la importancia que tiene la crítica de León Tolstoi, como una de las primeras ocasiones en las que se usa el carácter histórico del conocimiento científico en contra de sus pretensiones epistémicas.<sup>223</sup> Sin embargo, suele omitirse que este argumento sólo es un momento dentro de una crítica más amplia de Tolstoi, a partir de la cual concluye que la ciencia no sólo carece de valor epistémico, sino que tampoco posee valor moral. Asimismo, suele pasarse por alto que los argumentos de Tolstoi deben considerarse en tándem con otra serie de críticas realizadas por el filósofo inglés Edward Carpenter, dirigidas a las prácticas de abstracción e idealización por medio de las cuales el científico (físico) construye sus “ficciones” científicas.<sup>224</sup> Como intentaré mostrar, estas críticas ejercieron una influencia importante en algunos filósofos científicos de finales del siglo XIX, en particular, en la filosofía de la ciencia de H. Poincaré.

De este modo, este capítulo hace uso de los aspectos de la filosofía de la ciencia de H. Poincaré que se han desarrollado en los capítulos anteriores y cuya coherencia suelen

---

<sup>223</sup> Cf. Psillos, S. “Tolstoy’s Argument: Realism and the History of Science” en *Spontaneous Generations: A Journal for the History and Philosophy of Science*, Vol. 9, No. 1 (2018) 68-77.

<sup>224</sup> Cf. Tolstoi, L., “Modern Science” en *Essays and Letters* trad. Aylmer Maude, Oxford University Press, (1911).

omitirse en las reconstrucciones de su postura. Es habitual identificar a la filosofía de la ciencia con su convencionalismo geométrico, por lo que su postura suele exponerse como una respuesta al problema del estatus epistemológico de las geometrías no-euclidianas (y en menor medida al problema del estatus epistemológico de los principios de la mecánica). Sin embargo, bajo esta perspectiva, tesis centrales de su filosofía de la ciencia, como su noción de intuición y comprensión, el papel que juegan los juicios de valor en la racionalidad científica; o bien, su reflexiones entre ciencia y moral, pasan desapercibidas. Lo anterior se puede explicar, en parte, si consideramos que la filosofía de la ciencia de Poincaré no ofrece una exposición sistemática de su pensamiento, por lo que puede parecer que su filosofía carece de una coherencia interna. De este modo, el segundo propósito consiste en mostrar que esto puede corregirse, en parte, si enfocamos a su filosofía como una respuesta a otros problemas propios de su contexto intelectual; en particular, los que planteaban los argumentos escépticos del debate sobre la bancarrota de la ciencia.

Dicho lo anterior, la exposición está estructurada de la siguiente manera. En la sección 4.1, se ofrece un panorama general del origen y desarrollo del debate de la “Bancarrota de la Ciencia” durante la segunda mitad del siglo XIX, en Europa: desde la consolidación de un credo científico en Inglaterra y en Francia, hasta el surgimiento de la oposición intelectual que proclamó la bancarrota de la ciencia. En la sección 4.2, se exponen las críticas escépticas que desarrolló en este contexto el escritor ruso León Tolstoi; en particular, su argumento a favor de la relatividad histórica de la verdad científica y su crítica a la teoría de “la ciencia por la ciencia”. En la sección 4.3, se expone el análisis de Carpenter sobre las prácticas de abstracción e idealización del científico, con base en el cual argumenta que las concepciones científicas son ficciones útiles, que carecen de valor epistémico. En la sección 4.4, se expone la respuesta de Poincaré a estas críticas. Por último, en la sección 4.5 se presentan las conclusiones.

#### 4.1 El debate sobre la “Bancarrota de la Ciencia”: el credo científico

Durante la primera mitad del siglo XIX, la ciencia inglesa se caracterizaba por el amateurismo, el patronazgo aristócrata, el casi inexistente apoyo estatal. Se trata de un

periodo en el que la práctica científica se encontraba dominada por intelectuales anglicanos, para los que la ciencia era el estudio de un mundo diseñado por un creador omnisciente, omnipotente y benevolente; es decir, un estudio añadido a la teología cristiana.<sup>225</sup> Sin embargo, para la década de 1850, este panorama comenzó a transformarse. Por un lado, el gran éxito que tuvo la Gran Exposición de la Industria de todas las Naciones, celebrada en Londres en 1851, exhibía la relación entre el conocimiento científico y el progreso industrial, lo cual influyó en la percepción que la sociedad victoriana tenía respecto a la ciencia. Por otro lado, la publicación de *El Origen de las Especies* de Darwin en 1859, provocó un antagonismo entre los intelectuales anglicanos y grupos emergentes de científicos naturalistas que veían en las teorías de la evolución la base para secularizar a la ciencia y a la naturaleza. Thomas Huxley fue una de las figuras centrales de este naturalismo científico, cuyo proyecto no se limitó a defender a la obra de Darwin de las críticas eclesiásticas, sino que también impulsó la creación de un “credo científico” que, al reemplazar al credo anglicano del ámbito intelectual, sería capaz de guiar a una nueva élite cultural hacia la transformación industrializada que requería la nación inglesa.

La posición de este “credo científico” era heterogénea y compleja de definir. Para R. Macleod, era una posición que articulaba tesis provenientes del positivismo, naturalismo, realismo y racionalismo alrededor de dos ideas centrales: 1) El método científico como el medio que permite a la razón humana conocer todo lo que es verdadero. 2) El universo como un “todo” material, mecánico y uniforme el cual es comprendido bajo un catecismo secular de unificación, simplificación y universalidad.<sup>226</sup> Para Lightman, los seguidores del credo científico se pueden caracterizar por compartir los siguientes principios: 1) sus creencias debían presentarse como parte de un sistema similar al del credo cristiano, pero confirmado científicamente. El ejemplo paradigmático de esta actitud es el *Sistema de Filosofía Sintética* de H. Spencer, en el cual todo fenómeno, desde la biología hasta la sociología, pasando por la ética y la psicología, era interpretado conforme a la ley de la

---

<sup>225</sup> Lightman, B., “The Creed of Science and its Critics” en *The Victorian World* (Hewitt, M., (ed.)), Routledge (2012) p. 451; Finchan, M., “Biology and Politics: Defining the Boundaries” en *Victorian Science in Context* (Lightman, B. (eds)), The University of Chicago Press, (1997) pp. 100-101; Turner, F “The Victorian conflict between science and religion: a professional dimension” en *Contesting Cultural Authority: Essays in Victorian Intellectual Life*, (1993) pp. 176-177

<sup>226</sup> Macleod, Roy. “The ‘Bankruptcy of Science’ Debate: The Creed of Science and its Critics, 1885-1900” en *Science, Technology, & Human Values*, Vol. 7, No. 41 (Autumn, 1982). p. 3.

evolución. Asimismo, 2) los científicos naturalistas ilustraban la búsqueda de la verdad bajo metáforas de auto-abnegación, adoptando el ideal de que el buen científico es aquél que reprime toda influencia subjetiva o idiosincrásica en su investigación, pues sólo así logra alcanzar una posición imparcial desde la cual apreciar la “verdad objetiva”. Por último, 3) los seguidores del credo científico compartían, ante todo, un propósito político común: convertir a la ciencia en una práctica profesional, pública y meritocrática que goce de una autonomía institucional y de un apoyo económico por parte del estado.<sup>227</sup> Sin embargo, quizás la mejor forma de caracterizar el espíritu del credo científico es mediante el término “agnóstico” que para este fin acuñó el mismo Huxley:

“Agnosticism is not properly described as a "negative" creed, nor indeed as a creed of any kind, except in so far as it expresses absolute faith in the validity of a principle, which is as much ethical as intellectual. This principle may be stated in various ways, but they all amount to this: that it is wrong for a man to say that he is certain of the objective truth of any proposition unless he can produce evidence which logically justifies that certainty”.<sup>228</sup>

Por lo tanto, se tiene que el credo científico es la creencia en un método de investigación imparcial, a partir del cual se puede sistematizar *todo* lo cognoscible bajo los mismos principios científicos, incluyendo el ámbito de lo ético y de la moral.<sup>229</sup> Para Huxley, el credo científico no se opone a la religión; más bien, dado su carácter agnóstico, es una postura ideológicamente neutra que reconoce que la ciencia y la religión pertenecen a dominios distintos de la naturaleza humana: “Religion has her unshakeable throne in those deeps of man's nature which lie around and below the intellect, but not in it”.<sup>230</sup> En otras palabras, la religión (y el arte) ocupa un lugar dentro del ámbito de la emoción y del sentimiento; sin embargo, se trata de un ámbito no-intelectual en el que no hay cabida para la verdad científica:

---

<sup>227</sup> Lightman, B., *óp. cit.*, pp. 453- 455

<sup>228</sup> Huxley, T. (1889) “Agnosticism and Christianity”, en *Collected Essays, Vol. 5: Science and the Christian Tradition*, Cambridge University Press, 1893-94, pp. 309-365. (disponible en línea: <https://mathcs.clarku.edu/huxley/CE5/Agn-X.html>)

<sup>229</sup> La psicología, la sociología, la historia, la antropología, pero también la teología científica, podrían dar cuenta de los problemas éticos y morales. Dentro de estos últimos, destacaba la cuestión de la inmortalidad del alma y la cuestión del libre albedrío.

<sup>230</sup> Huxley, T. (1864) “Science and Church Policiy” *The Reader* 4 (Dec. 31, 1864): 821 (disponible en línea en: <https://mathcs.clarku.edu/huxley/UnColl/Rdetc/Sci-ChPol.html>)

“I must call your attention further to this fact, that all the subjects of our thoughts--all feelings and propositions ..., all our mental furniture--may be classified under one of two heads--as either within the province of the intellect, something that can be put into propositions and affirmed or denied; or as within the province of feeling, or that which, before the name was defiled, was called the aesthetic side of our nature, and which can neither be proved nor disproved, but only felt and known”.<sup>231</sup>

De esta manera, el agnosticismo del credo científico cumplía una doble función. Por un lado, permitía identificar al discurso científico con un conjunto de proposiciones justificadas lógicamente en la evidencia, mediante un método imparcial cuya aplicación requiere de un entrenamiento específico, promoviendo así la autoridad de los científicos sobre la verdad objetiva. Por el otro, la supuesta neutralidad ideológica de este principio, permitía blindar a la ciencia de críticas “externas” o influencias ajenas a las del propio debate científico (por ejemplo, críticas provenientes de la religión o el arte), promoviendo así la autonomía de la ciencia frente a otras esferas sociales. De este modo, vemos en el credo científico instanciarse las características que después serán reconocidas como el ideal de la objetividad científica, o el ideal de la ciencia libre de valores.<sup>232</sup>

Para la década de 1870, se puede decir que Huxley y los seguidores del credo científico dominaban y habían transformado el panorama científico inglés. No sólo reorganizaron las principales instituciones científicas y adquirieron recursos del estado para sus investigaciones, también implementaron reformas educativas que impulsaron la profesionalización científica.<sup>233</sup> Sin embargo, al poco tiempo de ostentar este poder, una variedad de grupos intelectuales reconocieron que la actitud agnóstica del credo no se diferenciaba, en la práctica, de cualquier otro dogmatismo. En este sentido, destaca la publicación del filósofo y economista W. Graham, *The Creed of Science* en 1881. Graham reconoce que la ciencia es el mejor método del que dispone el hombre para revelar la verdad objetiva; por lo tanto, considera que los principios de la física y de la biología (sobre los que hay un consenso científico) deben ser adoptados como auténticos artículos de fe

---

<sup>231</sup> Huxley, T. (1882) “Science and art in relation with education” en *Collected Essays, Vol. 3: Science and Education*, Cambridge University Press, 1893-94. pp. 175. <https://mathcs.clarku.edu/huxley/CE3/ScRe.html>

<sup>232</sup> Cf. Lacey, H. *Is Science Value Free? Values and Scientific Understanding*, Routledge London & New York. 1999

<sup>233</sup> Lightman, B. *óp. cit.*, p. 455

científica.<sup>234</sup> Sin embargo, pone en duda que el método científico pueda aplicarse a la resolución del todo problema; en particular, en cuestiones éticas o morales, las explicaciones científicas no suelen ser asequibles e incluso, dada su tendencia al materialismo y al determinismo, su aplicación podría resultar perjudicial.<sup>235</sup> Asimismo, critica la presunta autoridad de los seguidores del credo científico, argumentando que suelen exagerar el nivel de entrenamiento científico que se requiere para ofrecer un juicio sobre algunos problemas que, en principio, podrían estar abiertos al escrutinio público.<sup>236</sup> El texto de Graham marca el inicio de una oposición al credo científico en Inglaterra, el cual será durante las siguientes décadas objeto de ataques por parte de religiosos, artistas y escritores, pero también de científicos como los físicos escoceses.<sup>237</sup>

En Francia, la consolidación de un credo científico se puede rastrear a los orígenes positivistas de la Tercera República francesa.<sup>238</sup> De acuerdo con H. Paul, para la década de 1880 se puede decir que los intelectuales franceses, bajo el hechizo del cientificismo, del naturalismo y del realismo, compartían un dogma común: la creencia de que la razón humana auxiliada por el método científico puede conocer y entender todo; en consecuencia, toda verdad puede ser en principio descubierta por la razón y catalogada por la ciencia.<sup>239</sup> Sin embargo, tal como sucedía en Inglaterra, esta disposición a glorificar a la empresa científica encontraría una pronta oposición. La crisis emergió con la publicación en 1889 de la novela de P. Bourget *El discípulo*. En esta novela, Robert Greslou, discípulo de un psicólogo determinista, seduce a la hermana de su pupilo con la finalidad de descubrir el “mecanismo” mental detrás del amor. Tras descubrir que la motivación tras el interés de Greslou no es romántica, sino experimental, la chica comete suicidio. De este modo, la novela cuestionaba si ciertas doctrinas científicas, tales como el determinismo y el materialismo, no eran peligrosas o dañinas para la sociedad.<sup>240</sup> Esta novela desencadenó

---

<sup>234</sup> Graham, W. *The Creed of Science*, London: C. Kegan Paul & Co. (1881) viii-xix

<sup>235</sup> *Ibid.*, xiv

<sup>236</sup> *Ibid.*, xi, xvi

<sup>237</sup> Lightman, B, *óp. cit.* p. 451, 459.

<sup>238</sup> Cf. John Eros, “The Positivist Generation of French Republicanism”, *The Sociological Review*, Volume: 3 issue: 2, pp: 255-277 December 1, (1955)

<sup>239</sup> Paul, H., “The Debate over the Bankruptcy of Science in 1895” en *French Historical Studies*, Vol. 5, No. 3 (Spring, 1968). p. 299

<sup>240</sup> Cf. *Ibid.*, p. 302. De acuerdo con S. Psillos, *El discípulo* fue un rotundo éxito en ventas, en tan sólo 6 meses vendió cerca de 22 mil copias. Esto refleja la atención que recibía este debate en el contexto intelectual de la

una serie de intervenciones por parte de intelectuales, artistas y escritores, en las que denunciaban que la pretensión de que la ciencia sería capaz de resolver todos los misterios del universo estaba injustificada, pues se veía incapaz de elucidar la naturaleza humana, las leyes de su conducta y su destino.<sup>241</sup> En suma, se argumentaba que el “credo científico” se justificaba en una idea de ciencia sin valor, es decir, en bancarrota.

En 1893, en un discurso dado ante la Asociación General de Estudiantes de París, Emile Zola defiende a la ciencia de algunas de estas críticas, describiendo el estado de este debate como una crisis escéptica de fin de siglo:

“I do not at all deny the crisis we are passing through- this lassitude and revolt at the end of the century, after such feverish and colossal labour, whose ambition it was to know all and to say all. It seemed that Science, which had just overthrown the old order, would promptly reconstruct it in accord with our ideal of justice and of happiness. Twenty, fifty, even a hundred years passed. And then, when it was seen that justice did not reign, that happiness did not come, many people yielded to a growing impatience, falling into despair, and denying that by knowledge one can ever reach the happy land”.<sup>242</sup>

Para Zola, los que sostienen la bancarrota de la ciencia parten de un mal entendido fundamental: asumen que la ciencia tiene como finalidad procurar la felicidad, cuando la ciencia sólo pretende obtener la *verdad*. En el fondo, para Zola, la oposición contra el credo científico es el resultado de una fatiga y un desencanto de fin de siglo que, al reconocer que la verdad científica no procura la clase de felicidad deseada, entonces rechaza por completo su valor.<sup>243</sup>

Más importante para nuestros fines es la respuesta que ofrece León Tolstoi a la defensa de Zola. El argumento de Tolstoi da un giro al debate. Su intención no es criticar a la ciencia con base en la delimitación de su dominio de validez, sino socavar la confianza en sus pretensiones epistémicas y en su supuesta imparcialidad moral.

---

época. Cf. Psillos, Stathis. “Revisiting the ‘Bankruptcy of Science’ debate”, University of Western Ontario. Conferencia del 24 de enero de 2014. Consultada en: <https://www.youtube.com/watch?v=zwEYZNKeCpQ>

<sup>241</sup> MacLeod, R., *óp. cit.*, p. 8.

<sup>242</sup> Zola. Emile. “Discurso presentado ante la Asociación General de Estudiantes”, París, 18 de mayo de 1893. Reproducido en su totalidad en: Tolstoi, León., “The Non-acting” en *Essays and Letters*, trad. Aylmer Maude, Oxford University Press, 1911. (ensayo original de 1893) pp. 94-103.

<sup>243</sup> *Ibidem*.



## 4.2 El argumento de L. Tolstoi: la relatividad histórica de la verdad científica

A continuación expondré dos de las críticas que Tolstoi plantea al credo científico. La primera se basa en un argumento que apela al carácter histórico de la ciencia, con base en el cual concluye un escepticismo respecto a la universalidad de la verdad científica, así como a la posibilidad de un progreso científico. La segunda es un ataque a la teoría de la “ciencia por la ciencia”, con base en la cual Tolstoi concluye la carencia de valor moral de la práctica científica. Sobre la primera cuestión, nos dice Tolstoi:

“Does not each year produce its new scientific discoveries, which, after astonishing the boobies of the whole world, and bringing fame and fortune to the inventors, are eventually admitted to be ridiculous mistakes, even by those who promulgated them? We all know that what the Romans valued as the greatest science, and the most important occupation that which distinguished them from the barbarian was rethoric, which now does not even rank as science, at all. Equally difficult is it to-day to understand the state of mind of the learned men of the Middle Ages, who were fully convinced that all science was concentrated in scholasticism. Unless, then, our century forms an exception (which is a supposition we have no right to make), it needs no great boldness to conclude, by analogy, that among the kinds of knowledge occupying the attention of our learned men, and called science, there must necessarily be some which will be regarded by our descendants much as we now regard the rhetoric of the ancients and the scholasticism of the Middle Ages”.<sup>244</sup>

El argumento de Tolstoi parte de la siguiente consideración: 1) La historia de la ciencia muestra que parte el conocimiento valorado durante una época como científico, eventualmente deja de valorarse como tal. 2) Dado que no tenemos derecho a suponer que la época actual es una excepción a lo anterior; entonces, *por analogía*: 3) Algunos de los conocimientos que actualmente son considerados científicos perderán necesariamente dicho valor. En otras palabras, algunas de las verdades científicas actuales serán devaluadas por los científicos del futuro a meras equivocaciones.

Con base en lo anterior, Tolstoi plantea que la distinción entre conocimiento científico y no-científico, sólo tiene valor en relación a los criterios idiosincrásicos de un contexto social e histórico determinado. En consecuencia, la distinción entre ciencia y religión tan importante para el credo científico, sólo tiene sentido bajo un punto de vista histórico; de tal

---

<sup>244</sup> Tolstoi, L, *óp. cít.*, p. 105

modo que, para Tolstoi, la ciencia actual parte de la religión del futuro. De este modo, nos dice: “The greater part of what is called religion is simply the superstition of past ages; the greater part of what is called science is nothing but the superstition of to-day”.<sup>245</sup> Asimismo, dado que no hay criterios *a priori* que permitan distinguir qué conocimientos de la ciencia actual no serán devaluados a equivocaciones por los científicos del futuro; entonces, no se puede afirmar que la ciencia actual es un progreso epistémico respecto a la ciencia del pasado. En general, lo que cabe suponer es que “la proporción de verdad y error” entre ambas es la misma.<sup>246</sup> En este sentido, no tiene caso hablar de una verdad científica universal, sino de una sucesión histórica de afirmaciones que, durante un periodo, son valoradas como verdades por la comunidad científica de la época:

“By reverting in imagination to the state of mind of an ancient Hebrew, it becomes easy to see that for him the creation of the world in six days, the serpent that cured diseases, etc, were statements of science in accord with its highest stage of development, just as the Darwinian law, Koch’s commas, heredity, etc., are for a man of our day”.<sup>247</sup>

Ante esta situación, Tolstoi reconoce que un escepticismo respecto a la verdad científica no atenta necesariamente contra el valor de la ciencia, pues si bien ésta puede carecer de valor epistémico, aún puede poseer valor moral. Y es que, para Tolstoi, puede no importar si la verdad científica no tiene un carácter especial, pues la sociedad no confía tanto en las verdades científicas, sino en los científicos y en el éxito de su práctica:

“And just as the Hebrew believed no so much in the creation of the world in six days, in the serpent that healed certain diseases, etc., as in the infallibility of his priests, and, therefore, in all that they told him – so to-day the great majority of the cultured people believe, not in the formation of the world by rotation, nor in heredity, nor in comma bacilli, but in the infallibility of the secular priests, called scientists, who, with an assurance equal to that of the Hebrew priests, assert whatever they pretend to know”.<sup>248</sup>

Por lo tanto, la cuestión respecto al valor moral de la ciencia requiere discernir si la confianza que deposita la sociedad en su práctica está justificada. Para Tolstoi esto significa analizar el método y los fines de la práctica científica. Respecto a la metodología, Tolstoi

---

<sup>245</sup> *Ibid*, p. 107

<sup>246</sup> *Ibidem*.

<sup>247</sup> *Ibid*, p. 106

<sup>248</sup> *Ibidem*

asume la crítica de Carpenter sobre este tema (la cual se desarrollará más adelante). Por lo tanto, su crítica se dirige a analizar el *fin* de la práctica científica. Bajo su punto de vista, los científicos (desde los matemáticos hasta la sociólogos) articulan el fin de su práctica alrededor de un teoría de “la ciencia por la ciencia”, según la cual el fin de la investigación científica es el conocimiento de *todo* lo que existe (como vimos en la sección anterior, justo una de las pretensiones del credo científico es que toda verdad es susceptible de ser investigada y catalogada por la ciencia). El problema con la esta finalidad, señala Tolstoi, es que es irrealizable; por consiguiente, lo que en realidad sucede es que el fin de la investigación lo deciden los científicos con base en sus intereses egoístas. En este sentido, los científicos, o bien, deciden investigar “curiosidades inútiles” que no guardan relación alguna con los problemas de la vida; o bien, promueven desarrollos tecnológicos que sólo benefician a las clases altas.<sup>249</sup> En todo caso, para Tolstoi, la ciencia carece de valor moral, pues preserva las condiciones precarias que sufre la humanidad. Ante esta situación, Tolstoi plantea abandonar el ideal subyacente a la teoría de la “ciencia por la ciencia”, y sustituirlo por otro ideal, en donde la *buena* ciencia tiene como finalidad mejorar las condiciones de la vida humana, se debe tratar de un conocimiento que nos diga cómo vivir para vivir bien.<sup>250</sup>

#### 4.3 El argumento de Carpenter: el carácter ficcional de la ciencia

Para Carpenter, la práctica del científico (físico y astrónomo) consiste en la realización de procesos de abstracción e idealización, por medio de los cuales dota de sentido a concepciones abstractas. Estas concepciones le permiten al científico construir un andamiaje teórico, con el que produce predicciones y explicaciones. El presunto valor epistémico de las teorías científicas proviene, o bien, de que las concepciones científicas refieren genuinamente, o bien, de la capacidad predictiva y explicativa de las teorías. Y esto

---

<sup>249</sup> Tolstoi, L. “Modern Science”, *óp. cít.*, pp. 223-224

<sup>250</sup> *Ibíd.*, pp.228-229

es independiente de toda “controversia religiosa”.<sup>251</sup> Dicho lo anterior, la crítica de Carpenter intenta mostrar lo siguiente: 1) Las concepciones científicas no refieren a nada, pues son ficciones que sólo cobran sentido bajo condiciones ideales. 2) La capacidad predictiva de una teoría no es razón suficiente para afirmar su verdad; por un lado, hay teorías que se consideran falsas que producen predicciones verificables (y algunas de estas predicciones fueron, en su momento, novedosas); por otro lado, del éxito de una predicción teórica no se sigue la verdad de la teoría, sólo que dicha teoría es útil como una hipótesis de trabajo. 3) Las explicaciones científicas son falaces pues hacen uso de concepciones científicas que, o bien, no pueden considerarse verdaderas (por lo que no pueden funcionar como una premisa verdadera en un argumento deductivo), o bien, son ficciones que por su propia naturaleza abstracta, no pueden participar en una cadena causal.<sup>252</sup> Aquí solo desarrollaré a mayor detalle el primer punto.

De acuerdo con Carpenter, la metodología del físico consiste en el método de abstracción o ignorancia (“the method of ignorance or abstraction”). Para ejemplificar su planteamiento, supongamos que se le cuestiona a un astrónomo newtoniano por la trayectoria que sigue el movimiento de la luna, a lo que responde: la luna sigue una “trayectoria elíptica”. El punto de Carpenter es que el término “trayectoria elíptica” sólo es aplicable al movimiento de la Luna bajo circunstancias bien específicas. En este caso, se deben ignorar el movimiento de la Tierra alrededor del Sol; ignorar el movimiento del Sol respecto a las estrellas fijas (las cuales también están en movimiento); se debe suponer que el movimiento de la Luna es resultado sólo de la interacción que tiene con la Tierra y se deben abstraer los demás atributos de estos cuerpos celestes, hasta reducirlos a masas puntuales. Sólo bajo estas circunstancias *hipotéticas*, el problema planteado se reduce a la interacción gravitacional entre dos masas puntuales separadas por una distancia fija; es decir, una instancia que satisface la ley de gravedad de Newton, con base en la cual, el astrónomo puede afirmar que el movimiento de la luna sigue una “trayectoria elíptica”. Fuera de estas circunstancias – las cuales posiblemente nunca han existido y nunca existirán - el término “trayectoria

---

<sup>251</sup> Carpenter, E. “Modern Science: A Criticism” en *Civilization: It's Cause and Cure*, George London: George Allen & Unwin Ltd. 1889. p.79

<sup>252</sup> Sobre la crítica de Carpenter al valor epistémico de la predicción, véase: *ibid.*, pp. 96-98. Sobre la crítica a la explicación científica: *ibid.*, pp.80, 102, 108, 117.

elíptica” carece de significado. De este modo, el término “trayectoria elíptica” no es algo que tenga un referente en la naturaleza, esta concepción sólo es una ficción, quizás útil, pero nunca verdadera.<sup>253</sup>

En general, Carpenter parte del supuesto positivista de que la naturaleza conforma una unidad. Por lo tanto, cada objeto natural posee un infinito de atributos, pues guarda una relación con cada otro objeto perteneciente a dicho dominio. Cualquier intento de lidiar intelectualmente con un objeto, implica ignorar o abstraer la gran mayoría de estos atributos y combinar los restantes bajo un concepto.<sup>254</sup> El método de los científicos, señala Carpenter, no es más que una forma sofisticada de este proceso de abstracción y combinación. Lo específico de su práctica es la forma en la que el científico *elige* los atributos a ignorar y la manera en que definen la síntesis bajo la cual se combinan los atributos restantes. Sin embargo, independientemente de que esta elección sea con base en criterios muy sofisticados, las concepciones que se producen mediante este proceso de abstracción sólo pueden ser consideradas como ficciones útiles que refieren a hechos ideales.<sup>255</sup> En conclusión, las concepciones científicas son ficciones que sólo poseen un valor instrumental:

“In thus stripping or abstracting the great mass of its attributes from our object, and leaving only a few, which it combines into a concept, the mind practically abandons the real article and takes up with a shadow; but in return for this it gets something which it can handle, which is light to carry about, and which, like paper-money, for the time and under certain conditions does really represent value”.<sup>256</sup>

Para Carpenter, el método científico fracasa por dos razones. En primer lugar, debido a una tendencia de la racionalidad científica: “to separate the logical and intellectual part of man from the emotional and instinctive”. Lo cual está relacionado con la pretensión de poder realizar una investigación sólo desde el lado “intelectual”, restringiendo todo rasgo subjetivo e idiosincrásico. Segundo, la ciencia fracasa porque intenta realizar una tarea imposible: descubrir una representación permanentemente válida y puramente intelectual

---

<sup>253</sup> *Ibid.*, pp. 81-83

<sup>254</sup> *Ibid.*, p. 81

<sup>255</sup> *Ibid.*, pp. 86-87

<sup>256</sup> *Ibid.*, p. 101

del universo. Tal cosa, para Carpenter, no existe.<sup>257</sup> En otras palabras, no puede haber una representación pura y cualquier intento para lograr construir una está destinado al fracaso, pues toda representación en parte refleja el contexto histórico en el que es creada:

“The various theories and views of nature which we hold are merely the fugitive envelopes of the successive stages of human growth – each set of theories and views belonging organically to the moral and emotional stage which has been reached, and being in some sort the expression of it; so that the attempt at any given time to set up an explanation of a phenomena which shall be valid in itself and without reference to the mental condition of those who set it upon, necessarily ends in failure”.<sup>258</sup>

En resumen, las críticas de Tolstoi y Carpenter al credo científico orbitan alrededor de la cuestión de cuál es el valor de la ciencia. Para Tolstoi, la ciencia carece de valor epistémico porque la verdad científica es relativa a un contexto histórico, de modo que cualquier conocimiento que sea valorado como una verdad por un científico, puede llegar a ser devaluado a una mera equivocación por los científicos del futuro. Y carece de valor moral porque se propone investigar todo lo que existe, lo cual es irrealizable. En consecuencia, el científico *elige* qué investigar bajo criterios egoístas que sólo preservan las condiciones precarias en las que vive la mayoría de la humanidad. Para Carpenter, la ciencia carece de valor epistémico porque sus términos no refieren genuinamente, dados los procesos de abstracción e idealización involucrados en su construcción. Las concepciones científicas, por ejemplo, las leyes de la física, son sólo ficciones que cobran significado bajo condiciones hipotéticas inverificables. En el fondo, el problema, dice Carpenter, radica en la tendencia de la racionalidad científica a demarcar lo lógico de lo emocional y la pretensión de construir una representación puramente intelectual, que se pretende separada del contexto histórico del que surge.

---

<sup>257</sup> *Ibid.*, p. 80

<sup>258</sup> *Ibidem.*

#### 4.4 La defensa de H. Poincaré: el convencionalismo moderado

A continuación presentaré la defensa de Poincaré a estas críticas. Esta defensa se desarrolla en tres partes. En primer lugar, Poincaré parte de que el valor *objetivo* de una concepción científica (por ejemplo, una ley físico-matemática) no radica en su verdad, sino en su inteligibilidad y su aplicabilidad a la experiencia.<sup>259</sup> En otras palabras, para Poincaré una concepción científica es objetiva si es comunicable a través de un discurso (inteligible) y es útil para referir a hechos brutos (experimentable). En particular, una ley físico-matemática objetiva debe ofrecer un *entendimiento* sobre un dominio de hechos físicos; esto es, debe *unificarlos* bajo una estructura matemática bella y útil para producir predicciones verificables.<sup>260</sup> En segundo lugar, respecto a la crítica de Carpenter, Poincaré rechaza que las concepciones científicas por ser *en parte* construcciones intelectuales, carezcan de objetividad. La razón es que la construcción de una concepción científica no es una creación *ex nihilo* o la consecuencia de una decisión arbitraria o caprichosa (“wishful thinking”); sino que es un producto de un proceso de generalización guiado por una elección juiciosa; es decir, una elección guiada por valores epistémicos, cognitivos y estéticos compartidos por una tradición de investigación. En tercer lugar, respecto al problema de Tolstoi, Poincaré acepta la relatividad histórica de las teorías científicas, pero argumenta a favor de un realismo selectivo según el cual podemos comprometernos con la realidad de aquellas relaciones matemáticas que se reiteran en teorías científicas históricamente distantes y que siguen considerándose valiosas por una tradición de investigación. A continuación, desarrollaré con mayor detalle estos puntos.

Como vimos en el capítulo 1, Poincaré reconoce la existencia de hechos brutos, es decir, ocurrencias empíricas conformadas por un infinito de cualidades.<sup>261</sup> Se trata de hechos subjetivos que se imponen, es decir, su ocurrencia es relativa a una conciencia e independiente de sus necesidades o deseos.<sup>262</sup> Asimismo, reconoce que cualquier intento

---

<sup>259</sup> Poincaré, H. *El valor de la ciencia*, op. cit. pp.158-160

<sup>260</sup> Cf. Zahar, *Poincaré's Philosophy: From Conventionalism to Phenomenology*, op. cit. pp. 16-17

<sup>261</sup> Poincaré, op.cit. pp. 134-136

<sup>262</sup> Sobre este punto, María de Paz señala: “So, the more drastic difference between crude and scientific fact is that the crude fact exists regardless of the language. That is, crude facts are given whether we state them or

por decir algo sobre un hecho bruto lo “altera” de manera irremediable. Esta alteración o generalización es un proceso de abstracción y combinación - parecido al planteado por Carpenter - que permite concebir al hecho bruto en términos de las relaciones que satisface con otros hechos.<sup>263</sup> Bajo una generalización, el hecho bruto pierde su infinita complejidad y particularidad; sin embargo, como resultado se obtiene un “hecho científico” que es clasificable y puede adoptar un “sentido” expresable por un discurso. Por lo tanto, esta operación realiza una labor fundamental; pues, para Poincaré, la objetividad sólo puede ser predicable de lo que es transmisible a través del discurso o el lenguaje:

“Lo que nos garantiza la objetividad del mundo en que vivimos es que ese mundo nos es común con otros seres pensantes. [...] Tal es, pues, la primera condición de la objetividad: lo que es objetivo debe ser común a muchos espíritus y, por consiguiente, se debe poder transmitir de uno a otro, pero como esta transmisión no se puede hacer sino por ese “discurso” que inspira tanta desconfianza..., estamos obligados a concluir: nada de discursos, nada de objetividad”.<sup>264</sup>

Por lo tanto, para Poincaré, el objeto de la ciencia no es el hecho bruto intransmisible, sino hechos generales e “inteligibles”; es decir, relaciones más o menos generales que son susceptibles de representación discursiva (lingüística, matemática, etcétera). Como vimos, Carpenter rechaza que las concepciones científicas tengan valor epistémico, pues sólo son ficciones que cobran sentido bajo condiciones hipotéticas ideales, por lo que no refieren genuinamente. La respuesta de Poincaré ante esta crítica se enfoca en dos puntos. Primero, sostiene que la generalización involucrada en la construcción de un hecho científico, sólo contribuye a la expresión de su sentido: es una construcción intelectual que hace posible la representación de una relación, a la luz de un discurso específico. Esta generalización sí altera al hecho bruto, de tal modo que toda representación discursiva del hecho bruto es inevitablemente parcial; sin embargo, para Poincaré, este es el precio que se debe pagar para poder decir algo objetivo sobre el hecho en cuestión:

“¿Debemos concluir que lo mejor es no pintar, porque ningún pintor haya podido hacer un retrato completamente parecido? Cuando un zoólogo disecciona un animal, ciertamente lo

---

not, whether expressed or not in a language, whether we intend or not their transmission” de Paz, M. “Poincaré on Generalizations and Facts: Construction or Translation?” en *Foundations of Science*, nov. 2017. pp. 1-10.

<sup>263</sup> Cf. Igor Ly, *op. cit.*

<sup>264</sup> Poincaré, *El valor de la ciencia, óp. cít.*, p. 158



“altera”. En efecto, disecándolo, se condena a no conocerlo nunca del todo, pero no haciéndolo se condenaría a no conocerlo jamás y, por consiguiente, a no decir nunca nada de él”<sup>265</sup>

Como se argumentó en el capítulo 3, el punto de Poincaré es que esta alteración no debería sugerir un escepticismo respecto a la capacidad de una representación discursiva para referir a hechos brutos. Y es que estos procesos de generalización se requieren para la construcción de *toda* representación discursiva. Por lo tanto, las mismas razones que podrían orillar a alguien a dudar de la capacidad referencial del lenguaje científico, también nos harían dudar de la capacidad el lenguaje común o natural. De este modo, la creencia de Carpenter de que los hechos científicos son meras ficciones, porque su referencia resulta del uso de un lenguaje “artificial” creado por los científicos, sería equivalente al absurdo de afirmar que los hechos de la vida cotidiana, es decir, aquellos a los que es posible referir usando un lenguaje común o “natural”, son meras creaciones de los gramáticos.<sup>266</sup> Pero, tal como muestra la cita anterior, para Poincaré asumir esta clase de escepticismo sería caer en un nominalismo radical según el cual, dado que no se puede decir todo sobre el mundo, lo mejor sería sólo contemplarlo y callar. Por lo tanto, si se descarta este nominalismo radical, se debe aceptar que “el hecho científico no es más que el hecho bruto *traducido* a otro lenguaje”; por lo tanto: “*todo lo que el sabio crea en un hecho, es el lenguaje en el que lo enuncia*”.<sup>267</sup>

De este modo, se tiene que la generalidad propia de un hecho científico no impide que sea susceptible de valor de “verdad”, cuestión que más bien compete a si la representación discursiva puede ser usada con éxito para referir o predecir a un hecho bruto.<sup>268</sup> En este sentido, para Poincaré la objetividad de un hecho científico como las leyes físicas es la combinación de dos condiciones, una discursiva y otra experimental, por lo que el hecho científico es una mezcla homogénea de dos componentes: uno convencional y otro empírico. Ambos componentes contribuyen a restringir la “libre actividad” del científico. Respecto al componente empírico, nos dice Poincaré:

---

<sup>265</sup> *Ibid.*, p. 133

<sup>266</sup> *Ibid.*, p. 140

<sup>267</sup> *Ibid.*, p. 142 (el énfasis es de Poincaré)

<sup>268</sup> *Ibid.*, pp. 159-160

“¿Se tiene derecho a decir que el sabio crea el hecho científico? En primer lugar, no lo crea *ex nihilo*, puesto que lo hace con el hecho bruto. Por lo tanto, no lo hace libremente *como quiere*. Por hábil que sea el obrero, su libertad está siempre limitada por las propiedades de la materia prima con que trabaja”.<sup>269</sup>

Respecto al componente convencional, Poincaré enfatiza que éste no es resultado de la decisión arbitraria o caprichosa del científico:

“En alguna parte Tolstoi explica por qué a su parecer “la ciencia por la ciencia” es una concepción absurda. Nosotros no podemos conocer todos los hechos, puesto que su número es prácticamente infinito. Es preciso elegir desde ahora. ¿Podemos regular esta elección sobre el simple capricho de nuestra curiosidad? ¿No vale más dejarnos guiar por la utilidad, por nuestras necesidades prácticas, y sobre todo, morales? [...] Si la elección no puede ser determinada más que por el capricho o por la utilidad inmediata, no puede existir la ciencia por la ciencia, ni por consiguiente ciencia. ¿Es esto verdad? Que haya que hacer una elección, esto es indudable; [...] Pero los sabios creen que hay una jerarquía de hechos y que se pueden hacer entre ellos una elección juiciosa; tiene razón puesto que sin esto no habría ciencia, y la ciencia existe”.<sup>270</sup>

En otras palabras, este componente convencional debe cumplir una finalidad, en este caso, promover la construcción de una estructura jerárquica de hechos, conforme a una “elección juiciosa”. Ahora bien, para Poincaré, la elección juiciosa no se puede describir como una actividad lógica, sino intuitiva. Esto quiere decir que esta actividad no se reduce a saber seguir reglas, sino que requiere de una clase de habilidad o de *intuición* similar a la que se necesita para usar correctamente un instrumento.<sup>271</sup> Esto significa que tomar una elección juiciosa requiere la adquisición de habilidades discursivas específicas, por lo que no cualquier individuo puede hacerlo. La elección juiciosa consiste en la capacidad de entrever las relaciones que permiten unificar a una diversidad de hechos brutos, bajo la intuición de una posible estructura *útil* o *cómoda* para un fin. Por ejemplo, para Poincaré, una relación físico-matemática cómoda debe unificar una gran diversidad de hechos cualitativamente distintos, bajo una expresión matemática simple y armónica, que pueda prever nuevos

---

<sup>269</sup> *Ibíd.*, p. 141

<sup>270</sup> Poincaré, H., *Ciencia y Método*, *op.cit.* pp. 15-16

<sup>271</sup> En efecto, como vimos en el capítulo 1, la elección juiciosa detrás de la constitución de la intuición del espacio sensible puede equipararse a la habilidad de usar el cuerpo como un instrumento que permite nuestra sobrevivencia en el entorno. Esto se basa en la semejanza que guardan entre sí la intuición del espacio sensible y la comprensión. Véase: Nota. 90.

hechos brutos.<sup>272</sup> Por lo tanto, la objetividad de una estructura se elucida en términos de un código de valores epistémicos, cognitivos y estéticos. Cabe señalar que la intuición de estos valores viene acompañada de sentimientos, los cuales terminan por constituir una psicología afectiva característica en el científico. En este sentido, Poincaré rechaza que el científico sea una mera maquina racional que reprime sus emociones durante su investigación.<sup>273</sup> Asimismo, estos valores no son arbitrarios, sino que responden a lo que una tradición científica identifica con el fin y el método de la física-matemática: el entendimiento de la armonía oculta entre las cosas a través de leyes matemáticas.<sup>274</sup> En este sentido, considerar una relación físico-matemática como *útil* no es un juicio de valor subjetivo, sino comunitario:

“Se dirá que la ciencia no es más que una clasificación, y que una clasificación no puede ser verdadera sino cómoda. Es verdad que es cómoda; es verdad que lo es, no solamente para mí, sino para todos los hombres; es verdad que permanecerá cómoda para nuestros descendientes; es verdad, en fin que eso no podrá ser por casualidad”.<sup>275</sup>

A partir de lo anterior, también se logra entrever la respuesta de Poincaré al problema de Tolstoi. Pues si hay relaciones científicas que son convenientes no sólo para una persona, ni para una comunidad, sino también para una tradición; este hecho no puede ser casual. Poincaré coincide con Tolstoi de que esta cuestión no se puede resolver *a priori*, por lo que sólo cabe la investigación empírica. Su hipótesis es que las relaciones matemáticas que se mantienen invariantes a través del cambio histórico, pueden ser las mejores candidatas a pretensiones legítimas de verdad.<sup>276</sup> En todo caso, estas relaciones invariantes deben ser valoradas como útiles por una tradición de investigación:

---

<sup>272</sup> Sobre los valores como criterios de elección de hipótesis cf. Poincaré, H. “Las hipótesis en física” en *La Ciencia y la Hipótesis*, Espasa- Calpe pp. 133-147. Sobre el criterio de conveniencia o comodidad de Poincaré, véase: Zahar, E. *Poincaré’s Philosophy: From Conventionalism to Phenomenology*, óp. cít, pp. 16-17. Para un análisis del papel de la belleza en la filosofía de Poincaré, Cf. Ivanova, M. “Poincaré’s aesthetics of science” en *Synthese* (2016) doi:10.1007/s11229-016-1069-1

<sup>273</sup> Sobre este punto cf. Poincaré, H. “La Ciencia y la Moral”, en *Últimos Pensamientos*, Espasa-Calpe, 1946 p. 151.

<sup>274</sup> Cf. Poincaré, H., *Ciencia y Método*, óp. cít., p. 20

<sup>275</sup> Poincaré, H., *El valor de la ciencia*, óp. cít, p.163

<sup>276</sup> Sobre el realismo selectivo de Poincaré, véase: “Las teorías de la física moderna” en *La Ciencia y la Hipótesis*, pp. 149-163. Sobre la recuperación de la postura de Poincaré en este tema, véase: Worrall, J., 1989, “Structural Realism: The Best of Both Worlds?” *Dialectica*, 43: 99–124. Sobre este punto, cabe recordar la

“¿Puede la ciencia hacernos conocer las verdaderas relaciones entre las cosas? [...] ¿Tienen valor objetivo esas relaciones? Esto quiere decir: ¿Son las mismas para todos esas relaciones? ¿Serán todavía las mismas para los que vengan después de nosotros? La cuestión es saber si este acuerdo será duradero y si persistirá entre nuestros sucesores. Uno puede preguntarse si las relaciones que establece la ciencia hoy serán confirmadas por la ciencia de mañana. Para afirmar que será así no se puede invocar ninguna razón *a priori*; es una cuestión de hecho y la ciencia ha vivido ya bastante para que, interrogando a su historia, se pueda saber si los edificios que levantan resisten la prueba del tiempo.”<sup>277</sup>

Para Poincaré, la posibilidad de dar cuenta del problema de Tolstoi radica en el carácter colectivo de la empresa científica, pues si la ciencia tiene historia es porque ha logrado constituirse en una “obra colectiva”, es decir, en una tradición de investigación capaz de transmitirse a través de generaciones de científicos. ¿Cómo es posible que una práctica científica logre constituirse en una tradición de investigación? El punto de Poincaré, es que si la racionalidad científica se viera guiada por meros criterios prácticos, entonces, la práctica científica se disolvería en cuanto éstos fueran satisfechos. Al contrario, el hecho de que existan tradiciones de investigación, el hecho de que los científicos adoptan a la práctica científica como una *forma de vida*, son indicadores que la ciencia puede ser un fin en sí mismo, en otras palabras, la ciencia por la ciencia es posible.<sup>278</sup>

#### 4.5 Conclusiones

En este capítulo se han expuesto algunos de los argumentos centrales del debate sobre la Bancarrota de la Ciencia. Como se ha podido constatar, estos argumentos planteaban críticas escépticas a partir de las cuales se concluía que la ciencia glorificada por el credo científico carece de valor epistémico y que el fin de la práctica científica era irrealizable. La respuesta de Poincaré no consistió tanto en defender el científicismo del credo científico (al cual tacha de ingenuo), más bien, defiende el valor de la ciencia a partir de su reconcepción. La clave de esta nueva concepción radica en identificar dicho valor con la

---

vertiente kantiana del realismo de Poincaré, en este sentido su preocupación no es tanto ontológica, sino epistemológica. Cf. *El Valor de la Ciencia*, óp.cit, p. 163.

<sup>277</sup> *Ibid*, p. 161

<sup>278</sup> Poincaré, H. (1913) “La Ciencia y la Moral”, en *Últimos Pensamientos*, Espasa-Calipe, 1946 p. 151.

objetividad (en lugar de identificarlo con la verdad en un sentido metafísico) y, a su vez, ofrecer una caracterización de esta noción en términos empíricos y de interacción social (intersubjetividad). Asimismo, ofrece una caracterización de la racionalidad científica como una racionalidad guiada por diversas clases de valores. De este modo, Poincaré defiende a la ciencia de las críticas que reducían la elección del científico a la arbitrariedad o el capricho, al mismo tiempo que, al reconocer una dimensión afectiva en la racionalidad científica, rechaza al ideal del buen científico como una máquina racional que reprime de su práctica todo factor subjetivo. Respecto al papel que juegan las ficciones en la ciencia, Poincaré niega que su uso vaya en detrimento de la objetividad científica, al contrario, gracias a este uso algunas propiedades subjetivas y cualitativas pueden expresarse en términos cuantitativos y discursivos, por lo que contribuyen a su objetividad. Por último, Poincaré admite la naturaleza histórica de la ciencia, pero evita sus consecuencias escépticas, argumentando que una posición al respecto requiere de una investigación empírica, pero plantea una hipótesis optimista según la cual enfatiza, a nivel discursivo, la existencia de relaciones matemáticas comunes entre teorías científicas históricamente distantes, y a un nivel práctico, enfatiza la importancia de las teorías del pasado, pues si bien, pueden no ser verdaderas, aún pueden resultar aplicables y bellas para una tradición de investigación. De esta manera, se puede concluir no sólo que el debate sobre la bancarrota de la ciencia influyó la filosofía de la ciencia de Poincaré, sino que además, visto desde esta perspectiva, una variedad de tesis centrales a su filosofía de la ciencia pueden cobrar mayor coherencia.

## CONCLUSIONES GENERALES

A lo largo de esta investigación se ha intentado caracterizar a la filosofía de la ciencia de H. Poincaré como un impurismo epistémico en el que no se abandona la idea de que el valor de la ciencia radica en su objetividad. Para cumplir con este propósito se ha desarrollado una lectura axiológica de esta filosofía para mostrar que el convencionalismo que ésta propone se puede concebir como una forma de impurismo epistémico. Una de las tesis centrales del convencionalismo de Poincaré es el reconocimiento de que la *elección juiciosa* del científico juega un papel en el uso y en la construcción de las representaciones científicas objetivas (objetos científicos); con base en esto, el supuesto central de esta lectura axiológica ha radicado en plantear una relación entre esta elección juiciosa y los valores, a través de la noción de *comprensión*. En otras palabras, se ha argumentado que la elección juiciosa del científico es una decisión basada en su comprensión; es decir, en su capacidad de intuir los valores que debería instanciar una representación inteligible y útil para un fin.

Por lo tanto, la noción de intuición juega un papel central en esta caracterización de la elección juiciosa, por lo que cabe distinguir la noción de intuición con mayor precisión. En lo que se ha expuesto, se ha mostrado que al menos tres clases de intuición juegan un papel en la filosofía de Poincaré. En primer lugar, hemos visto que Poincaré reconoce a la intuición pura como una clase de intuición cuyo ejercicio se encuentra conforme a un esquema dado *a priori*. En este sentido, Poincaré habla de la intuición pura del tiempo fenomenológico, o bien, de la intuición pura del principio de inducción matemática. En segundo lugar, Poincaré reconoce a la intuición sensible como una clase de intuición cuyo ejercicio está conforme con una “convención fundamental”, la intuición del espacio sensible sería un ejemplo de esta clase de intuición. En tercer lugar, Poincaré reconoce a la intuición como comprensión, es decir, como una clase de intuición que combina elementos análogos bajo unidades, conforme a juicios de valor. Desde una perspectiva epistemológica, sólo la intuición pura ofrece certezas que se presentan bajo una evidencia irrefutable. La intuición sensible ofrece un conocimiento cualitativo y privado, pero involuntario. La

comprensión permite entrever o presentir la “razón íntima” que hacen de una síntesis un “todo organizado” valioso para un fin.

Ahora bien, como vimos en el capítulo 1, el proceso de constitución del espacio sensible se puede comprender como un proceso en el que se adaptan las capacidades del ser pensante (en este caso dos capacidades o instrumentos: un cuerpo sólido que se mueve a voluntad y una memoria capaz de distinguir sucesiones de sensaciones), el entorno (en el que existen sólidos de forma casi invariable) y un problema a resolver: la sobrevivencia del cuerpo en el entorno. De este proceso de adaptación surge una convención fundamental, a partir del cual se pueden clasificar sucesiones de sensaciones como desplazamientos o alteraciones, así como la posibilidad de identificar desplazamientos entre sí. Esta clasificación se ha adoptado entre otras posibles dado su *valor* para la sobrevivencia del cuerpo en el entorno. El punto es que este proceso de adaptación se asemeja al ejercicio intuitivo de la comprensión como una facultad inventiva (tal como se expuso este ejercicio en el capítulo 2). Esto sugiere que la distinción entre la intuición sensible y la comprensión no es tan profunda y, más bien, se podría concebir a la intuición sensible como una especie de comprensión encarnada, al grado de que la valoración que involucra se ha convertido en un hábito perceptual que se nos impone de manera involuntaria. O, viceversa, a la comprensión como intuición sensible que articula los recursos cognitivos disponibles, el entorno y un fin, con el propósito de presentir qué acciones conviene organizar para satisfacerlo. El punto que quiero enfatizar es que esta comprensión tiene el carácter de un “conocimiento tácito”; por esta razón, Poincaré la compara con una “criba delicada”, cuyo uso no se puede formular explícitamente, ni se asemeja a seguir las reglas de un juego.

De lo anterior se puede concluir que, por un lado, para Poincaré el razonamiento científico involucra, sí juicios analíticos, sintéticos y juicios sintéticos a priori; pero también una elección juiciosa basada en la comprensión. El rol que la comprensión desempeña en la racionalidad científica permite a Poincaré argumentar que la actividad del científico se asemeja a la actividad del artista. Incluso, como vimos en el capítulo 2, el trabajo constante del científico, en particular, su contacto con la belleza matemática o, en el caso del físico, con la armonía universal, origina una psicología afectiva característica. En este sentido, como se mostró en el capítulo 4, la noción de un científico ideal como aquél que reprime

sus emociones y sus valoraciones para alcanzar una perspectiva “objetiva” no tiene cabida en la filosofía de Poincaré. Asimismo, contrario a lo que planteaba Carpenter, para Poincaré la ciencia no tiene como propósito la representación puramente intelectual del mundo; más bien, bajo su punto de vista, el científico busca una representación intelectual que sobretodo sea bella, para lo cual, como hemos visto, no se basta con su razonamiento lógico o su intuición pura, sino que requiere guiarse por el sentimiento de armonía, simetría o elegancia. En este sentido, la postura de Poincaré también es ajena a la imagen del científico subyacente al ideal de la ciencia libre de valores.

Más aún, este conjunto de sentimientos que acompañan a la comprensión científica, son vitales para cultivar en el científico el deseo de adoptar su disciplina como una forma de vida (capítulo 2). No existe, pues, una contraposición entre ciencia y vida, como cree Tolstoi. Y no puede existir esta contraposición; pues, sin esta vocación, los científicos no se embarcarían en una empresa inter-generacional. En otros términos, si los científicos sólo buscaran satisfacer fines prácticos, entonces la empresa científica terminaría en estos se vieran satisfechos. Si esto fuera el caso, entonces no habría tradiciones de investigación. Sin embargo, las tradiciones de investigación existen; por lo tanto, es un hecho que para algunos científicos el fin de su actividad científica es el progreso de la ciencia misma; esto es, aportar al entendimiento de hechos tan complejos que no pueden abordarse sólo por un científico a lo largo de su vida, por lo que su estudio requiere de la labor de generaciones de científicos. La teoría de la ciencia por la ciencia encuentra así una defensa en la filosofía de la ciencia de Poincaré. La consolidación de una práctica de investigación en una tradición de investigación es fundamental para que los juicios de valor involucrados en la comprensión científica no se relativicen o se reduzcan a meras preferencias o cuestiones de gusto. En suma, los valores involucrados en la comprensión científica generan una psicología afectiva que termina por contribuir la consolidación de una tradición de investigación, la cual, a su vez, permite transmitir estos valores generando, así, una comprensión común entre un grupo de científicos.

La posibilidad de una comprensión común entre un grupo de científicos hace posible la transmisión discursiva del razonamiento científico. Por lo tanto, hay una relación entre valores y la objetividad discursiva. En efecto, sin la psicología afectiva que generan los



valores no habría una tradición de investigación; por ende, no existiría la comprensión común que posibilita la efectiva comunicación de un razonamiento mediante su expresión discursiva. Sin embargo este proceso no se genera en un vacío, sino que tiene contrapesos que ejercen una resistencia. En el caso de la práctica matemática, este contrapeso lo ejerce la intuición pura, en virtud de la cual, se impone con certeza la evidencia irrefutable de un teorema, es decir, su verdad. En el caso de la práctica física, este contrapeso lo ejerce el hecho bruto, al cual se puede acceder mediante el testimonio de los sentidos para discernir si constituye una evidencia a favor de una ley. Por lo tanto, el rol que desempeñan los valores no atentan contra la posibilidad de que un objeto científico establezca una relación con su evidencia. Sobre este punto lo que se ha enfatizado es que la objetividad de una representación científica no se reduce a su evidencia, pues a pesar de que esta representación carezca de este valor epistémico, aún puede ser útil para satisfacer otros fines del científico.

En efecto, uno de los resultados más importantes del capítulo 2, fue el de mostrar que incluso en una ciencia exacta en la que se cuenta con criterio “puro” para establecer una relación entre un teorema y su evidencia, esto no es suficiente para predicar su objetividad. En este sentido, para Poincaré, un teorema evidente pero inútil carece de valor. Como vimos, la objetividad del teorema exige que éste sea aplicable; en otras palabras, se requiere *elegir* dentro de un conjunto de teoremas evidentes (equivalentes desde el punto de vista de su justificación matemática), a aquellos que son potencialmente útiles para un fin. Es claro que para esta elección, la intuición pura del matemático es insuficiente, por lo que requiere, entonces, apelar a su comprensión. Esto señala que si bien no hay convenciones en aritmética (no se usan ficciones que se sostienen en la decisión convencional del científico), sí hay cabida para la elección juiciosa y, por ende, para los juicios de valor. Este punto demuestra que la relación que Poincaré plantea entre valores y objetividad es del todo distinta a la que sostiene el ideal del purismo epistémico. Tal como el caso de las matemáticas permite apreciar, los valores no son concebidos como aspectos que van en detrimento de la objetividad científica, al contrario, dados los múltiples fines que persigue una práctica científica (dentro de los que también caben los pedagógicos y los filosóficos), se tiene que el buen objeto matemático debe instanciar una diversidad axiológica.

Asimismo, se ha argumentado que la noción de objetividad científica de Poincaré debe interpretarse como condiciones mínimas que debe cumplir una expresión discursiva objetiva. Como vimos, dado el proceso de construcción del objeto científico, se tiene que éste instancia inevitablemente un grado de generalidad. El grado de generalidad de un objeto científico dependerá de la cantidad de relaciones que sintetiza, así como de la naturaleza de esta síntesis (capítulo 3). Los valores que instancia un objeto científico depende de los valores que instancien estas relaciones, en virtud de los cuales dicho objeto puede satisfacer fines epistémicos, prácticos, estéticos. La diversidad axiológica no se opone a la objetividad científica; más bien, puede contribuir a ésta en tanto estos valores contribuyen a la inteligibilidad y aplicabilidad de una organización científica. Y es que no es tanto un enunciado aislado el que se debe juzgar como objetivo, pues, como muestra el caso de la física-matemática, en realidad, el científico trabaja con una *organización* de objetos científicos (una jerarquización de estructuras sintéticas – capítulo 3). Dentro de esta organización habrá relaciones que gozan de evidencia empírica, otras que contribuyen a su valor práctico-cognitivo y estético, el punto es que esta organización de estructuras sintéticas es la que se debe juzgar como objetiva en función de los valores que instancian los elementos que la constituyen (hipótesis naturales, convenciones, hipótesis verificables, hipótesis indiferentes). En este sentido, se puede comprender el valor práctico-cognitivo que tienen algunas ficciones científicas, pues si bien estrictamente no gozan de evidencia empírica, pues, en efecto, no refieren a un hecho del que se pueda dar testimonio con los sentidos (no son susceptibles de valor de verdad, en palabras de Poincaré), sí contribuyen a la inteligibilidad y aplicabilidad de un objeto/organización científica, pues al ser incorporadas a su estructura sintética, permiten que esta estructura sea más simple o exacta, con más alcance o más fecunda, o incluso que sea más bella. De este modo, la filosofía de Poincaré ofrece una respuesta a la crítica de Carpenter respecto al carácter ficcional de la ciencia.

Como se expuso en la introducción, una discusión central en la axiología de la ciencia contemporánea consiste en elucidar si hay una distinción entre valores epistémicos y contextuales. Respecto a este punto, cabe recordar que la distinción entre valores

epistémicos y no epistémicos es útil para el ideal del purismo epistémico para distinguir los valores objetivos de los subjetivos/contextuales y, así, argumentar que sólo los primeros intervienen en la justificación científica. Sin embargo, esta distinción en el contexto de la filosofía de Poincaré no tiene este significado; en otras palabras, su postura plantea una distinción entre valores epistémicos, practico-cognitivos y estéticos, sin que esto implique que su noción de objetividad está libre de valores no epistémicos. En efecto, no es suficiente con que una hipótesis establezca una relación con su evidencia para que sea considerada objetiva, requiere instanciar otros valores no epistémicos que den cuenta de su inteligibilidad o aplicabilidad; en este sentido, se abandona el prejuicio de que los valores no epistémicos son factores idiosincrásicos que van en detrimento de la objetividad de la ciencia.

A su vez, se planteó que, desde una perspectiva histórica, esta distinción se diluye en una distinción entre valores positivos (virtudes) o negativos (vicios), relativa a un momento histórico en una disciplina científica. Y se puede argumentar que también Poincaré reconoce la naturaleza histórica de los valores. En efecto, incluso el significado de un valor epistémico como la evidencia matemática puede cambiar con el tiempo. Esto es justo lo que sucedió en el siglo XIX al adoptarse a la demostración rigurosa como criterio de evidencia matemática. En esta transición, los teoremas que se justificaban en demostraciones “intuitivas” perdieron su valor epistémico, considerandos esta clase de demostraciones como un vicio de la práctica que debía evitarse. Otro ejemplo, es la hipótesis de los átomos que, como vimos en el capítulo 3, para Poincaré cambio su estatus durante las primeras décadas del siglo XX. En este sentido, antes de este cambio, se podría decir que esta hipótesis era indiferente, por lo tanto, al incorporarse a una estructura sintética solo contribuía con su “visualización” un valor práctico pero de carácter subjetivo para Poincaré. Sin embargo, al cambiar de estatus a una hipótesis verificable, la incorporación de esta hipótesis puede contribuir a la evidencia empírica de una estructura sintética. Por último, cabe señalar que el estatus de un valor también cambia según la disciplina científica e, incluso dentro de una misma disciplina, no es sencillo discernir dicho estatus. Por ejemplo, en una disciplina híbrida como la física-matemática, el valor de simplicidad puede tener un carácter epistémico, en tanto que se relaciona con una hipótesis natural como la

uniformidad de la naturaleza, pero también puede tener un carácter práctico-cognitivo (o incluso estético), en el sentido de que una hipótesis, una ley o una convención se puede preferir porque contribuye a la economicidad de una organización científica (como vimos este es el criterio al que apelan los astrónomos al elegir una definición de medida del tiempo). Lo mismo sucede con la fecundidad, que puede ser tratada como un valor de carácter epistémico en tanto se relaciona con la capacidad predictiva de una hipótesis verificable, o bien, de carácter práctico-cognitivo, en tanto que una ley fecunda sirve como heurística de investigación para el descubrimiento de leyes formalmente análogas. En suma, se puede concluir que esta distinción entre valores epistémicos y no epistémicos en el contexto de Poincaré no implica que su postura se suscriba al purismo epistémico, asimismo debe considerarse como una distinción relativa a una disciplina y a un momento histórico.

Con base en lo anterior, se puede concluir que la noción de objetividad de Poincaré es compatible con un impurismo epistémico de la ciencia. Por lo que puede servir de punto de partida para ahondar en los problemas que actualmente plantea la axiología de la ciencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ben-Menahem, Y. (2006) *Conventionalism*, Cambridge University Press.
- Bergson, H. (1888) *Ensayo sobre los datos inmediatos de la conciencia*. Sígueme – Salamanca, 1999.
- Biddle, J. (2013) “State of the field: Transient underdetermination and values in science” en *Studies in History and Philosophy of Science*, 44. pp. 124 -133.
- Brown, M. (2013) “Values in Science beyond Underdetermination and Inductive Risk” en *Philosophy of Science*, vol. 80, No. 5, pp. 829-839.
- Breitenbach, A. (2013) “Aesthetics in Science: A Kantian Proposal” en *Proceedings of the Aristotelian Society*, Vol. CXIII, Part I. pp. 83-100.
- Carrier, M. (2013) “Values and Objectivity in Science: Value-Ladness, Pluralism and the Epistemic Attitude” en *Science & Education*, 22, pp. 2547-2568.
- Carnap, R. (1956) “Empiricism, Semantics & Ontology” en *Meaning and Necessity: A Study in Semantics and Modal Logic*, University of Chicago Press.
- Carpenter, E. (1889) “Modern Science: A criticism” en *Civilisation: Its Cause and Cure*, London: George Allen & Unwin Ltd. pp. 79 – 119.
- Carpenter, E. (1889) “Science of the Future: A Forecast” en *Civilisation: Its Cause and Cure*, London: George Allen & Unwin Ltd.
- Cellucci, C., (2015) “Mathematical Beauty, Understanding and Discovery” en *Foundations of Science* 20 (4)
- Crasnow, S. (2013) “Feminist Philosophy of Science: Values and Objectivity” en *Philosophy Compass* 8/4. pp. 413 – 423.
- Crease, R. (2004) “The greatest equations ever” en *Physics World*, vol.17 (5)
- Da Silva J.J., (1996) “Poincaré on mathematical intuition. A phenomenological approach to Poincaré’s philosophy of arithmetic”. *Philosophia Scientiae*, tome 1, n.2. pp. 87-99.
- Daston, L., Galison. P. (2007) *Objectivity*, Zone Books, Massachusetts University Press.
- Darrigol, O. (1995) “Henri Poincaré’s criticism of *fin de siècle* electrodynamics” en *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, Vol. 26, No. 1, pp. 1-44.
- de Paz, M. (2014) “The Third Way Epistemology: A Re-characterization of Poincaré’s Conventionalism” en *Poincaré, Philosopher of Science: Problems and Perspectives* (Paz, M. de., & DiSalle R., (eds.)), Springer, pp. 47-65.
- de Paz, M., (2014) *Mecánica y Epistemología en Henri Poincaré*, Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.

- de Paz, M. (2015) "Poincaré's Classification of Hypotheses and Their Role in Natural Science" en *International Studies in the Philosophy of Science*, 29:4. pp. 369-382
- de Paz, M. (2017) "Poincaré on Generalizations and Facts: Construction or Translation?" en *Foundations of Science*, nov. pp. 1-10.
- de Regt, H. (2017) *Understanding Scientific Understanding*, Oxford University Press.
- Deltefsen, M. (1992) "Poincaré against the logicians" en *Synthese*, 90.
- Di Gregori, C. Pérez Ransanz, A. (2011) "Experience, Emotions and Creativity" en *The Paths of Creation: Creativity in Science and Art* (Sixto Castro & Alfredo Marcos (eds.)) Peter Lang, Bern.
- Dieks, D. (2009) "Understanding in Physics: Bottom-Up versus Top-Down" en *Scientific Understanding: Philosophical Perspectives*, (de Regt, H., Leonelli, S., Eigner, K. (eds.)), University of Pittsburgh Press. pp. 230 - 246
- Donellan, K., (2005) "Referencias y Definiciones Definidas" en *La Búsqueda del Significado* (Valdés, L. (ed.)) Tecnos. pp. 85-104
- Dorato, M., (2004) "Epistemic and non-Epistemic Values in Science" en *Science, Values and Objectivity* (Machamer, P., Wolters, G (eds.)). University of Pittsburgh Press.
- Douglas, H. Machamer, P. (1999) "Cognitive and Social Values" en *Science and Education*, 8. pp. 45-54.
- Douglas, H. (2000) "Inductive Risk and Values in Science" en *Philosophy of Science*, Vol. 67, No. 4, pp. 559-579.
- Douglas, H. (2009) *Science, Policy and the Value-Free Ideal*. University of Pittsburgh Press.
- Duhem, P. (2003) *La Teoría Física: su objeto y estructura*, Herder.
- Dunlop, K. (2016) "Poincaré on the Foundations of Arithmetic and Geometry. Part1: Against "Dependence – Hierarchy Interpretations" en *HOPOS: Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science*, vol. 6.
- Dunlop, K. (2017) "Poincaré on the Foundations of Arithmetic and Geometry. Part 2: Intuition and Unity in Mathematics" en *HOPOS: The Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science*, vol. 7.
- Eros, J., (1955) "The Positivist Generation of French Republicanism", *The Sociological Review*, Volume: 3 issue: 2, pp: 255-277.
- Feferman, S. (2007) "Predicativity" en *The Oxford Handbook of the Philosophy of Mathematics and Logic* (Stewart Shapiro, ed.), Oxford University Press.
- Feyerabend, P. (2000) "'La ética como la medida de la verdad científica" en *La conquista de la abundancia*, Paidós Ibérica.

- Feyerabend, P. (2000). "Los universales como tiranos y mediadores" en *La conquista de la abundancia*, Paidós Ibérica.
- Finchan, M., (1997) "Biology and Politics: Defining the Boundaries" en *Victorian Science in Context* (Lightman, B. (eds)), The University of Chicago Press.
- Folina, J. (1992) *Poincaré and the Philosophy of Mathematics*, Palgrave Macmillan.
- Folina, J. (1994) "Poincaré on Mathematics, Intuition and the Foundations of Science" en *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Volume Two: Symposia and Invited Papers.
- Folina, J., (2006) "Poincaré's Circularity Arguments for Mathematical Intuition" en *The Kantian Legacy in Nineteenth Century Science*, (Friedman and Nordmann (eds.)), MIT Press.
- Forster, M., Sober, E. (1994) "How to Tell when Simpler, More Unified or Less *Ad Hoc* Theories will Provide More Accurate Predictions" en *British Journal of Philosophy of Science* 45. pp. 1-35.
- Garber, E. (1998) *The Language of Physics: the calculus and the development of Theoretical Physics in Europe 1750-1914*, Springer Science + Business Media, LLC.
- Giedymin, J. (1982) "On the origin and significance of Poincaré's Conventionalism" en *Science and Convention: Essays on Henri Poincaré's Philosophy of Science and the Conventionalist Tradition*, Oxford Pergamon Press. pp. 1-36
- Giedymin, J. (1991) "Geometrical and Physical Conventionalism of Henri Poincaré in Epistemological Formulation" en *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 22, No. 1, pp. 1-22.
- Görfarb, W. (1988) "Poincaré against the Logicians" en *History and philosophy of modern mathematics* (Aspray, W., Kitcher, P. (eds.)), Minnesota studies in the philosophy of science, vol. 11, University of Minnesota Press.
- Graham, W. (1881) *The Creed of Science*, London: C. Kegan Paul & Co.
- Hardy, G. (1940) "A Mathematician Apology", Baaltis Publishing.
- Heinzmann, G. (1987) "Philosophical Pragmatism in Poincaré" en *Initiatives in Logic*, (Jan Szednicki (ed.)), Martinus Nijhoff Publishers.
- Heinzmann, G. (1998-1999) "Poincaré in Understanding Mathematics" en *Philosophia Scientiæ*, tomo 3, no. 2
- Heinzmann, G., Nabonnad, P. (2008) "Poincaré: intuitionism, intuition and convention" en *One Hundred Years of Intuitionism (1907-2007): The Cerisy Conference.*, (van Atten, M., Boldini, P., Bourdeau, M., Heinzmann, G. (eds.)), Birkhauser Verlag AG.
- Heinzmann, G. (2009) "Hypotheses and Conventions in Poincaré" en *The Significance of the Hypothetical in the Natural Science* (Heidelberger, M., & Schiemann, G. (eds.)), Berlin Walter de Gruyter. pp. 169-192.

- Howard, D. (2006) "Lost Wanderers in the Forest of Knowledge: Some Thought on the Discovery-Justification Distinction" en *Revisiting Discovery and Justification: Historical and Philosophical Perspectives in the Context Distincio* (Schickore, J., Steinle, F. (eds.)), Dordrecht: Springer. pp. 3-22
- Huxley, T. (1864) "Science and Church Policy" *The Reader* 4 (Dec. 31, 1864): 821 (disponible en línea en: <https://mathcs.clarku.edu/huxley/UnColl/Rdetc/Sci-ChPol.html>)
- Huxley, T. (1882) "Science and art in relation with education" en *Collected Essays, Vol. 3: Science and Education*, Cambridge University Press, 1893-94, pp. 175 (disponible en línea: <https://mathcs.clarku.edu/huxley/CE3/ScRe.html>)
- Huxley, T. (1889) "Agnosticism and Christianity", en *Collected Essays, Vol. 5: Science and the Christian Tradition*, Cambridge University Press, 1893-94, pp. 309-365. (disponible en línea: <https://mathcs.clarku.edu/huxley/CE5/Agn-X.html>)
- Kitcher, P. (2011) *Science in a democratic society*, Prometheus Books.
- Kuhn, T. (1982) "Algo más sobre los paradigmas" en *La Tensión Esencial*, F.C.E.
- Kuhn, T. (1982) "Objetividad, juicios de valor y elección de teoría" en *La Tensión Esencial*, F.C.E.
- Ivanova, M. (2013) "Did Perrin's experiments convert Poincaré to Scientific Realism?" en *HoPoS: The Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science*, volume 3, No. 1. pp. 1-19
- Ivanova, M. (2017) "Aesthetics Values in Science" en *Philosophy Compass*. 12:e12433
- Lacey, H. (1999) "Scientific understanding and the control of nature," en *Science and Education*, 8. pp. 13-35.
- Lacey, H. (1999) *Is Science Value Free? Values and Scientific Understanding*, Routledge London & New York.
- Laudan, L. (1984) *Science and Values: The aims of science and their role in scientific debate*. University of California Press.
- Laudan, L. (2004) "The epistemic, the cognitive & the social" en *Science, Values, and Objectivity* (Peter K. Machamer & Gereon Wolters (eds.)). University of Pittsburgh Press. pp. 14-23
- Lightman, B. (2012) "The Creed of Science and its Critics" en *The Victorian World* (Hewitt, M., (ed.)), Routledge.
- Longino, H. (1990) *Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry*. Princeton University Press.
- Longino, H. (1996) "Cognitive and Non-Cognitive Values in Science: Rethinking the Dichotomy" en *Feminism, Science, and the Philosophy of Science*. (Lynn Hankinson Nelson & Jack Nelson (eds.)) Kluwer Academic Publishers. pp. 39-58



- Ly, I. (2016) "Generality, Generalization and Induction in Poincaré's philosophy" en *The Oxford Handbook in Generality in Mathematics and the Sciences*, (Chemla, K., Chorlay, R., Rabouin, D. (eds.)), Oxford University Press.
- Lynnebo, O. (2019) "Predicative and Impredicative Definitions" en *The Internet Encyclopedia of Philosophy*, ISSN 2161-0002 <https://www.iep.utm.edu/predicat/>, última vez consultado en diciembre 2019.
- Mach, E. (1896) *Principles Of The Theory of Heat*, D. Reidel Publishing Co. (trad.1990)
- Mach, E. (1919) *The Science of Mechanics: A critical and historical account of its development*, Chicago London The Open Court Publishing Co.
- Macleod, Roy. (1982) "The 'Bankruptcy of Science' Debate: The Creed of Science and its Critics, 1885-1900" en *Science, Technology, & Human Values*, Vol. 7, No. 41
- Mazliak, L. (2013) "Poincaré and Probability" en *Lettera Matematica*, Junio, Vol. 1, Issue 1-2. pp. 33-39.
- McMullin, E., (1982) "Values in Science", *Proceedings of the 1982 biennial meeting of the Philosophy of Science Association*, (Peter Asquith y Thomas Nickles (eds.)) vol. 1., 3-28.
- Mormann, T. (2007) "Carnap's logical empiricism, values, and american pragmatism" en *Journal for General Philosophy of Science*, Vol. 38, No. 1. pp. 127-146.
- Neurath, O. (1983) "The Lost Wanderers and The Auxiliary Motive (*On the psychology of Decision*)" en *Philosophical Papers 1913-1946* (Robert S. Cohen and Marie Neurath (eds.)), Vol. 16. Dordrecht, Boston, and Lancaster: D. Reidel.
- Paternotte C., Ivanova, M. (2017) "Virtues and vices in scientific practice" en *Synthese*, 194 (5).
- Paul, H. (1968) "The Debate over the Bankruptcy of Science in 1895" en *French Historical Studies*, Vol. 5, No. 3
- Poincaré, H. (1898) "On The Foundations of Geometry" en *The Monist* Vol. IX, Octubre 1898. No.1.
- Poincaré, H. (1902) *La Science et l'Hypothèse*, Paris, Flammarion. Trad. *La Ciencia y la Hipótesis*, Espasa-Calpe, 1943.
- Poincaré, H. (1905) *La Valeur de la Science*, Paris, Flammarion. Trad. *El Valor de la Ciencia* Espasa-Calpe, 1946.
- Poincaré, H. (1908) *Science et Méthode*, Paris, Flammarion. Trad. *Ciencia y Método*, Espasa-Calpe, 1945.
- Poincaré, H. (1913) *Dernières Pensées*, Paris, Flammarion. Trad. *Últimos Pensamientos*, Espasa-Calpe, 1946
- Proctor, R. *Value-Free Science? Purity and Power in Modern Knowledge*, Harvard University Press, 1991

Psillos, S (1996) "Poincaré's Conception of Mechanical Explanation" en *Henry Poincaré: Science and Philosophy*, (Greffé, Jean-Louis., Heinzmann G., & Lorenz, K (eds.)). Berlin: Akademie Verlag & Paris: Albert Blanchard. pp. 177-91

Psillos, S. (2014) "Revisiting the 'Bankruptcy of Science' debate", University of Western Ontario. Conferencia del 24 de enero de 2014. Consultada en: <https://www.youtube.com/watch?v=zwEYZNKeCpQ>

Psillos, S, (2018) "Tolstoy's Argument: Realism and the History of Science" en *Spontaneous generations: A Journal for the History and Philosophy of Science*, Vol. 9, No. 1 pp. 68-77.

Pulte, H. (2000) "Beyond the Edge of Certainty: Reflections on the Rise of Physical Conventionalism" en *Philosophia Scientiae*, 4 (1). pp. 47-68

Quine, W. (1985) "Dos dogmas del empirismo" en *Desde un punto de vista lógico*, Orbis, pp. 49-81.

Reichenbach, H. (1938) *Experience and Prediction*, The University of Chicago Press.

Roberts, J. (2007) "Is logical empiricism committed to the ideal of value-free science?" en *Value-Free Science? Ideals and Illusions* (Kincaid, H., Dupré, H., Wylie, A. (eds.)), Oxford University Press. pp. 143-163.

Rorty, R. (1996) "¿Objetividad o Solidaridad?" en *Objetividad, Relativismo y Verdad*, Paidós, pp. 39-56

Rudner, R. (1953) "The Scientist Qua Scientist Make Value Judgements" en *Philosophy of Science*, Vol. 20, No. 1. pp. 1-6.

Sinclair, N., (2004) "The Roles of the Aesthetic in Mathematical Inquiry" en *Mathematical Thinking and Learning* 6(3).

Stakhov, A. (2009) *The Mathematics of Harmony: from Euclid to contemporary mathematics and computer science*, World Scientific.

Stump, D. (1989) "Henri Poincaré's Philosophy of Science" en *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 20, No. 3, pp. 335-363.

Tolstoy, L., (1893) "The Non-acting" en *Essays and Letters*, trad. Aylmer Maude, Oxford University Press, 1911. pp. 94-103.

Tolstoy, L. (1911) "Modern Science" en *Essays and Letters*, trad. Aylmer Maude, Oxford University Press. pp. 223-224

Turner, F. (1993) "The Victorian conflict between science and religion: a professional dimension" en *Contesting Cultural Authority: Essays in Victorian Intellectual Life*.

Vuillemin, Jules. (1972) "Poincaré's Philosophy of Space" en *Synthese*, vol. 21, issue 1 (pp. 161-179)

Wells, D. "Are These The Most Beautiful?" *The Mathematical Intelligencer*, 12(3)

Wilson, R. (2018) *Euler's Pioneering Equation: The Most Beautiful Theorem in Mathematics*, Oxford University Press.

Worrall, J., (1989), "Structural Realism: The Best of Both Worlds?" *Dialectica*, 43: 99–124.

Zahar, (2001) *Poincaré's Philosophy: From Conventionalism to Phenomenology*, Open Court.

Zazkis, D., Zazkis, R., (2014) "Wondering about Wonder in Mathematics" en *The Best Writings on Mathematics 2014* (Mircea Pitici (ed.)), Princeton University Press.

Zola, Emile. (1893) "Discurso presentado ante la Asociación General de Estudiantes", París, 18 de mayo de 1893. En: Tolstoi, León., "The Non-acting" en *Essays and Letters*, trad. Aylmer Maude, Oxford University Press, 1911.

Para realizar esta tesis se contó con el apoyo de una beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)