

ISSN 2525-1198

---

Volumen 5  
N° 2  
Mayo 2021

---

# Epistemología e Historia de la Ciencia

Área Lógico-Epistemológica de la Escuela de Filosofía,  
Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades,  
Universidad Nacional de Córdoba



# **Comité Editorial**

## **Editor Responsable**

Hernán Severgnini, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

## **Editores**

Laura Danón, Universidad Nacional de Córdoba; CONICET (Argentina)

Pío García, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

Andrés A. Ilcic, Universidad Nacional de Córdoba; CONICET (Argentina)

Marisa Velasco, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

A. Nicolás Venturelli, Universidad Nacional de Córdoba, CONICET (Argentina)

## **Comité Académico**

Mario Casanueva, Universidad Autónoma Metropolitana (México)

Silvio Seno Chibeni, Departamento de Filosofía, Universidade Estadual de Campinas (Brasil)

Miguel Angel Fuentes, Instituto de Sistemas Complejos (Chile), Santa Fe Institute (Estados Unidos)

Lucía Lewowicz, Universidad de la Republica (Uruguay), Max Planck Institute for the History of Science (Alemania)

Oswaldo Pessoa Jr., Departamento de Filosofía, Universidade de São Paulo (Brasil)

Anna Carolina K.P. Regner, Instituto Latino Americano de Estudos Avançados, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil) (1947-2020) (†)

Víctor Rodríguez, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

## **Secretaria**

María Belén Bietti

## **Organismo Responsable**

Área de Filosofía del Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades y Escuela de Filosofía de la Universidad Nacional de Córdoba.

Pabellón Agustín Tosco, Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina.

## **Indexación**

Catálogo Latindex 2.0 — Directory of Open Access Journals (DOAJ)

ISSN: 2525-1198

# Epistemología e Historia de la Ciencia

*Epistemología e Historia de la Ciencia* es una revista digital, de aparición semestral, dedicada a la publicación de artículos originales de filosofía general de la ciencia y filosofías de las ciencias particulares, así como artículos de historia de la ciencia con orientación filosófica. Las áreas de interés son entendidas en un sentido amplio y teóricamente plural.

Todos los artículos publicados en la revista están bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.



Editorial y correspondencia:

Revista *Epistemología e Historia de la Ciencia*

Centro de Investigaciones Facultad de Filosofía y Humanidades (CIFFyH), Pabellón Agustín Tosco, Ciudad Universitaria, Córdoba (5000), Argentina.

Información adicional y envío de artículos:

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor>

Correo electrónico:

[revistaepistemologia@ffyh.unc.edu.ar](mailto:revistaepistemologia@ffyh.unc.edu.ar)

# Índice

## Artículos

- Reflexiones sobre la filosofía de la historiografía y el legado crítico del “narrativismo” ..... 5  
*Omar Acha*
- Aportes del análisis de A. B. Frank para la enseñanza de las micorrizas ..... 20  
*María Daniela Villa Henao & Henry Giovany Cabrera Castillo*
- El “Giro Transnacional” y el “Giro Espacial” en la Historia de la Ciencia.....42  
*Yonatan Durán Maturana*
- El cambio perceptual en la revolución química: Una revisión crítica .....64  
*Pablo Melogno*
- Separación entre forma y función biológica: Consecuencias para la tesis de la contingencia radical ..... 82  
*Víctor Emilio Parra Leal*

## Reseñas

- El despertar de la razón produce monstruos ..... 105  
Reseña: *Bedeviled* de Jimena Canales  
*Alan Heiblum Robles*
- Reseña: *Against Nature* de Lorraine Daston ..... 112  
*David Antolínez*

# Reflexiones sobre la filosofía de la historiografía y el legado crítico del “narrativismo”

Omar Acha<sup>1</sup>

Recibido: 4 de septiembre de 2020

Aceptado: 22 de mayo de 2021

---

**Resumen:** El último cuarto de siglo ha visto consolidarse una variante de la filosofía de la historia en términos de una “filosofía de la historiografía”. Esta filosofía involucra el análisis de los procedimientos que hacen razonables a las interpretaciones históricas dentro de una comunidad historiográfica de pares, a través del uso de evidencias documentales, el debate sobre las inferencias y la evaluación de las tesis coligatorias. En la filosofía de la historiografía, particularmente en la versión “postnarrativista” desarrollada por J.-M. Kuukkanen, el constructivismo “narrativista” es un aspecto particular dentro de las prácticas historiadoras en las que la argumentación racional y el uso de evidencias poseen primacía en la preferencia de la comunidad historiadora entre interpretaciones divergentes. El argumento sostiene que la incorporación de la “intuición narrativista” reconocida en este enfoque devalúa la dimensión crítico-cultural del narrativismo respecto de las representaciones históricas y reproduce el dualismo entre interpretación y epistemología identificada por Frank Ankersmit como el “dilema de la filosofía anglosajona de la historia”.

**Palabras clave:** filosofía de la historiografía; narrativismo; representación histórica; historiografía.

**Title:** Reflections on the Philosophy of Historiography and the Critical Legacy of “Narrativism”

**Abstract:** The last 25 years have seen the consolidation of an approach to philosophy of history under the name of a “philosophy of historiography”. This philosophy involves the analysis of the procedures that make historical interpretations reasonable within an historiographic community of peers, the use of documentary evidence, the debate on inferences, and the assessment of colligatory theses. For the philosophy of historiography, particularly in the version developed by J.-M. Kuukkanen, the “narrativist” constructivism is a particular aspect within a wider comprehension of historians’ practices where the rational argumentation and the use of evidence has priority in the choice between competing interpretations by the historians’ community. The argument here developed shows that the “narrativist insight” loses of sight the critico-cultural dimension of narrativism regarding historical representations and reproduces the dualism between interpretation and epistemology that Frank Ankersmit referred to as the “dilemma of Anglo-Saxon philosophy of history”.

---

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires – CONICET, Argentina.

✉ [omaracha@gmail.com](mailto:omaracha@gmail.com) |  [0000-0002-4358-9121](https://orcid.org/0000-0002-4358-9121)

Acha, Omar (2021). Reflexiones sobre la filosofía de la historiografía y el legado crítico del “narrativismo”. *Epistemología e Historia de la Ciencia*, 5(2), 5–19.

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/article/view/30186>



**Keywords:** philosophy of historiography; narrativism; historical representation; historiography.

---

## 1. Introducción

Este trabajo, que recupera un título y un gesto del filósofo italiano Benedetto Croce en su ensayo “*Ciò che è vivo e ciò che è morto della filosofia di Hegel*” (1906), propone evaluar el saldo crítico resultante en un reciente y aparente movimiento paradigmático ocurrido en la filosofía de la historia.

Asociado a esta innovación, un foro de debate publicado por la revista *History and Theory* porta el título de “Después del narrativismo”. Su texto introductorio anuncia como tarea “Evaluar el narrativismo” (Zoltán & Kuukkanen, 2015). Como observaré más adelante, esa novedad publicada en mayo de 2015 se comprende en todo su alcance dentro de un movimiento teórico iniciado aproximadamente dos décadas atrás, aunque su genealogía podría ser considerablemente más extensa. Me refiero a una “filosofía de la historiografía” cuyo propósito consiste en analizar los procedimientos epistemológicos a menudo implícitos en la investigación histórica. Aún más precisamente, este artículo estudiará una formulación contemporánea de una “filosofía postnarrativista de la historiografía”.

Explicaré por qué, si el pasaje de la primacía “narrativista” en la filosofía de la historia hacia una versión “postnarrativista” de la filosofía de la historiografía tiene varias y fundadas razones para ser considerada como una superación de dificultades decisivas del “narrativismo”, algo queda irresuelto en el camino de esa transición. Y ese algo es la contracara crítico-radical sobre la historiografía continuista heredada de los modos escriturarios decimonónicos, es decir, el desmontaje de las premisas que hicieron de la escritura historiadora el espejo naturalista de un realismo –no siempre ingenuo–configurador de sujetos atendidos a la incontrovertible persistencia de lo dado. Mostraré que la filosofía de la historiografía a menudo se abstiene de fundamentar en un realismo ontológico del pasado el realismo cognitivo en el presente de la investigación. Sin embargo, la innovación involucrada en las operaciones de representación se encuentra pragmáticamente subordinada al proceso científico de elección entre interpretaciones en competencia. Encapsulado en esa función, el narrativismo es neutralizado no solo en términos de una teoría de la representación histórica, sino esencialmente como una crítica de la cultura histórica.

Mi argumentación seguirá tres pasos. En un primer movimiento explicaré la estrategia habitual en la definición de legitimidades en competencia dentro de la filosofía de la historia. Esa definición se realiza a través de la determinación de obsolescencias teóricas que ceden su lugar a concepciones de mayor validez. Tal estrategia argumentativa dará lugar a la visibilización de cómo, dentro del contexto de la filosofía de la historiografía, la estrategia postnarrativista se presenta como la superación de las incertidumbres teóricas del narrativismo, y cuya relevancia residual es incorporada en un programa filosófico más abarcativo.

En segundo lugar, situaré la emergencia y definición de la filosofía de la historiografía en un contexto propio de edificación teórica en conexión con recepciones del narrativismo en el ámbito de la historiografía profesional. Esto es pertinente porque

una de las afirmaciones cruciales de la filosofía de la historiografía reside en que su planteo involucra un diálogo con la práctica historiográfica realmente existente.

En tercer lugar, expondré sintéticamente las afirmaciones principales de la filosofía postnarrativista de la historiografía tal como son presentadas por Jouni-Matti Kuukkanen. Por último, realizaré un balance de los aciertos conceptuales del postnarrativismo y enunciaré los puntos ciegos que caracterizan el intento de exceder los planteos narrativistas. A través de este análisis intentaré mostrar que en ese pasaje pierde preeminencia la faceta crítico-radical que caracterizó al narrativismo, un aspecto de su novedad intelectual usualmente velada por las polémicas habituales en torno a sus consecuencias relativistas y escépticas.

## 2. Construyendo sucesiones histórico-filosóficas

La argumentación del presente trabajo reflexiona sobre una reciente propuesta de reescribir la historia de la filosofía de la historia desde una situación contemporánea de la teoría histórica. Esta refiere a la aparición de un planteo novedoso dentro de una línea de la filosofía de la historia denominada filosofía de la historiografía: el postnarrativismo. El enfoque postnarrativista se caracteriza por la afirmación de que eso que se conoce como narrativismo ha mostrado un rendimiento decreciente en su capacidad, verificada durante varias décadas, de producir nuevas ideas para pensar la historia y la historiografía.

El prefijo *post* del postnarrativismo en las discusiones filosóficas, en contraste con evaluaciones menos dialécticas observables desde la historiografía profesional, no descarta los aportes del narrativismo. Su movimiento argumentativo decisivo consiste en inscribir al narrativismo en un nuevo escenario teórico en el que su clave conceptual, la narrativa o la representación, es particularizada y superada. El problema, desde luego, consiste en establecer qué concepto de narrativismo es construido en el postnarrativismo, qué se recupera y qué se desecha con el marco teórico general propuesto.

Por eso utilizo el difundido término de narrativismo reconociendo que unifica un campo teórico cuyos rasgos comunes no desmienten, para el postnarrativismo, aquellas dimensiones conceptuales que lo tornan coherente. Entonces se impone situar la relación del postnarrativismo con el narrativismo en anteriores evaluaciones características de rupturas paradigmáticas en la filosofía de la historia. La hipótesis particular de la presente sección sostiene que la filosofía de la historiografía en que se sitúa el postnarrativismo postula, con el advenimiento de esta variante, una relación innovadora respecto al pasado teórico del que se propone como una posterioridad.

Cada tramo dominante de la filosofía de la historia ha delineado una historia de sus antecesoras. Por ejemplo, William H. Walsh en su bien conocida *Introducción a la filosofía de la historia*, de 1954, diferencia entre la *filosofía especulativa* y la *filosofía crítica* de la historia. Mientras la versión especulativa se orienta al descubrimiento de la meta o el sentido de la historia, la versión crítica se interesa por el pensamiento histórico, los hechos, la verdad y la explicación históricas. Para elucidar los temas de la filosofía crítica, Walsh emplea verbos en tiempo presente. Por ejemplo, al exponer las alternativas entre Robin G. Collingwood y Carl Hempel. Para explicar las peculiaridades de la filosofía especulativa, en cambio, la construcción textual de Walsh utiliza verbos en tiempo

pasado. Así ocurre con las observaciones relativas al tramo que va de Herder a Hegel y se prolonga en escansiones hasta Oswald Spengler y Arnold Toynbee. El clima conceptual de la filosofía especulativa es de obsolescencia. De manera similar, en su *Filosofía analítica de la historia* (1965), Arthur Danto diferencia entre la *filosofía analítica* y la *filosofía sustantiva* de la historia. Sobre la filosofía sustantiva, Danto aprueba la interpretación de Karl Löwith en *Meaning in History* (1949), es decir, la tesis según la cual la filosofía de la historia involucra una secularización de la teología de la historia conservando su lógica. La filosofía sustantiva es, como la historiografía, objeto analítico de la filosofía de la historia y no filosofía de la historia como tal.

También la filosofía narrativista de la historia, desde la crucial *Metahistoria* de Hayden White publicada en 1973, asume una evaluación de las filosofías de la historia (los estudios precedentes de Louis Mink revelan una preocupación menos notoria en esa empresa). Toda la filosofía de la historia, observada desde el enfoque crítico-literario, es inscripta en un plano donde se disuelven distinciones decisivas con la historiografía. El narrativismo también apeló al recurso de establecer una actualidad teórico-metodológica y un pasado filosófico e historiográfico, forjando así una distinción de su identidad conceptual. Es que, si bien no había una evolución sino más bien una discontinuidad en las técnicas literarias de presentación factual de la “realidad histórica”, tampoco se podía regresar al pasado –preestructuralista– prevaleciente en cualquiera de las filosofías de la historia precedentes.

Hoy solemos exagerar la auto-identidad filosófica de un narrativismo que se expande inicialmente en el terreno de la teoría literaria y estética. La repercusión del planteo whiteano constituye un largo camino que comenzó con problemas. Es sabido que el filósofo de la historia Maurice Mandelbaum desaconsejó a Johns Hopkins University Press la publicación del manuscrito de *Metahistoria*. Cuando en *Lógica narrativa*, su obra de 1983, Frank Ankersmit formula el concepto de *narratio*, imprime un alcance conceptual diferente al enfoque crítico-literario de White. Ankersmit proporciona la primera definición teórica de la “narrativa”, que hasta ese momento se asimilaba a un texto que parece hablar por sí mismo de una “realidad factual”, con un comienzo, un desarrollo y una conclusión moralmente interpelante. Ankersmit elabora la asimetría lógica entre las narraciones como unidades holísticas de significado y los enunciados particulares que las integran. Su diferenciación, de afinidades kantianas, conduce a que mientras los segundos son accesibles a la contrastación con referentes singulares, las narraciones son innovaciones *sui generis* carentes de referentes holísticos. Son nombres propios, como el de Revolución Francesa o de Renacimiento, incontrastables pues no poseen un referente en la realidad histórica. Como en White, el realismo de Ankersmit, contraparte de su nominalismo, admite secuencias de eventos particulares sin una estructura que de alguna manera cause o condicione su representación histórica. Carece de sentido preguntarse si una *narratio* es verdadera o falsa. En un influyente artículo de 1986, Ankersmit organiza lo que denomina el “dilema de la filosofía anglosajona de la historia” (dilema sobre el que volveré al final del presente trabajo) alrededor de una oposición entre la filosofía epistemologizante y la narrativista de la historia. Si la filosofía de la historiografía tiene un futuro, solo es accesible en su formulación narrativista. Por eso Ankersmit puede englobar en la filosofía epistemologizante de la historia a Collingwood, Hempel, Henrik von Wright e

incluso, a pesar de su complejidad, al Paul Ricoeur de *Temps et récit I*. Al citar el libro de C. Behan McCullagh, *Justifying Historical Descriptions*, de 1984, remite sus razonamientos epistemológicos a la década de 1940, es decir, a una discursividad arcaica y hace tiempo perimida (Ankersmit, 1986, p. 17).

A principios de los años noventa del siglo XX la composición narrativista de una “nueva filosofía de la historia” está consumada. Su perfil es delineado por Hans Kellner en la introducción al libro precisamente intitulado *The New Philosophy of History* (1995). En el comienzo de su texto, Kellner subraya que en los últimos dos decenios la filosofía de la historia ha pasado de las preocupaciones por la explicación (principalmente en términos lógicos o sociológicos) a interesarse por los dispositivos literarios de producción de representaciones. El optimismo de Ankersmit y Kellner era sesgado. También durante esa década diversos autores (Aviezer Tucker, Chris Lorenz, John Zammito) comienzan a desplegar críticas filosóficas a las premisas de la “nueva filosofía de la historia”.

Posturas que hasta entonces habían sido sostenidas a contracorriente, como la de Leon Goldstein en *Historical Knowing*, de 1976, reciben renovada atención. Por razones de espacio es inviable desarrollar en el presente artículo un comentario sobre el libro de Goldstein. Solo puedo señalar su importancia por la anticipación de un contraste entre, por un lado, el énfasis en las dimensiones literarias de los textos históricos, y por otro, la elusión de problemas metafísicos en beneficio de interrogaciones que el filósofo considera relevantes como las evidencias y la argumentación racional de los historiadores (O’Sullivan, 2006). Goldstein reutiliza en otro contexto la distinción marxiana entre “infraestructura” y “superestructura”, donde la evaluación de la evidencia es lo infraestructural y decisivo, mientras la representación histórica es derivada. Por otra parte, el libro de 1976 es también significativo porque Goldstein es el introductor del término “narrativismo” como nombre de una corriente teórica en la filosofía de la historia que, en su caso, conecta los estudios de W. H. Dray y W. B. Gallie, hasta Hayden White pasando por Arthur Danto (Goldstein, 1976, pp. 139-182). Según Goldstein, un “compromiso con el narrativismo” conduce al rechazo de la función cognitiva de la historiografía (1976, p. 182).

Puede evaluarse el cambio acontecido veinte años después de publicado el libro de Goldstein con este diagnóstico provisto por Chris Lorenz respecto al nuevo clima teórico en la filosofía de la historia de los años 1990. Lorenz afirma que desde entonces se manifiesta la emergencia de “una nueva agenda en la teoría de la historia”, especialmente a propósito de los estudios sobre la memoria. Sin desmedro de las cuestiones previamente estudiadas, la explicación histórica y la representación histórica, “hicieron su entrada en la agenda de discusión de la teoría (1) el problema del ‘otro’, (2) el problema del pasado traumático y (3) el problema del uso del lenguaje como una forma de acción” (Lorenz, 2015, I, p. 65).

El movimiento argumentativo de Lorenz es significativo por cuanto sitúa a las dos fases previas del itinerario de la filosofía de la historia como equivalentes o diferentes, sin jerarquía, e introduce en términos de novedad aquello que en su análisis excede a los enfoques precedentes. En ese ámbito, en parte nutrido por cuestiones elaboradas por los propios narrativistas (como Ankersmit sobre la “presencia”), se erige el momento de la “filosofía de la historiografía” en el que el propio Lorenz participa.

De tal manera, reencontramos la estrategia de sucesiones histórico-filosóficas en que se segmenta la filosofía de la historia. La formulación de Lorenz estipula severas limitaciones en los postulados narrativistas. Sin embargo, se abstiene de anular la relevancia de la dimensión literaria en la construcción de las argumentaciones historiográficas. La “nueva agenda” de la teoría filosófica de la historia proclama desarrollar un enfoque distinto al unilateral del narrativismo, generando entonces un acceso plausible a las prácticas historiográficas, en las cuales escribir o representar no agota el conjunto de operaciones realizadas en la generación de interpretaciones históricas. El narrativismo pareciera entonces estar destinado a ingresar en un dispositivo teórico más complejo acompañado por temáticas descartadas durante el lapso en que fue considerado la clave de una “nueva filosofía de la historia”. Constituida en pasado, esa condición pretérita reproduce las evaluaciones antes referidas a propósito del agotamiento y sustitución por inéditos programas de investigación filosófica sobre la historia y la historiografía. No obstante, la inclusión de la dimensión narrativa en la práctica histórica genera anomalías en una reciente sucesión, expresada por el prefijo “post” (en el postnarrativismo), cuyo alcance requiere un examen más preciso.

Esta sección brindó un recorrido sinóptico de las segmentaciones diacrónicas de la filosofía de la historia. Un itinerario discontinuo es construido entre programas que un enfoque relativista podría perfectamente concebir como alternativos. En cambio, la filosofía analítica postuló en Walsh y Danto una obsolescencia de la filosofía especulativa, y el narrativismo, a su turno, se autoenunció como una “nueva” filosofía de la historia, para la cual perspectivas epistemológicas como las de McCullagh eran anacrónicas. No obstante, el libro de Goldstein (1976) hace plausible una línea paralela menos visible pero reconocible, luego autodenominada “filosofía de la historiografía”. La siguiente sección se ocupará de dicho programa teórico en cuyo marco surge el postnarrativismo tratado ulteriormente.

### **3. La filosofía de la historiografía**

La filosofía de la historiografía ha planteado una alternativa en el campo de la filosofía de la historia en términos de superación incorporadora, aunque dentro de otro esquema teórico, del narrativismo. Aviezer Tucker, Raymond Martin y John Zammito, entre otros, han desplegado versiones afines, aunque no siempre idénticas, de la filosofía de la historiografía. Su objeto involucra la historiografía y la narrativa constitutiva de la historia, pero la clave analítica procura explicar la práctica científica de la historiografía tal como ella se desarrolla. De acuerdo al planteo de la filosofía de la historiografía, su enfoque se vincula con lo que efectivamente se practica en el campo de la producción de conocimiento histórico, asunto inadecuadamente analizado por el narrativismo.

La filosofía de la historiografía reclama la centralidad de la “práctica” en la construcción de los conocimientos históricos. No desconoce la relevancia de las perspectivas o incluso las ideologías en la constitución del saber historiográfico. Supone un “realismo práctico” –que por lo tanto prescinde de definiciones metafísicas– encuadrado en una institucionalización del quehacer profesionalizado (o universitario) donde operan mecanismos de control intersubjetivo. Esa premisa coincide con la respuesta ofrecida al “postmodernismo” por tres reconocidos historiadores norteamericanos en el libro *Telling the Truth about History* (Appleby, Joyce, & Hunt, 1994).

Aunque criticado en un Forum de la revista *History and Theory* por ciertas deficiencias conceptuales (Martin et al., 1995), el volumen planteó elementos de una respuesta historiadora que deja huellas en la problemática posterior de la teoría historiográfica. En primer lugar, se encuentra la afirmación de sustraerse a la inadecuada opción entre la objetividad positivista y la arbitrariedad interpretativista (Appleby, Joyce, & Hunt, 1994, p. 246). El “postmodernismo” que extiende a la investigación la “analogía textual” es un “positivismo invertido”, ante el que postulan un “realismo práctico” y postpositivista: “el sistema de referato de pares, el referato abierto, la discusión pública, los experimentos replicados, y la investigación documentada –todo auxiliado por la comunicación internacional y la libertad extendida ante la censura– hacen posible el conocimiento objetivo” (Appleby, Joyce, & Hunt, p. 281). Tras esta solución “práctica” de los dilemas planteados por el abanico de temas ligados genéricamente al postmodernismo (deconstrucción, narrativismo, relativismo), pareciera llegado el momento para el post-postmodernismo. La ausencia en *Telling the Truth about History* de un análisis conceptual de la “práctica historiográfica” es precisamente donde interviene la filosofía de la historiografía.

Como otras propuestas de la filosofía y teoría de la historia posteriores a la Segunda Guerra Mundial, la filosofía de la historiografía se distancia de la “filosofía sustantiva de la historia”, a la que considera incapaz de justificar sus pretensiones de proveer conocimientos sobre la historia y la historiografía, pero también de una normativa epistemológica ajena al quehacer cotidiano de la historiografía profesional. En cambio, en palabras de A. Tucker, el porvenir de la especialidad filosófica reside en la elucidación de la práctica historiográfica concreta: “Un programa de investigación exitoso en la filosofía de la historiografía debería situar cuestiones filosóficas que puedan ser elucidadas, examinadas o respondidas con la ayuda de un examen riguroso de la historiografía” (Tucker, 2001, p. 48).

A *Companion to the Philosophy of History and Historiography*, editado por Tucker en 2009, reúne buena parte de los temas predilectos de este programa teórico, en el que reaparecen tópicos que en realidad jamás habían sido del todo ocluidos como los dilemas de la objetividad, las pretensiones de verdad, las variedades de explicación, entre otros. Más exactamente, habían sobrevivido en las bibliografías marginales de las publicaciones más prestigiosas. He aquí los temas “básicos” estudiados en la segunda parte del *Companion*, donde se incluyen las materias específicas de la propuesta filosófica:

Evidencia y confirmación historiográfica; Causalidad en la historiografía; Contrafácticos historiográficos; Necesidad y contingencia histórica; Explicación en la historiografía; Comprensión historiográfica; Coligación; Las leyes de la historia; Objetividad historiográfica; Realismo sobre el pasado; Anti-realismo sobre el pasado; Narrativa e interpretación; La ontología de los objetos de la historiografía; Orígenes: Causas comunes en el razonamiento historiográfico; Inferencia filogenética; El historicismo; La ética y la escritura de la historiografía; Falacias lógicas de los historiadores; Falacias históricas de los historiadores.

La autonomía de los usos del lenguaje o la construcción textual tienen un lugar secundario en este elenco temático. En su introducción al *Companion*, Tucker señala que la filosofía de la historiografía, como la filosofía de la ciencia (en su citado artículo de 2001

la conexión era planteada con la filosofía del derecho), examina la relación entre evidencia e historiografía, la confiabilidad de los métodos utilizados en las investigaciones históricas para inferir conocimientos sobre el pasado, entre otras tareas, “más allá del análisis del lenguaje” (Tucker, 2009, p. 4). Esta delimitación, desarrollada por Tucker en su libro de 2004, *Our Knowledge of Past: A Philosophy of Historiography*, lo excluye del presente estudio pues es inconmensurable con un narrativismo del que su argumentación puede prescindir. De acuerdo a Tucker, posturas como las de Hayden White derivan en el escepticismo y son inconsistentes con la historia y sociología de la historiografía (Tucker, 2004, p. 44). Esta versión de la filosofía de la historiografía se funda en una inversión del enfoque narrativista. Es significativo al respecto que la reseña de *Our Knowledge of Past* por Ankersmit (2005) defiende la diferenciación entre *Geschichtsforschung* y *Geschichtsschreibung*, entre investigación y escritura. La diferencia consiste, según Ankersmit, en que en la historiografía se debate sobre las creaciones irreductibles a la investigación tales como la representación holista de “la Revolución Francesa”. Lo que Ankersmit reprocha al planteo de Tucker es producir una sofisticada elaboración teórica sin embargo ajena a las discusiones reales de los historiadores.

El proyecto filosófico de Tucker, voluntariamente filiado en el libro de Goldstein antes citado, elabora las condiciones del conocimiento como “consenso compartido” de una comunidad académica en la definición de la mejor explicación histórica basada en la “evidencia” (que constituye la infraestructura). Existen otras estrategias en la filosofía de la historiografía que procuran integrar el lugar de la narrativa, si es que no el narrativismo como programa integral, en un modelo diferente de la filosofía de la historiografía aquí recapitulada.

#### 4. El *insight* narrativista

La filosofía de la historiografía procura el análisis filosófico de los productos y las prácticas del quehacer historiográfico como criterio para elucidar la generación de progresos cognitivos en la disciplina histórica. Sin embargo, solo recientemente se encuentra en esta propuesta un examen de la construcción narrativa. Dentro del encuadre común de la filosofía de la historiografía me demoraré en la elaboración propuesta por Jouni-Matti Kuukkanen en su reciente obra *Postnarrativist Philosophy of Historiography* (2015). Ésta puede ser leída, a la vez, como una respuesta narrativista a la filosofía de la historiografía y como un desarrollo de la filosofía de la historiografía que ha subsumido el enfoque narrativista dentro de su propio marco teórico.

De acuerdo a Kuukkanen, el *tour de force* central de la filosofía de la historiografía consiste en justificar un criterio para evaluar representaciones alternativas del pasado sin agotarlas en los términos de la verdad como correspondencia. En esa orientación, el aporte del narrativismo es decisivo, y el planteo es tanto *postnarrativista* como *postnarrativista*. En otros términos, requiere analizar tanto el prefijo que afirma un “después” del narrativismo, como la persistencia de la adjetivación “narrativista”, en consecuencia, sustrayéndose a una mera eliminación o secundarización de la misma. El objeto de la presente sección consiste en examinar la relación entre ambos usos del postnarrativismo.

La conquista teórica central del narrativismo es denominada por Kuukkanen como “la intuición (*insight*) narrativista” que problematiza el realismo ontológico del

pasado y la ingenuidad historiográfica de justificar las pretensiones de verdad en la evidencia y el archivo. El narrativismo argumenta convincentemente que las obras de historia son textos y no pueden ser estudiadas a través de la descomposición en “oraciones narrativas”. Kuukkanen acepta la afirmación de Ankersmit respecto de que no se han establecido las “reglas de traducción” que habilitan un pasaje lógico entre los enunciados particulares de una tesis histórica y el conjunto discursivo de una *narratio*. Hasta allí Kuukkanen es un pensador deudor de White y Ankersmit, a quienes a pesar de sus matices engloba en el narrativismo por compartir tres posturas teóricas: representacionalismo, constructivismo y holismo (Kuukkanen, 2015, p. 30). Kuukkanen no comparte la distinción común a Goldstein y Tucker entre la fase “estructural” de la investigación y la fase de la narración como su “superestructura” ancilar. La “presentación” historiográfica de los resultados del proceso de investigación participa de su justificación. Por eso, el rechazo de la verdad como correspondencia en la filosofía postnarrativista de la historiografía, en contraste con el narrativismo, no conduce necesariamente a eliminar toda pretensión de conocimiento.

El defecto mayor del narrativismo consiste en su incapacidad constitutiva, derivada de sus supuestos conceptuales, para proveer un marco de evaluación significativa de las narrativas históricas alternativas en términos epistemológicos o cognitivos (Kuukkanen, 2015, p. 48). En palabras de John Zammito, otro investigador vinculable con la filosofía de la historiografía, “la inconmensurabilidad es el camino sin salida del ‘giro lingüístico’” (Zammito, 2005, p. 156).

Mientras el narrativismo destaca que la innovación historiadora decisiva reside en la construcción de narrativas o representaciones históricas, la propuesta de Kuukkanen afirma el carácter productivo de los conceptos coligatorios, definidos como aquellas expresiones historiográficas sintetizadoras (2015, pp. 98, 112), pero pondera en los mismos la utilización de la evidencia. De tal modo, la representación histórica no es homogénea ni supone, como en Ankersmit, que la modificación de un segmento de la totalidad lógica entrañe una transformación del significado global de una *narratio*. Es cierto que la cuestión de cómo elegir entre relatos históricos en competencia no ha sido un problema crucial en la formación de la corriente teórica narrativista, aunque pueden hallarse reflexiones al respecto. Las discusiones suscitadas por los “límites de la representación” en las narrativas de los genocidios proporciona un testimonio elocuente de las dificultades experimentadas por el narrativismo (Friedländer, 2007). Tal vez el enfoque de White, que no es igual a sí mismo en una extensa trayectoria (Vann, 1998, p. 145; Paul, 2011, p. 7), haya sido menos sensible a incorporar esas pautas en términos de una demanda cognitiva. En una de sus afirmaciones al respecto, White sostiene que la mejor manera de cuestionar una narrativa inadecuada con la memoria histórica no consiste en proporcionar otra con más hechos históricos sino hacerlo en “una narrativa de mayor integridad artística y fuerza poética de significación” (2005, p. 336).

Sin descartar las dimensiones ideológicas, éticas y estéticas, de acuerdo a Kuukkanen no es así como el discurso histórico produce sentido ni fundamenta una justificación de las preferencias entre narraciones en competencia. Los conceptos coligatorios generan las imágenes de conjunto, aunque en su producción de síntesis constituyen un aspecto que todavía requiere una argumentación, y en ésta los recursos son heterogéneos. Si las “sustancias narrativas” son holistas, la racionalidad de las

construcciones historiadoras reside en que éstas se exponen en un tribunal, la comunidad de pares lectores y críticos, ante los que deben presentar las evidencias y argumentaciones para sostener una tesis. Otro rasgo crucial del enfoque de Kuukkanen consiste en sustraerse de asumir compromisos metafísicos respecto de la realidad del pasado. El propósito de la filosofía postnarrativista de la historiografía es analizar filosóficamente las prácticas de la historiografía profesional, para cuya tarea las asunciones ontológicas son soslayables. El problema filosófico auténtico consiste en esclarecer, no la referencia del escrito histórico con la “realidad del pasado”, sino en elucidar cómo un/a historiador/a procura persuadir a sus pares en la adopción razonada de su punto de vista en la presentación de narraciones históricas (Kuukkanen, 2015, p. 198).

Es plausible que la filosofía narrativista de la historia condujera a una visión unilateral del quehacer historiográfico, y que el privilegio otorgado a la representación literaria estableciera una brecha insalvable entre enunciados particulares y totalidades lingüísticas, generando aporías señaladas por sus críticos postnarrativistas. El postnarrativismo se propone reconstruir con las herramientas analíticas de la filosofía las operaciones historiográficas que la práctica historiadora no se detiene a estudiar reflexivamente. En ese preciso aspecto el concepto de historiografía alcanza su mayor pertinencia. El libro de historia central para el razonamiento de Kuukkanen es *Los sonámbulos*, de Christopher Clark, un relato del desencadenamiento de la Primera Guerra Mundial (Clark, 2013), y secundariamente el clásico de Edward P. Thompson, *La formación de la clase obrera en Inglaterra*. La reconstrucción de Clark se propone establecer cómo se causó el desenlace de las acciones bélicas desde la agencia de múltiples actores, todos los cuales intervienen de alguna manera en los hechos y participan, en buena medida sin saberlo, de un drama que los excede: la marcha sonámbula hacia la guerra (*sleepwalking*). Incluso si se dieran por verdaderos todos los relatos particulares que involucraron a los actores de la geopolítica en 1914, la tesis del *sleepwalking* solo emerge cuando Clark la formula, reuniendo los múltiples actos descriptos en una configuración narrada y razonada (Kuukkanen, 2015, p. 134). Es discutible, sin embargo, que del trabajo de Clark puedan derivarse consideraciones válidas para el quehacer historiador *tout court*. En tal sentido, Dan Stone argumenta que la deuda de Kuukkanen con *Los sonámbulos* genera la pregunta de si los acuerdos accesibles en la investigación sobre el desencadenamiento de la Primera Guerra Mundial son generalizables. La familiaridad de Stone con las historiografías del Holocausto sugiere que éstas proveen un contexto interpretativo menos apto para la optimista concepción de la ciencia histórica en Kuukkanen (Stone, 2017).

Un rasgo del postnarrativismo (o en la formulación de Lorenz y Zamitto, de un “postpositivismo”) aquí leído en el seno de una filosofía de la historiografía, consiste en que en él se verifica, por razones sistemáticas, una interpretación del narrativismo donde éste es despojado de sus vertientes críticas de la historiografía científica. Lorenz y Kuukkanen subrayan las deficiencias de la brecha entre los enunciados singulares y las visiones orgánicas de conjunto. Lorenz (2015) ha conceptualizado por eso al narrativismo como un positivismo invertido, que al rechazar las premisas del positivismo –en particular el fenomenismo y la literalidad del lenguaje riguroso– persiste en ese mismo terreno solo que de modo negativo. En cambio, propone reincorporar la dimensión de

investigación que incluso etimológicamente se reconoce en el vocablo “historia”, y estudiar los debates historiográficos donde devienen analizables las prácticas en que se forjan los disensos y consensos del gremio historiador. De tal manera, según Lorenz, una filosofía postpositivista de la historia (superadora del positivismo residual del narrativismo) tiene como correlato el estudio crítico de la historia de la historiografía.

Por su parte, Kuukkanen entiende que todo texto histórico constituye “una intervención argumentativa en el campo discursivo de la historiografía” (2015, p. 164). El autor reconoce el contexto político que atraviesa ese campo, pero, en su examen, dicho encuadre es compatible con el enunciado de que la eficacia y consenso respecto de las interpretaciones históricas en pugna se dirime sobre “fundamentos racionales” (“rational grounds”, 2015, p. 166). El resultado sintético del trabajo historiográfico, como en el narrativismo, es una construcción. Sin embargo, no es una construcción cuya validez como tal se defina exclusivamente en la escritura o representación. Porque si es cierto que la evidencia no es la fuente de su propia interpretación representada tal como emerge en el texto histórico, la índole artificial del texto producido todavía es una abstracción si no se la sitúa en los contextos de circulación, argumentación y debate historiográficos. Al reducir el constructivismo a las operaciones literarias y estéticas, la intuición narrativista hipertrofia la representación en detrimento de las tramitaciones, también constructivistas, de la coligación y el uso de la evidencia. Kuukkanen reconoce segmentos de los textos históricos que pueden vincularse con la provisión de evidencias y otros que producen significación (son *meaning-carriers*). Para el filósofo finlandés es viable ser representacionista para los hechos particulares cuya realidad histórica admite el empleo de evidencias y ser anti-representacionista respecto de las tesis comprensivas tales como la del *sleepwalking* hacia la Primera Guerra Mundial. Restringirse a este segundo momento de la creación interpretativa sería, sin embargo, inadecuado, pues los escritos históricos se definen también en el sistema de prácticas en que intervienen como argumentaciones relativas a otras tesis historiográficas. Kuukkanen afirma que estas operaciones habituales en la práctica historiográfica pueden ser dirimidas racionalmente.

Descartada una teoría correspondentista de la verdad, en razón de la imposibilidad de sostener el carácter verdadero de las síntesis coligatorias características de las tesis historiográficas, Kuukkanen no apela a una alternativa convencionalista. Prefiere el concepto de John Dewey de afirmabilidad justificada (*warranted assertability*). Las tesis historiográficas no son verdaderas ni falsas. Alcanzan grados diferentes de justificación en el campo temático y problemático en que intervienen. Una interpretación histórica ingresa en un escenario donde otras interpretaciones proponen síntesis de hechos y acciones particulares, apelan a conceptos y generan narrativas en competencia. La disputa por la autoridad epistémica en historia involucra diversos procedimientos, tales como la construcción narrativa, la evaluación de otras síntesis, etcétera. Tal autoridad admite tres dimensiones de justificación cognitiva: la retórica por el razonamiento persuasivo de una tesis; la epistémica relativa a los hechos históricos particulares; la discursiva soportada por una intervención argumentativa en un contexto de pluralidad interpretativa. La renuncia pragmatista a la interrogación por la verdad de las tesis históricas globales no supone abandonar la búsqueda de criterios racionales de selección entre narraciones.

En una extensa reseña del libro de Kuukkanen, Paul Roth (2016) encuentra en la distinción entre evaluación de la evidencia y la síntesis narrativa una reiteración del ankersmitiano “dilema” de la filosofía de la historia posterior a *Metahistoria*. Efectivamente, esa distinción puede hallarse en el realismo representacionista del narrativismo cuya premisa es la imposibilidad de fundar una narración en una estructuración prediscursiva de la realidad pasada o en una recopilación documental. En consecuencia, la creación innovadora de representaciones históricas es inevitable. La filosofía postnarrativista de la historiografía procura evadir el dilema al disolver la dualidad entre investigación y representación, tal como ocurre en el quehacer de todo *practicing historian*.

Kuukkanen presenta su teoría como un *work in progress*. El concepto de historiador/a practicante es una de las lagunas centrales de su análisis, pues tal concepto habilita la afirmación de la reducción de las tareas propias de su práctica a los requisitos cognitivos de índole racional. A este problema, tal vez resoluble en el despliegue del proyecto filosófico de Kuukkanen, se añade otro más problemático porque entraña una premisa sin la cual toda la construcción de la filosofía postnarrativista de la historiografía vacila: el punto de apoyo arquimedeano que es la práctica historiográfica no está definido de una vez y para siempre. Quizás lo que los siglos XIX y XX han visto establecerse como la práctica historiográfica sea ella misma histórica y mudable. ¿Qué sucedería con el mencionado punto de apoyo si en la actualidad existieran múltiples concepciones de la práctica historiográfica?

Y allí reside un diferendo con el narrativismo que no ha sido debidamente elaborado. Sobre todo en White, si la “poética de la historia” surge de un examen de la “imaginación histórica” es porque, al menos en términos de proyecto teórico, el narrativismo posee un afán crítico hacia el sentido común o filosofía espontánea de la historiografía profesional. No porque instituya normativamente un nuevo sentido común, sino porque al revelar la historicidad del que se ha impuesto en la construcción de la historiografía como una práctica científica entre los siglos XIX y XX, en conexión con el realismo de la novela naturalista, se habilita la posibilidad de maneras de practicar las formas de narrar y lidiar con lo inquietante del pasado.

Mi intención al señalar esta deficiencia de lectura no es rehabilitar al narrativismo. Se trata más bien de poner de relieve un residuo crítico perdido en el postnarrativismo. Esa lectura es en parte deudora del propio narrativismo al asociarse con el postmodernismo, tal como sucedió en textos de Keith Jenkins (1991) y Ankersmit (1989), así como en sus críticos en el campo de la filosofía y entre quienes, desde la historiografía, leyeron al narrativismo como un ataque a la línea de flotación de todo conocimiento posible en historia.

En esta sección he reconstruido los argumentos claves de una variante de la filosofía de la historiografía en el postnarrativismo de Kuukkanen tal como aparece en su obra de 2015. Sus argumentos despliegan un esfuerzo por reintegrar en la elaboración filosófica de la práctica historiográfica la relevancia de los procedimientos narrativos en la generación de representaciones históricas *racionalmente* justificables. ¿Logra Kuukkanen superar lo que Ankersmit (1986) había denominado el “dilema” de la filosofía anglosajona de la historia, a saber, la incomunicación entre una filosofía narrativista y otra filosofía epistemológica de la historia? Al incorporar en un mismo marco teórico las

innovaciones constructivas de la representación y los procedimientos de justificación, Kuukkanen neutraliza la dicotomía entre cuyas opciones Ankersmit convocaba a decidirse con mayor entusiasmo que el propio White, y ante las cuales la filosofía de la historiografía así reformulada considera ilegítimo optar.

## 5. Conclusiones abiertas

La primera sección del presente artículo expuso la lógica de sucesiones segmentadas entre diferentes concepciones de la filosofía de la historia. Cada nueva concepción cuestiona la legitimidad de la anterior. En la segunda sección se reconstruyó la dinámica de impugnación y reemplazo del narrativismo por parte de la filosofía de la historiografía en razón de su renuncia a proveer un análisis filosófico de la práctica historiográfica efectiva. Desde Goldstein, la fase constructiva de la narración es situada como un momento superestructural o derivativo de los procedimientos cognitivos previos. En la tercera sección, destinada a analizar los aspectos centrales de la obra programática de Kuukkanen, se desplegó en el seno de esa filosofía de la historiografía una variante que se propone integrar el aporte o *insight* narrativista dentro de un enfoque pragmatista que encuentra en la construcción de consensos racionales en la comunidad historiográfica una vía para superar la escisión entre un narrativismo estetizante y una epistemología ajena a las operaciones de representación lingüística de las obras de historia. Kuukkanen matiza el sentido de las *narratios* al conceptualizarlas como “tesis coligatorias” accesibles al debate racional en el campo historiográfico.

Tal como se ha desarrollado hasta el momento, la filosofía postnarrativista ha soslayado que al menos en la versión de White, la concepción de la narrativa como molde literario de la representación de la realidad histórica ponía en cuestión lo que, antes que provenir de una universalidad de la escritura historiadora (con sus correlatos explicativos, retóricos y éticos), destacaba su arbitrariedad histórica y, por lo tanto, la posibilidad de otras escrituras.

White ha sido leído frecuentemente como un autor postmodernista. Pero las condiciones históricas de emergencia de su pensamiento fueron otras, menos ligadas a los años setenta de tonos postmodernos: posee deudas con el horizonte cultural de los años sesenta, en el que la crítica de las formas de saber involucra una puesta en suspenso de la validez incuestionada de lo real, del conocimiento y de la verdad tal como regían en el sentido común y en la ciencia positiva. Esa dimensión crítica queda en el camino en una interpretación postnarrativista que acierta en deslindar dificultades decisivas de una filosofía narrativista de la historia.

La propuesta filosófica postnarrativista cuestiona la unilateralización del quehacer historiográfico en la faceta literaria. Tampoco admite la dudosa teoría social de su módico realismo de los eventos particulares y desarticulados, ni la licuación de las preguntas epistemológicas. Al moderar las dimensiones críticas del narrativismo, el postnarrativismo genera un programa filosófico que explora aspectos de la práctica historiadora secundarizados en la teoría de la historia durante las décadas de hegemonía narrativista. Sin embargo, el impuesto pagado en ese pasaje que implica el postnarrativismo sería demasiado oneroso si no se ponderara, incluso en otro marco conceptual, el criticismo teórico que las variantes más radicales del narrativismo quisieron prolongar no solo en una reflexividad del pensamiento histórico sino de la

cultura *tout court*. El último libro de White, *El pasado práctico* (2014), permite regresar a su obra desde este punto de vista.

Desde esta perspectiva es aconsejable desconfiar de las narraciones de segmentos hegemónicos de la historia de la filosofía de la historia, tal como la que se describiría en las sustituciones de la filosofía especulativa por la analítica y luego por la narrativista para dar paso a la postnarrativista. El campo de la filosofía de la historia y la historiografía es hoy pluralineal. Es probable que el narrativismo, un nombre que he utilizado entrecomillado en el inicio del presente trabajo para destacar que es también una designación performativa y simplificadora, persevere entre las múltiples alternativas vigentes en los debates teóricos sobre la propia historicidad de la representación histórica. ¿Por qué? Tal vez porque las historias practicadas y escritas por las y los historiadores continúen inscriptas en paradigmas culturales controvertibles y permanezcan, en desacuerdo con lo que con importantes matices suponen Tucker y Kuukkanen, indecidibles racionalmente. En tal dirección, una noción central para estas discusiones que no ha sido adecuadamente desarrollada es la de *practicing historian*, o historiador/a practicante, es decir, quien trabaja efectivamente en la producción de investigaciones y narrativas históricas.

El examen de la filosofía de la historiografía debería abstenerse de simplificar su objeto tal como ocurrió con el narrativismo. Los nombres identificados con la filosofía de la historiografía no sostienen un programa teórico estricto y unívoco. No todos asumen la prescindencia del realismo del pasado, ni todos entienden de la misma manera la función del debate en el campo historiográfico, como tampoco todos consideran realizable la república de la argumentación que prevalece entre sus partidarios más optimistas. En su seno la posterioridad teórica del narrativismo bajo los términos del postnarrativismo constituye un proyecto inacabado.

## Referencias

- Ankersmit, F. (1983). *Narrative Logic: A Semantic Analysis of the Historian's Language*. La Haya: Martinus Nijhoff.
- Ankersmit, F. (1986). The Dilemma of Contemporary Anglo-Saxon Philosophy of History, *History and Theory*, 25(4), 1-27.
- Ankersmit, F. (1989). Historiography and Postmodernism, *History and Theory*, 28(2), 137-153.
- Ankersmit, F. (2005). [Reseña del libro *Our Knowledge of the Past: A Philosophy of Historiography* de A. Tucker]. *The American Historical Review*, 110(5), 1476-1477.
- Appleby, J., Hunt, L., & Jacob, M. (1994). *Telling the Truth about History*. Nueva York; Londres: W. W. Norton.
- Blackburn, R. J. (2000). The Philosophy of Historiography? *History and Theory*, 39(2), 263-272.
- Clark, C. (2013). *The Sleepwalkers: How Europe went to War in 1914*. Londres: Allen Lane.
- Danto, A. (1965). *Analytical Philosophy of History*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Friedländer, S. (Ed.) (2007). *En torno a los límites de la representación: El nazismo y la solución final* (M. Burello, trad). Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Goldstein, L. (1976). *Historical Knowing*. Austin: Texas University Press.
- Jenkins, K. (1991). *Rethinking History*. Londres: Roulledge.
- Kellner, H. (1995). Introduction: Describing Redescriptions. En F. Ankersmit & H. Kellner (Eds.), *A New Philosophy of History* (pp. 1-20). Chicago: Chicago University Press.
- Kuukkanen, J.-M. (2015). *Postnarrativist Philosophy of Historiography*. Londres: Palgrave Macmillan.
- Lorenz, C. (2015). *Entre filosofía e historia* (2 vols.). Buenos Aires: Prometeo Libros.
- Martin, R., Scott, J. W., & Strout, C. (1995). [Reseña del libro *Telling the Truth about History* de J. Appleby, L. Hunt, & M. Jacob]. *History and Theory*, 34(4), 320-339.
- O'Sullivan, L. (2006). Leon Goldstein and the Epistemology of Historical Knowing. *History and Theory*. 45(2), 204-228.
- Paul, H. (2011). *Hayden White: The Making of a Philosopher of History*. Londres: Polity.
- Roth, P. A. (2016). Back to the Future: Postnarrativist Historiography and Analytical Philosophy of History. *History and Theory*, 55(2), 270-281.
- Stone, D. (2017). Excommunicating the Past? Narrativism and Rational Constructivism in the Historiography of the Holocaust. *Rethinking History*, 21(4), 549-566.
- Tucker, A. (2004). *Our Knowledge of Past: A Philosophy of Historiography*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tucker, A. (2009). Introduction. En A. Tucker (Ed.), *A Companion to the Philosophy of History and Historiography* (pp. 1-6). Chichester: Wiley-Blackwell.
- Tucker, A. (2010). Where do we go from Here? *History and Theory, Theme Issue 49*, 64-84
- Vann, R. (1998). The Reception of Hayden White. *History and Theory*, 37(2), 143-161.
- Walsh, W. H. (1954), *An Introduction to the Philosophy of History*. Londres: Hutchinson University Library.
- White, H. (1973). *Metahistory: The Historical Imagination in Nineteenth-century Europe*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press
- White, H. (2005). The Public Relevance of Historical Studies: A Reply to Dirk Moses. *History and Theory*, 44(3), 333-338.
- White, H. (2014). *The Practical Past*. Illinois: Northwestern University Press.
- Zammito, J. (2005). Ankersmit and Historical Representation. *History and Theory*, 44(2), 155-181.
- Zoltán, B., & Kuukkanen, J.-M. (2015). Assessing Narrativism, [introducción a Forum: After Narrativism]. *History and Theory*, 54, 153-161.

# Aportes del análisis de A. B. Frank para la enseñanza de las micorrizas

María Daniela Villa Henao<sup>1</sup>  
Henry Giovany Cabrera Castillo<sup>1</sup>

Recibido: 11 de marzo de 2021

Aceptado: 14 de abril de 2021

---

**Resumen:** Este documento presenta un análisis de textos científicos históricos (TCH) de Albert B. Frank sobre las micorrizas. El análisis permitió la identificación de tres grandes ideas del estudio de la micorriza y de aspectos conceptuales clave y recursos explicativos. Para la investigación se empleó una metodología cualitativa de tipo descriptivo-interpretativo, constituida de cuatro etapas, que fueron: seleccionar, constituir, analizar y proponer. Se concluye que la realización de estudios históricos facilita la identificación y recuperación de ideas, conceptos y recursos explicativos inmersos en los TCH, que suelen pasar desapercibidos en los currículos actuales y que pueden llegar a adquirir un gran valor en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, en particular, de las micorrizas.

**Palabras clave:** enseñanza de la micorriza; textos científicos históricos; grandes ideas.

**Title:** Contributions of A. B. Frank to the teaching of mycorrhiza

**Abstract:** This paper presents an analysis of historical scientific texts TCH (from Spanish Textos Científicos Históricos) by Albert B. Frank on mycorrhiza. The analysis allowed the identification of three major ideas from the study of mycorrhiza while allowing the identification of conceptual aspects and explanatory resources. For the research, a qualitative methodology of a descriptive-interpretive type was used, consisting of four stages, which were: select, constitute, analyze, and propose. It is concluded that the realization of historical studies facilitates the identification and recovery of ideas, concepts, and explanatory resources immersed in the TCH, which tend to go unnoticed in current curricula and that can acquire great value in the teaching and learning processes of the sciences of mycorrhiza.

**Keywords:** teaching of mycorrhiza; historical scientific texts; major ideas.

---

## 1. Introducción

En la actualidad, es frecuente encontrar investigaciones que reconocen la importancia de la historia, filosofía y enseñanza de las ciencias (HFEC). Por ejemplo, se destacan aportes de la HFEC en cuanto a enriquecer la formación docente, promover el desarrollo de prácticas experimentales, desarrollar competencias de pensamiento científico en los

---

<sup>1</sup> Universidad del Valle. Cali, Valle del Cauca, Colombia.

✉ [maria.daniela.villa@correounivalle.edu.co](mailto:maria.daniela.villa@correounivalle.edu.co) |  0000-0003-0931-8106

✉ [henry.g.cabrera.c@correounivalle.edu.co](mailto:henry.g.cabrera.c@correounivalle.edu.co) |  0000-0003-4476-4427

Villa Henao, María Daniela y Cabrera Castillo, Henry Giovany. (2021). Aportes del análisis de A. B. Frank para la enseñanza de las micorrizas. *Epistemología e Historia de la Ciencia*, 5(2), 20–41. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/article/view/31853>



estudiantes, facilitar el reconocimiento de la diversidad de género en la actividad científica y contribuir a la reflexión de los contenidos científicos en espacios educativos (Izquierdo, García-Martínez, Quintanilla & Adúriz-Bravo, 2016; Solsona, 2015).

La HFEC es estudiada a través de diferentes recursos y perspectivas, en este caso particular se acude a la revisión de textos científico-históricos (TCH), entendidos estos como libros, artículos, comunicaciones, cartas elaboradas por la comunidad científica y otras fuentes primarias de conocimiento científico. De esta manera, estudiar las fuentes primarias del conocimiento, y no las secundarias o terciarias, evita sesgos conceptuales e impide la réplica de contenidos imprecisos, permitiendo recuperar contenido, por ejemplo, conceptos y teorías de la ciencia que han sido olvidados a lo largo del tiempo (Chang, 2016).

En el presente trabajo investigativo se empleó el análisis de TCH para recuperar un concepto de la biología que ha perdido notoriedad a través del tiempo: la micorriza. Este término hace referencia a la relación simbiótica entre dos especies diferentes, los hongos y las raíces de plantas; los cuales, a través de una interacción beneficiosa logran nutrirse y subsistir. Por tanto, el estudio de las micorrizas se hace fundamental, por ejemplo, en aquellos casos en los que se aprende sobre la nutrición de las plantas. No obstante, la presencia de este concepto en los libros de texto de ciencias escolares y universitarios es secundario, logrando pasar desapercibido ante los ojos de estudiosos del mundo biológico (Cherif, 1990; Suárez, 2006; Zapata Villamil, 2014).

En concordancia con lo anterior, la realización de esta investigación se centra en el análisis de los estudios de A. B. Frank sobre las micorrizas. El estudio de los artículos de Frank se justifica para la enseñanza y aprendizaje porque sus investigaciones fueron una de las precursoras en la caracterización simbiótica de la relación hongo-raíz. El análisis de sus textos permite la identificación de ideas fundamentales que podrán retomarse como un insumo para el diseño de actividades que permitan a los estudiantes acercarse paulatinamente al establecimiento de relaciones entre organismos de diferentes especies. Por otra parte, las ilustraciones empleadas en sus documentos sirven para representar y caracterizar de manera inicial las estructuras de la asociación hongo-raíz. De acuerdo con lo anterior, el propósito de este estudio fue contribuir a la enseñanza y aprendizaje de la micorriza, a través del esbozo de una propuesta didáctica, que incluye los aportes del análisis de TCH de Albert B. Frank.

## **2. Un acercamiento al estudio de las micorrizas de Albert. B. Frank**

La construcción de conocimiento científico respecto al concepto micorriza fue consolidado gracias a los aportes colectivos de diferentes científicos quienes lograron estudiar, caracterizar y conceptualizar este término de gran significancia biológica. De esta manera, la multiplicidad de metodologías empleadas, la experimentación desarrollada en diferentes épocas, la formulación de teorías e incluso la diversidad de científicos y científicas que han realizado aportes sobre este concepto ha sido muy amplio, por ejemplo, Vittadini (1800-1865), Tulasne (1815-1885) y Tulasne (1816-1884), Hartig (1839-1901), Boudier (1824-1920), Gibelli (1831-1898) y Albert Bernhard Frank (1839-1900).

Las contribuciones de cada uno de estos científicos son innegables; sus métodos y estrategias de análisis, observación y recopilación de datos permitieron obtener

grandes avances en cuanto a la consolidación del concepto micorriza (Trappe, 2005; Andrade-Torres, 2010). Sin embargo, en cuanto a lo que compete a esta investigación, el centro de interés se estableció en los aportes del botánico alemán Albert B. Frank quien, en 1885, a través de su artículo *Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze* describió e ilustró la estructura y el funcionamiento de la asociación hongo-raíz y la caracterizó como un caso particular de simbiosis; acuñando así el término micorriza. No obstante, sus estudios nunca estuvieron focalizados en las relaciones mutualistas, sino que fueron las necesidades sociales y económicas del momento, las que obligaron a que en 1880 el gobierno de Prusia, Alemania, se interesara ávidamente en la producción de trufas, para lo cual, requirieron la ayuda del experto botánico A. B. Frank.

En ese sentido, se hace necesario echar un vistazo al pasado con el propósito de reflexionar y ampliar nuestra visión sobre las motivaciones sociales, económicas y políticas que promovieron las investigaciones de Albert B. Frank sobre las micorrizas. Así pues, nos encontramos en el decenio de 1880, en medio de la segunda revolución industrial; la sociedad entera se encuentra perplejamente extasiada ante los inicios del desarrollo de la iluminación eléctrica, la construcción del canal de Panamá y el reconocimiento del efecto fotoeléctrico (Béjar, 2015). En los comercios y mercados se respira un auge económico incomparable, el intercambio de productos y servicios está en frenesí; y en el Reino de Prusia, Alemania, encuentran especial interés en la producción y comercialización del *diamante de la cocina*, la trufa. De esta manera, motivado por el gran valor comercial que representan las trufas, el Ministro de Agricultura, encarga a Albert B. Frank la realización de estudios científicos sobre las condiciones de aparición y desarrollo de estos hongos, con el fin de fortalecer el comercio de estos en Alemania (Frank, 1885).

Los anteriores hechos históricos y muchos otros, que por motivos de la presentación de este documento es imposible profundizar, permiten esbozar a grandes rasgos los intereses económicos y políticos del decenio de 1880; un decenio que como se expuso anteriormente, coincide con el inicio de los estudios sobre hongos de Albert B. Frank; quien hasta ese momento, ignoraba que sus observaciones le permitirían identificar y acuñar el término *micorriza*, cambiando para siempre la manera de comprender las relaciones entre hongo-raíz y, en general, el mundo biológico (Frank, 1885; Trappe & Fogel, 1977; Koide & Mosse, 2004; Trappe, 2005).

### 3. Metodología de la investigación

La presente investigación se adscribe al enfoque cualitativo de tipo descriptivo-interpretativo, debido a que se constituye a partir de reflexiones e interpretaciones, de las cuales, sus resultados no pueden expresarse eficazmente por medio de expresiones matemáticas (Cerdeña, 1991; Flick, 2007).

En ese sentido, la metodología de esta investigación se constituyó a partir de cuatro etapas metodológicas: I) delimitación del objeto de estudio, II) constitución del corpus, III) análisis de los TCH y IV) propuesta de aportes a la enseñanza de la micorriza. Los procedimientos llevados a cabo durante cada una de las etapas metodológicas, así como los resultados de estas, se presentan en los siguientes apartados.

### Etapa 1. Delimitar

La primera etapa metodológica consistió en la selección de los TCH, para ello se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de delimitación: 1) identificar documentos científicos originales de Albert B. Frank cuya temática o eje de estudio principal fueran las micorrizas, y 2) seleccionar documentos con facilidad de acceso físico y/o digital, es decir, que pudieran ser descargados o adquiridos para su posterior preparación (traducción).

Los anteriores criterios de delimitación permitieron la identificación, selección y adquisición de tres TCH, los cuales se constituyeron como el objeto de estudio histórico, correspondientes a las tres últimas filas de la tabla 1 que se presenta a continuación:

**Tabla 1:** Producción académica de Albert B. Frank.

	Año	Revista/Libro	Título de la publicación
<b>Producción académica (PA)</b>	1877	Cohn Beitr Biol Pflanz	Über die biologischen Verhältnisse des Thallus einiger Krustflechten.
	1879	Bot Ztg	Über den Parasiten in den Wurzelanschwellungen der Papilionaceen.
	1885	Ber Dtsch Bot Ges 3:128–145	Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze.
	1885	Gart Ztg 4:423–426	Über den gegenwärtigen Stand der Trüffelfrage und die damit zusammenhängende Ernährung gewisser Bäume durch Wurzelpilze.
	1885	Ber Dtsch Bot Ges 3: XXVII–XXXIII	Neue Mittheilungen über die Mycorhiza der Bäume und der <i>Monotropa hypopitys</i> .
	1887	Ber Dtsch Bot Ges 5:50–58	Sind die Wurzelanschwellungen der Erlen und Eläagnaceen Pilzgallen?
	1887	Ber Dtsch Bot Ges 5:395–409	Über neue Mykorrhiza-Formen.
	1888	Ber Dtsch Bot Ges 6:248–269	Über die physiologische Bedeutung der Mykorrhiza.
	1889	Forstl Blätt Ser 3 13:1–7	Was nützen den Waldbäumen die Wurzelpilze?
	1891	Ber Dtsch Bot Ges 9:244–253	Über die auf Verdauung von Pilzen abzielende Symbiose der mit endotrophen Mykorrhizen begabten Pflanzen, sowie der Leguminosen und Erlen.
	1892	Ann Sci Agron France Étrang 9:351–361	Sur l'importance des mycorhizes dans la nutrition des plantes humicoles.

<b>PA con enfoque sobre las micorrizas</b>	1885	Ber Dtsch Bot Ges 3:128–145	Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze.
	1885	Gart Ztg 4:423–426	Über den gegenwärtigen Stand der Trüffelfrage und die damit zusammenhängende Ernährung gewisser Bäume durch Wurzelpilze.
	1885	Ber Dtsch Bot Ges 3: XXVII–XXXIII	Neue Mittheilungen über die Mycorhiza der Bäume und der <i>Monotropa hypopitys</i> .
	1887	Ber Dtsch Bot Ges 5:50–58	Sind die Wurzelanschwellungen der Erlen und Eläagnaceen Pilzgallen.
	1887	Ber Dtsch Bot Ges 5:395–409	Über neue Mykorrhiza-Formen.
	1888	Ber Dtsch Bot Ges 6:248–269	Über die physiologische Bedeutung der Mykorrhiza.
	1889	Forstl Blätt Ser 3 13:1–7	Was nützen den Waldbäumen die Wurzelpilze?
	1881	Ber Dtsch Bot Ges 9:244–253	Über die auf Verdauung von Pilzen abzielende Symbiose der mit endotrophen Mykorrhizen begabten Pflanzen, sowie der Leguminosen und Erlen.
	1892	Ann Sci Agron France Étrang 9:351–361	Sur l'importance des mycorhizes dans la nutrition des plantes humicoles.
<b>PA seleccionada</b>	1885	Ber Dtsch Bot Ges 3:128–145	Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze.
	1887	Ber Dtsch Bot Ges 5:395–409	Über neue Mykorrhiza-Formen
	1888	Ber Dtsch Bot Ges 6:248–269	Über die physiologische Bedeutung der Mykorrhiza.

Fuente: elaboración propia.

## Etapa 2. Constituir

En esta segunda etapa metodológica, se llevó a cabo la constitución del corpus del estudio, para ello, fue necesario que los tres TCH seleccionados en la anterior etapa fueran sometidos a los siguientes procesos metódicos:

1. Preparación del material: es decir, la traducción de alemán a español; con el objetivo de facilitar la lectura, comprensión y análisis de los TCH.
2. Lectura superficial: es decir, la lectura inicial de los TCH, con el fin de identificar propósitos e ideas principales en los textos.

En cuanto al primer proceso metódico, es decir, la preparación del material, se destaca la importancia de mantener la coherencia y cohesión de los diferentes textos, debido a que era imprescindible para poder realizar un análisis transparente de los mismos. Para ello, se utilizaron diferentes recursos electrónicos (traductor de textos PONS, traductor de Google y diccionario Dix) y, de igual manera, se realizó con el acompañamiento de un especialista en traducción, nativo en el idioma alemán. Es necesario aclarar que la traducción de los TCH se realizó en su totalidad, no obstante, por efectos de la presentación de este documento, se presenta solamente la traducción de algunos fragmentos.

Por otra parte, el segundo proceso metódico, es decir, la lectura superficial, hizo referencia al primer acercamiento a los textos y permitió identificar elementos referidos a su macroestructura, lo que, a su vez, favoreció la identificación de algunas de las ideas conceptuales relevantes desarrolladas en los mismos. En resumen, tal como se mencionó anteriormente, los procesos llevados a cabo en esta etapa permitieron la identificación y organización de un conjunto de ideas, datos y fragmentos que constituyeron el corpus de la investigación.

### **Etapa 3. Analizar**

Durante esta tercera etapa metodológica, se realizó el análisis de los TCH. En ese sentido, el análisis se constituyó de diferentes procesos correlacionados entre sí:

- I. Formulación de preguntas: creación de preguntas orientadoras que acompañan y dirigen la lectura sistemática de los TCH.
- II. Selección de fragmentos originales: identificación, lectura y relectura de frases o párrafos correlacionados con las preguntas orientadoras y/o cuyo contenido permitiera profundizar o dar respuesta a las mismas.
- III. Grandes ideas: identificación de las grandes ideas a partir de la descripción e interpretación de los fragmentos originales seleccionados.

En ese sentido, teniendo en cuenta que el objetivo del análisis fue recuperar elementos, ideas y recursos clave empleados por A. B. Frank en sus investigaciones; se formularon dos preguntas guías *a)* y *b)* y, posteriormente, una tercera pregunta *c)*, que recoge e interconecta los elementos previos, las preguntas planteadas fueron:

- a) ¿Qué aspectos conceptuales fundamentales sobre las micorrizas se correlacionan en los tres TCH?
- b) ¿Cuáles recursos explicativos fueron empleados por A. B. Frank para exponer los aspectos conceptuales fundamentales sobre la micorriza?
- c) ¿Cuáles son las *grandes ideas* presentes en los tres TCH que interrelacionan los recursos explicativos y los aspectos conceptuales fundamentales del concepto micorriza?

En concordancia con lo anterior y, en cuanto a los resultados obtenidos a partir del análisis guiado por la primera pregunta planteada, la *a)*, se obtuvo que los aspectos fundamentales sobre las micorrizas presentes en los tres TCH analizados son: las estructuras de la micorriza, el desarrollo de la micorriza, cambios inducidos por los hongos en la raíz, distribución de las micorrizas, y la importancia biológica y fisiológica

de las micorrizas (Frank, 1885, 1887, 1888). De esta manera, es posible afirmar que los anteriores aspectos identificados, hacen parte de los aspectos conceptuales fundamentales del estudio sobre las micorrizas.

Por otra parte, respecto a los resultados obtenidos del análisis guiado por la segunda pregunta planteada, la *b*), se obtuvo que los recursos explicativos empleados por A. B. Frank para exponer sus ideas y que, además, se encuentran presentes reiteradamente en los tres TCH son: 1) el uso de ilustraciones, 2) el uso de analogías y, 3) el uso de cuestiones. En el apartado de *interpretación de los TCH y constitución de las grandes ideas*, de este mismo documento, se ejemplifica la manera en la que A. B. Frank hace uso de dichos recursos explicativos en sus postulados.

Finalmente, en cuanto a la tercera pregunta que hace referencia a identificación de las grandes ideas, se puede afirmar que para ello se tuvo en cuenta los criterios de selección de grandes ideas expuestos por Harlen (2012), quien menciona que las grandes ideas deben:

- Poder ser aplicadas universalmente.
- Poder ser desarrolladas a través de una variedad de contenidos, elegidos por ser relevantes, interesantes y motivadores.
- Poder ser aplicadas a nuevos contenidos y, además, permitir a los estudiantes comprender situaciones y eventos, hasta ahora desconocidos, que pueden encontrar en sus vidas.

Además de dichos criterios, para la selección de las grandes ideas de las micorrizas fue imprescindible la interpretación de múltiples fragmentos de los TCH, que tal y como se expuso anteriormente, debían correlacionar los aspectos conceptuales (*a*) y los recursos explicativos (*b*) identificados como relevantes para este estudio. Así pues, se identificaron y recuperaron las siguientes tres *grandes ideas*, las cuales, unidas, constituyen el estudio fundamental de las micorrizas:

- La micorriza es una relación simbiótica, a la que tal vez todas las plantas son capaces bajo ciertas condiciones.
- La micorriza se caracteriza por aspectos fisiológicos y morfológicos particulares.
- La función nodriza entre el hongo micorrízico y las raíces de las plantas.

En el siguiente apartado, se expone a grandes rasgos el proceso de constitución de las grandes ideas, que como verán, se estructura por medio del análisis e interpretación de fragmentos de los TCH, además, interconecta los aspectos conceptuales y los recursos explicativos mencionados previamente.

#### **4. Interpretación de los TCH y constitución de las grandes ideas**

##### **La micorriza es una relación simbiótica, a la que tal vez todas las plantas son capaces bajo ciertas condiciones**

En esta primera idea se abordan dos elementos de gran relevancia, el primero de ellos referente a la caracterización de las micorrizas como una asociación simbiótica y, el segundo, a la distribución de las micorrizas en diferentes tipos de suelos teniendo en cuenta condiciones particulares. De esta manera, se avanza a la profundización de uno

de los primeros conceptos representativos empleados por Frank para referirse a las micorrizas, el de simbiosis. A través de sus estudios reconoció que la relación entre estos organismos era beneficiosa, Frank (1885) lo expresa de la siguiente manera:

[...] ciertas especies arbóreas, sobre todo las *cupuliferae*, no se alimentan de forma independiente en el suelo, sino que establecen regularmente una simbiosis con micelio fúngico sobre todo su sistema radicular. Este micelio realiza una función de “enfermera húmeda” y realiza la nutrición completa del árbol desde el suelo. (p. 128)

Aunque Albert B. Frank no fue el primero en estudiar las micorrizas, si fue uno de los primeros científicos en caracterizarlas como otro caso de simbiosis. Dichas interpretaciones fueron sometidas a debates y controversias por más de 40 años en diferentes comunidades científicas, encabezadas por científicos como Hartig, Boudier y Gibelli; sin embargo, los argumentos, descripciones, observaciones y experimentaciones llevadas a cabo por este científico salieron triunfantes (Trappe, 2005). En concordancia con lo anterior, para soportar sus afirmaciones sobre el carácter simbiótico de las micorrizas, Frank se vale de analogías a lo largo de sus textos. De esta manera, hace uso de formas de explicar y representar sus observaciones con claridad y simplicidad, relacionándolas con la cotidianidad y comparándolos con otros ejemplos de simbiosis previamente reconocidos; Frank (1885) expone:

La simbiosis de las *cupuliferae* es más parecida a la de los líquenes, específicamente en su carácter biológico, incluso teniendo en cuenta las diferencias, es decir, la asociación cumple tanto los requisitos como los resultados para la alimentación de ambos compañeros. De hecho, el hongo de la raíz es análogo a las hifas del liquen y el árbol al alga del liquen; La comparación no necesita ser más elaborada. (p. 143)

A partir de estos fragmentos, se puede interpretar que el uso de analogías, se consolida como un recurso relevante para presentar, explicar y exponer los estudios, conclusiones y tesis llevadas a cabo durante la actividad científica. Dicho recurso explicativo expuesto por A. B. Frank, es decir la analogía entre los líquenes y las micorrizas, aún permanece vigente en el campo científico, incluso es usual encontrar este elemento en libros de texto universitarios; por ejemplo, Curtis (2008), «los líquenes y micorrizas son ejemplos análogos de simbiosis que involucran hongos. Un liquen es la asociación simbiótica entre un hongo específico y un alga verde o cianobacterias y las micorrizas son asociaciones simbióticas entre los hongos y las raíces de plantas» (p. 534). Por otra parte, en cuanto al hecho de que dicha relación simbiótica puede estar presente en diversas especies arbóreas y en condiciones particulares, Frank (1888) afirma:

[...] esta simbiosis es un fenómeno universal que ocurre por todas partes en el ambiente natural y es constante en cada individuo, le da el carácter de una adaptación de la planta a la actividad fúngica, que obtiene un beneficio definitivo de esta, es sin duda un caso de distribución general. (p. 251)

Por otra parte, en cuanto a las condiciones particulares, Frank (1888) mencionó la relación condicional entre la aparición de las micorrizas y la necesidad de existencia de un suelo rico en humus. En ese sentido, realizó observaciones en las diferentes capas del suelo, en sus palabras Frank:

He observado el perfil del suelo de diferentes bosques de hayas en estas condiciones y lo describiré aquí con un ejemplo. En un Buchenhochwald de 60 años de edad, completamente preservado, sobre un suelo calcáreo masivo bastante fresco y con humus, la capa superior del suelo de unos 22 cm se oscurece por el humus (A), seguido por una capa de transición de unos 13 cm de grosor, (B); y finalmente, sigue la caliza calcárea gris pura, sin humus, que todavía se encuentra en el comienzo de la intemperie, que he examinado en 15 cm de espesor (C) [...] Las micorrizas, que tienen menos de 5 centímetros de diámetro, se encuentran en el suelo que contiene humus, pero a partir de esta profundidad hacia abajo su frecuencia disminuye; incluso en (B) todavía se pueden encontrar, junto con fibras miceliales pardas, que penetran en el suelo, pero no tanto como en la capa más rica en humus. En (C) solo hay una sola raíz, y rara vez lleva unas cuantas raíces chupadoras; esto, sin embargo, muestra solo una ligera condición fúngica. (Frank, 1888, p. 256)

En concordancia con el fragmento anterior, es posible identificar que Frank hace uso de una habilidad indispensable para la comprensión del mundo, la observación, la cual le permite adquirir conocimiento sobre las características y el comportamiento de la relación micorriza-humus. Indudablemente, acompaña sus observaciones de aspectos descriptivos que le permiten organizar sus ideas y dar cuenta ante los lectores y la comunidad científica sus observaciones. Del mismo modo, Frank realiza representaciones, es decir, ilustra detalladamente cada una de sus observaciones y nuevamente la acompaña de elementos descriptivos o explicativos, las cuales, gracias a su gran detalle, casi 40 años después aún siguen siendo un ejemplo genuino de rigurosidad (ver anexo 1).

### **La micorriza se caracteriza por aspectos fisiológicos y morfológicos particulares**

En los TCH analizados fue posible determinar una segunda idea que permite clarificar aspectos relacionados con las características morfológicas y fisiológicas de las micorrizas:

Las raíces de las *cupuliferae* y el micelio fúngico se unen orgánicamente en un órgano morfológicamente único. La dependencia íntima y recíproca que sigue al crecimiento de ambos compañeros y las estrechas interrelaciones de las funciones fisiológicas que deben existir entre los dos parecen ser un nuevo ejemplo de simbiosis en el reino vegetal. (Frank, 1885, p. 141)

Del mismo modo, Albert B. Frank acompaña sus artículos con ilustraciones que representan sus diferentes observaciones, un ejemplo de ello se puede observar en el anexo 1 que hace referencia a ilustraciones de la morfología de las micorrizas; dichas ilustraciones han sido extraídas de los tres artículos analizados.

El hecho de que Frank hiciera uso de ilustraciones permitió que la comunidad científica y, la sociedad en general, percibieran con mayor facilidad las distintas características morfológicas representativas de las micorrizas. Dichas ilustraciones, al ser realizadas con tanta rigurosidad y detalle, siguen vigentes en la actualidad, siendo un referente para el campo científico y educativo (Ryan, 2015; Trappe, 2005). En otro de sus textos, describe la fisiología de la micorriza, o lo que él plantea como función de enfermera húmeda:

Otras observaciones me hicieron erigir una serie de tesis sobre la micorriza de los árboles, entre las cuales las micorrizas no solo suministraron agua y

nutrientes minerales al árbol, sino también toman prestada materia orgánica del humus y de los restos de plantas en descomposición, y lo hacen directamente reciclable al árbol, por lo que la importancia de la nutrición de las plantas aparece bajo una nueva luz. (Frank, 1888, p. 248)

De lo anterior, es posible interpretar que A. B. Frank logró interrelacionar los resultados de sus estudios morfológicos y fisiológicos, sobre la nutrición de las plantas que rompe con todos los esquemas científicos y tradicionales de su época. De igual forma, la lectura de los anteriores fragmentos permite vislumbrar cualidades de este científico, tales como la rigurosidad de sus explicaciones y descripciones, la gran capacidad interpretativa de los hechos y la adquisición de una mente abierta o un pensamiento poco convencional, lo cual lo llevó, a caracterizar un concepto de gran incidencia científica.

### **La función nodriza entre el hongo micorrízico y las raíces de las plantas**

Finalmente, la última gran idea hace referencia a la profundización sobre la relación simbiótica entre el hongo y la raíz de la planta, especialmente, sobre la importancia del hongo para la nutrición de las plantas. En ese sentido, para poder acercarse a la comprensión de dicha relación Frank tuvo que ser crítico y reflexivo frente a los diferentes fenómenos que observaba, de tal manera, que optó por plantear cuestionamientos que le permitieran comprender a profundidad la naturaleza de la relación hongo-raíz que estudiaba. Hacer preguntas y cuestionar los hechos y fenómenos observados es una de las habilidades científicas más relevantes, a continuación, se recuperan algunas de las cuestiones realizadas por Frank en los TCH estudiados, que se relacionan específicamente con el servicio que el hongo ofrece a la planta:

Pero, puesto que el hongo mismo es activo en la producción de la micorriza, no hay parasitismo ordinario, sino una relación mutualista, una simbiosis real, y surge la pregunta de *¿cuál es el servicio que el hongo recibe de la raíz del árbol?* En este punto, todavía no se puede establecer una idea definida; pero es probable que no se relacione solamente con necesidades nutricionales. (Frank, 1888, p. 268)

Otro ejemplo del uso de preguntas o cuestiones para direccionar la investigación puede evidenciarse en el siguiente fragmento:

Ahora, la cuestión de gran interés debe ser, *¿el árbol es dañado por el parasitismo fúngico de sus raicillas?* Sabemos por una multitud de casos que los hongos parásitos dañan sus plantas huésped... Sin embargo, la raíz no muere de ninguna manera a causa del hongo, ya que a pesar de su cambio no pierde la capacidad de funcionar, la prosperidad de este último, lo demuestra adecuadamente. Por la misma razón, la idea de que el hongo prive el árbol de los nutrientes minerales carece de peso... Se concluye de todo esto, que el hongo-raíz, al menos en el estado micelial, no puede infligir absolutamente ninguna desventaja en el árbol. (Frank, 1885, p. 142)

La realización de cuestiones y análisis sobre los hechos observados quedaría vacía sin una interpretación o respuesta a las mismas, por ende, a lo largo de sus textos, Frank es claro al dar solución a las diferentes preguntas guiadoras planteadas y, específicamente, la reciprocidad nutricional del hongo-raíz, veamos:

Este hecho impone el sello de simbiosis sobre esta relación, porque ambos organismos unidos viven juntos en ayuda recíproca sin dañarse entre sí. Que el agua del suelo y los nutrientes necesarios para el árbol se suministran solo

a través de la mediación del hongo, no puede ser cuestionado: envuelve toda la superficie de las raicillas de alimentación, y sus hifas desempeñan el mismo papel que los pelos de raíz para otras plantas en contacto íntimo con el suelo. El hongo absorbe los minerales del suelo no solo para su propia nutrición, sino también para el árbol, por lo que debemos considerar que el hongo-raíz es el único órgano para la absorción de agua y nutrientes del suelo por robles, hayas, etc. En ese sentido, nodriza del árbol. (Frank, 1885, p. 142)

En concordancia con lo anterior, la capacidad de realizar cuestiones sobre la naturaleza de los hechos le permitió a Frank postular una importante teoría sobre la nutrición en las plantas. De igual modo, fue un recurso explicativo imprescindible para dar soporte y coherencia a su investigación, logrando evidenciar el dominio riguroso del tema en cuestión.

#### **Etapas 4. Proponer**

En los apartados anteriores se expusieron los procesos y resultados de las etapas metodológicas de selección y análisis de los TCH. A gran escala, dichos resultados se condensan en tres *grandes ideas*, las cuales, hay que recordar, están constituidas a partir de aspectos conceptuales y pueden ser explicadas por medio de múltiples recursos entre los que se destacan las ilustraciones, analogías y las cuestiones o preguntas reflexivas.

En concordancia con lo anterior, en lo que concierne a esta cuarta y última etapa metodológica, se esbozó una propuesta didáctica a la luz de las grandes ideas identificadas en el análisis de los TCH. El objetivo de dicha propuesta consistió en ejemplificar a los docentes de ciencia, en formación o ejercicio, cómo el análisis de los TCH facilita la identificación y recuperación de ideas y recursos de gran aporte para la planificación docente, y en particular, para la enseñanza de las micorrizas. En ese sentido, para el esbozo de esta propuesta fue necesario:

- Ubicar la pertinencia del contenido científico de las micorrizas, conforme a un nivel/grado escolar particular y a la competencia básica curricular del mismo.
- Identificar aspectos relevantes en la planificación docente y desarrollarlos en base a el contenido seleccionado (micorriza).
- Proponer actividades para la enseñanza de las micorrizas y secuenciarlas de acuerdo con su propósito y función educativa.

En lo relativo al primer punto, fue necesario remitirse a los estándares básicos de competencias en ciencias naturales, elaborados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN); con el propósito de ubicar y relacionar las grandes ideas de la micorriza (contenido conceptual); con las competencias científicas básicas que los estudiantes deben haber adquirido al finalizar un ciclo formativo específico. En ese sentido, se obtiene que el ciclo formativo en el cual deberían desarrollarse procesos de enseñanza-aprendizaje de las micorrizas, o llevarse a cabo esta propuesta didáctica, es el de grado décimo a undécimo; y su correspondiente competencia sería “Explico la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de *relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas*” (Ministerio de Educación Nacional, 2004).

Posteriormente, se identificaron elementos fundamentales para la planificación docente, específicamente, en lo concerniente a el diseño de unidades didácticas, son: los contenidos (conceptual, procedimental y actitudinal), los objetivos (general y específicos),

el tiempo, los destinatarios y los materiales. En ese sentido, los aspectos de planificación docente para la enseñanza de las tres grandes ideas constituyentes del estudio de las micorrizas se esbozan en la tabla 2, que se presenta a continuación:

**Tabla 2:** Planificación docente para la enseñanza de las micorrizas

<b>Contenido</b>	<b>Las micorrizas: una relación simbiótica</b>	
	<b>Conceptual</b>	1. La micorriza es una relación simbiótica, a la que todas las plantas son capaces bajo ciertas condiciones. 2. La micorriza se caracteriza por aspectos fisiológicos y morfológicos particulares. 3. Importancia biológica: la función nodriza entre el hongo micorrízico y las raíces de las plantas.
	<b>Procedimental</b>	1. Caracterizar las micorrizas como un caso particular de simbiosis. 2. Identificar los factores condicionales del crecimiento de las micorrizas. 3. Diferenciar las estructuras morfológicas principales de las micorrizas. 4. Reconocer la importancia de las micorrizas en la nutrición de plantas y hongos.
	<b>Actitudinal</b>	1. Respetar y cuidar las diversas formas de vida. 2. Participar activamente de las actividades y socializaciones de la clase. 3. Escuchar y respetar los aportes y posturas de los demás.
<b>Objetivo</b>	Comprender el concepto de las micorrizas como una asociación simbiótica, su estructura e importancia en la biología.	
<b>Objetivos específicos</b>	1. Acercar al estudiante a la conceptualización del término micorriza a través de la observación de ilustraciones, la solución de preguntas orientadoras y la socialización. 2. Identificar la importancia biológica y comercial de las micorrizas por medio de la inmersión en una experiencia basada en un acontecimiento científico-histórico. 3. Visualizar y diferenciar distintos tipos de micorrizas endotróficas y ectotróficas.	
<b>Destinatarios</b>	Grados de décimo a undécimo.	
<b>Tiempo</b>	Tres sesiones (de dos horas cada una).	
<b>Materiales y recursos explicativos</b>	Uso de ilustraciones extraídas de TCH, fragmentos de TCH, actividad experimental, uso de analogías y uso de preguntas guías.	

Finalmente, se realizó el esbozo de las actividades didácticas, para lo cual, se tuvo en cuenta los planteamientos de Cabrera y Villa (2018) donde se destaca la clasificación de actividades de acuerdo a su función y propósito educativo:

- Actividades de iniciación: propenden *recuperar* ideas y concepciones de los estudiantes; también, son aquellas que permiten *recordar* los temas prerrequisito para el estudio de la nueva temática y, finalmente, permiten

*introducir* creativamente la temática objeto de estudio sobre la que se centra la unidad didáctica.

- Actividades de desarrollo: pretenden promover el desarrollo de las competencias de pensamiento científico, de manera que son aquellas actividades que invitan al estudiante a interpretar, analizar, argumentar, justificar, explicar y reflexionar.
- Actividades de aplicación: permiten determinar si el estudiante es capaz de hacer uso de sus nuevos conocimientos para dar solución, explicar o desarrollar una actividad problema en concreto.

En concordancia con lo anterior, se realiza la ejemplificación de distintas actividades de carácter didáctico para la enseñanza de las micorrizas, dichas actividades, se exponen a continuación:

### **Actividad de iniciación**

Si el propósito general se relaciona con la enseñanza de las micorrizas, un posible objetivo sería “acercar al estudiante a la conceptualización del término micorriza a través de la observación de ilustraciones e imágenes, la solución de preguntas orientadoras y la socialización”. En concordancia con lo anterior se propone que el docente suministre a cada uno de los estudiantes el material trabajo introductorio, en este caso, se propone la utilización de algunas de las ilustraciones realizadas por A. B. Frank de las micorrizas (ver anexo 1) -sin que se mencione el concepto- y posteriormente plantee preguntas a los estudiantes tales como: ¿Qué objeto, animal, planta o microorganismo cree que se ilustra en las imágenes? ¿a qué se le asemeja dicha ilustración? ¿lo recuerda haber visto previamente en algún otro lugar? Durante esta breve actividad, se espera que el docente sea un mediador durante el diálogo grupal, de tal manera que logre encaminar poco a poco las ideas de los estudiantes para que, a continuación, realice una conceptualización de qué es una micorriza, sus partes principales y su función.

Posteriormente, se propone que el docente haga uso de recursos que le permitan a los estudiantes caracterizar, diferenciar y problematizar los conceptos previos; para ello, el docente tendrá la posibilidad de emplear algunas analogías utilizadas por Albert B. Frank en sus TCH, permitiendo relacionar la nueva información con ideas presentes en la cotidianidad, como lo es, relacionar la estructura y organización de las raicillas de la micorriza, con la organización de los pelos de la cola de un zorro. Una analogía que a través de su simplicidad permite comprender aspectos de orden conceptual de gran relevancia. Así pues, se propone que el docente realice la lectura del siguiente fragmento de TCH:

Las raíces son bastante ricas en ramificaciones y tienen un aspecto muy peculiar, porque a simple vista está muy densamente cubierto de filamentos radiculares, bastante gruesos, todos de la misma longitud. Parecen demasiado gruesos para las raíces; pero se vuelven cada vez más cortos cerca del ápice de la raíz, para desaparecer un poco antes de la punta. La raíz parece con este aspecto a la cola de un zorro. (Frank, 1887, p. 399)

Sucesivamente, se sugiere que el docente conceptualice aspectos de gran relevancia sobre la micorriza, y para finalizar la sesión, el docente podrá plantear a los estudiantes preguntas tales como: ¿a qué otro elemento/s de la cotidianidad se asemeja

las micorrizas? ¿qué otros ejemplos conocen de relaciones entre organismos que sean análogos a las micorrizas? Nuevamente, se espera que, durante la socialización de las respuestas con todos los participantes, el docente pueda mediar el diálogo, propendiendo el afianzamiento de los conceptos a partir de los planteamientos de los estudiantes.

### Actividad de desarrollo

En términos prácticos, se establecería un objetivo como el siguiente “identificar la importancia biológica y comercial de las micorrizas por medio de la inmersión en una experiencia basada en un acontecimiento científico-histórico”, para alcanzar dicho objetivo, se podría recuperar el siguiente fragmento escrito por el botánico alemán Albert B. Frank:

Para promover la posibilidad del cultivo de la trufa en el Reino de Prusia, Su Excelencia, el Ministro de Agricultura, Dominios y Silvicultura, me encargó abordar el tema de manera sistemática. Debía comenzar con estudios científicos sobre las condiciones de aparición y desarrollo de estos hongos. (Frank, 1885, p. 128).

Posteriormente, se plantea que el docente presente en la clase un estudio de caso basado en la experiencia histórica que Albert B. Frank describe en su fragmento; en la cual los estudiantes deberán hacer uso de la construcción de hipótesis, asociación de los estudios científicos con la vida cotidiana, la relación e importancia entre las micorrizas y los aspectos socio económicos en los que puede influir, en la tabla 3 se presenta un ejemplo de una propuesta del estudio de caso, junto con sus respectivas preguntas problematizadoras:

**Tabla 3:** Ejemplo de estudio de caso: inmersión histórica.

<p><b>Lectura inicial</b></p>	<p><b>Las micorrizas en Prusia</b></p> <p>En el año 1880 el gobierno de Prusia estaba interesado en el cultivo de trufas (hongos), las cuales eran consideradas un alimento de gran demanda en toda Europa. Por ello, el Departamento de Agricultura y Silvicultura de dicho país, encargó a Frank realizar estudios científicos sobre la aparición y el desarrollo de estos hongos; con el objetivo de determinar aspectos de gran relevancia que mejoraran la producción y calidad de las trufas. En ese entonces, la idea más común sobre la nutrición de los hongos sugería que estas trufas crecerían en ambientes abundantes de materia orgánica en descomposición, sin embargo, el panorama encontrado por Frank fue totalmente diferente, notó que las trufas crecían casi exclusivamente alrededor de las raíces de árboles vivos y para su sorpresa ambos organismos estaban en perfecto estado.</p>
<p><b>Situaciones problematizadoras</b></p>	<p>1. De acuerdo con la lectura anterior y, a partir de los conocimientos adquiridos en las distintas sesiones, responda: ¿por qué cree que las trufas crecieron adecuadamente en un suelo libre de materia orgánica en descomposición? ¿cuáles factores favorecen el crecimiento del cultivo de trufas?</p> <p>2. Imagine que debe ayudar a Frank en su investigación sobre estos hongos, realice una hipótesis sobre ¿cuáles cree que pueden ser los factores más relevantes para afirmar que la relación entre hongo-raíz es simbiótica y no parasitaria?</p>

	<p><b>3.</b> Imagine que Frank cometió errores en sus observaciones y que, en efecto, las micorrizas no son organismos simbióticos sino organismos parasitarios ¿cómo afectaría esto a los cultivos de trufas y a la economía de Prusia? ¿Cómo cree que se podrían ver afectadas y/o beneficiadas las especies de plantas que albergan en sus raíces las micorrizas? ¿Qué pasaría si hay un incremento acelerado de micorrizas parasitarias en todo el mundo?</p>
--	---

### Actividad de aplicación

Para finalizar, un ejemplo de este tipo de actividad consistiría en formular un objetivo como el siguiente: “Visualizar y diferenciar distintos tipos de micorrizas endotróficas y ectotróficas”. En ese sentido, se sugiere que el docente planifique una actividad práctica de laboratorio, en la cual, dependiendo del contexto educativo, se seleccionen los métodos, materiales y metodologías más adecuadas para llevarla a cabo. En ese sentido, respecto a la ejecución de dicha actividad se propone hacer uso de nuevas tecnologías, a través de la realización de un laboratorio virtual, con el propósito de facilitar y dinamizar el acceso a distintas muestras visuales de material vegetal micorrícico, tales como imágenes digitales y/o videos de alta calidad de micorrizas ectotróficas asociadas a los pinos y a otras especies de plantas; así como, micorrizas endotróficas asociadas a plantas comunes como cebolla, maíz, yuca entre otros.

Por otra parte, si se desea realizar una práctica de laboratorio presencial se propone en primera medida la realización de observaciones de raíces de distintas especies de pino, y de diferentes edades, así como una actividad práctica de tinciones. En la tabla 4 que se presenta a continuación, se adjunta un ejemplo de una actividad que se considera puede ser útil para dar cumplimiento al objetivo educativo planteado. Dicha actividad experimental ha sido adaptada teniendo en cuenta el método de tinción elaborado por Phillips y Hayman (1970) e influenciada por los aportes de la Universidad del Litoral (2016):

**Tabla 4:** Ejemplo de guía práctica de laboratorio: tipos de micorrizas.

<b>Nombre de la práctica</b>	A la raíz del asunto
<b>Objetivo General</b>	Visualizar y diferenciar distintos tipos de micorrizas endotróficas y ectotróficas.
<b>Materiales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raíces de <i>Pinus montezumae</i>, o especies semejantes, de 4, 6 y 12 meses de edad.</li> <li>2. Raíces de plantas comunes (Cebolla, maíz, yuca, tomate y pepino)</li> <li>3. Potasa Cáustica (Hidróxido de potasio - KOH) al 10%</li> <li>4. Vinagre (Ácido acético al 5%)</li> <li>5. Tinta China (color negro)</li> <li>6. Agua corriente acidificada con unas gotas de vinagre (aprox. 10 por litro)</li> <li>7. Papel absorbente</li> <li>8. Cajas Petri de vidrio (8) o Recipientes de vidrio con tapa</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Bisturí</li> <li>10. Pinzas</li> <li>11. Mechero</li> <li>12. Portaobjetos y Cubreobjetos (8 c/u)</li> <li>13. Microscopio</li> <li>14. Estereoscopio</li> </ol>
<b>Procedimiento</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lavar cuidadosamente y con abundante agua las raíces de <i>Pinus montezumae</i> y de las plantas comunes, hasta que sea eliminado por completo los residuos del suelo.</li> <li>2. Secar cuidadosamente las raíces con el papel absorbente, eliminando el exceso de agua.</li> <li>3. Con ayuda del bisturí y con sumo cuidado, proceda a cortar las raíces en trozos de 3 a 5 cm.</li> <li>4. Coloque cada uno de los trozos de raíces de <i>Pinus montezumae</i> en cajas Petri, observe directamente a través del estereoscopio e identifique cada una de las estructuras que observa.</li> <li>5. Coloque cada uno de los trozos de raíces de plantas comunes en las cajas Petri y vierta en ellas la solución de potasa cáustica (hidróxido de potasio al 10%) hasta cubrirlas por completo.</li> <li>6. Luego, con ayuda del mechero y bajo la supervisión del docente, caliente las cajas Petri por algunos minutos hasta que las raíces de plantas comunes pierdan color.</li> <li>7. Lave las raíces nuevamente con agua corriente, para eliminar el exceso de potasa cáustica.</li> <li>8. Utilice las pinzas para poner las raíces ya transparentes en una caja Petri y vierta la mezcla de tinta china y vinagre hasta cubrirlas (en partes iguales).</li> <li>9. Caliente la muestra a fuego medio por 3 minutos, recuerde remover con ayuda de las pinzas la muestra e ir adicionando la mezcla (tinta china y vinagre) para evitar que se pegue a la caja Petri (recuerde no dejar hervir).</li> <li>10. Una vez las raíces se hayan enfriado, deberá lavarlas nuevamente con la solución de agua acidificada (agua y vinagre). Repita este procedimiento mínimamente 3 veces.</li> <li>11. Corte las raíces teñidas en segmentos más pequeños (1 cm. aprox.) y colóquelas sobre un portaobjetos; adicionando 2 gotas de agua; luego, cúbralas con el cubreobjetos. Observe directamente al microscopio en los aumentos de 40X y 100X e identifique diferentes estructuras de las endomicorrizas.</li> </ol>

Una vez finalizada la práctica de laboratorio o, incluso, durante la misma, se sugiere que el docente plantee diferentes cuestiones acerca de los procedimientos científicos llevados a cabo; por ejemplo, puede realizar preguntas tales como: De acuerdo con el procedimiento realizado en el punto 4, ¿por qué considera que es importante utilizar el hidróxido de potasio? ¿Por qué es necesario que las raíces pierdan su color? ¿cuáles son las diferencias estructurales más representativas entre micorrizas endotróficas y ectotróficas? Del mismo modo, se recomienda que el docente haga uso de

recursos como ilustraciones o imágenes que permitan a los estudiantes comparar, analizar y debatir acerca de sus propias observaciones; un ejemplo de este caso consistiría en que el docente proporcione a los estudiantes ilustraciones de micorrizas realizadas por Albert B. Frank u otro científico que haya realizado estudios de la micorriza, de esta manera, los estudiantes podrán comparar y cuestionar las similitudes y diferencias de sus hallazgos.

## 5. Reflexiones finales

A manera de conclusión, se destaca los aportes del análisis de TCH, como una estrategia de acercamiento a la ciencia, en particular, al conocimiento científico referente al estudio de las micorrizas. En ese sentido, es preciso realzar el valor de las fuentes primarias de conocimiento científico durante la realización de dichos análisis, debido a que estos, se han elaborado a partir de un lenguaje científico exquisito; a su vez, dan cuenta de los procesos de construcción del conocimiento, permitiendo la recuperación de ideas, teorías, modelos, recursos y experimentaciones que indiscutiblemente tienen un carácter memorable.

Del mismo modo, se considera que el análisis de TCH aporta significativamente al campo de la enseñanza de las ciencias, en particular, a la enseñanza de las micorrizas, debido a que permite que los recursos explicativos y los aspectos conceptuales identificados como elementos claves del análisis, puedan traspasarse al campo de la enseñanza de las ciencias; transformándose así, en recursos educativos, los cuales con una correcta aplicación, pueden llegar a ser muy eficaces durante la planeación docente, y en general, durante el desarrollo de los distintos procesos de enseñanza.

Finalmente, a manera de proyección, es posible explicitar que, en lo concerniente a futuras investigaciones relacionadas con este estudio, se espera desarrollar a mayor profundidad la propuesta didáctica esbozada en este documento y, posteriormente, aplicarla; con el propósito de identificar ventajas, desventajas, aciertos y desaciertos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las micorrizas.

## Referencias

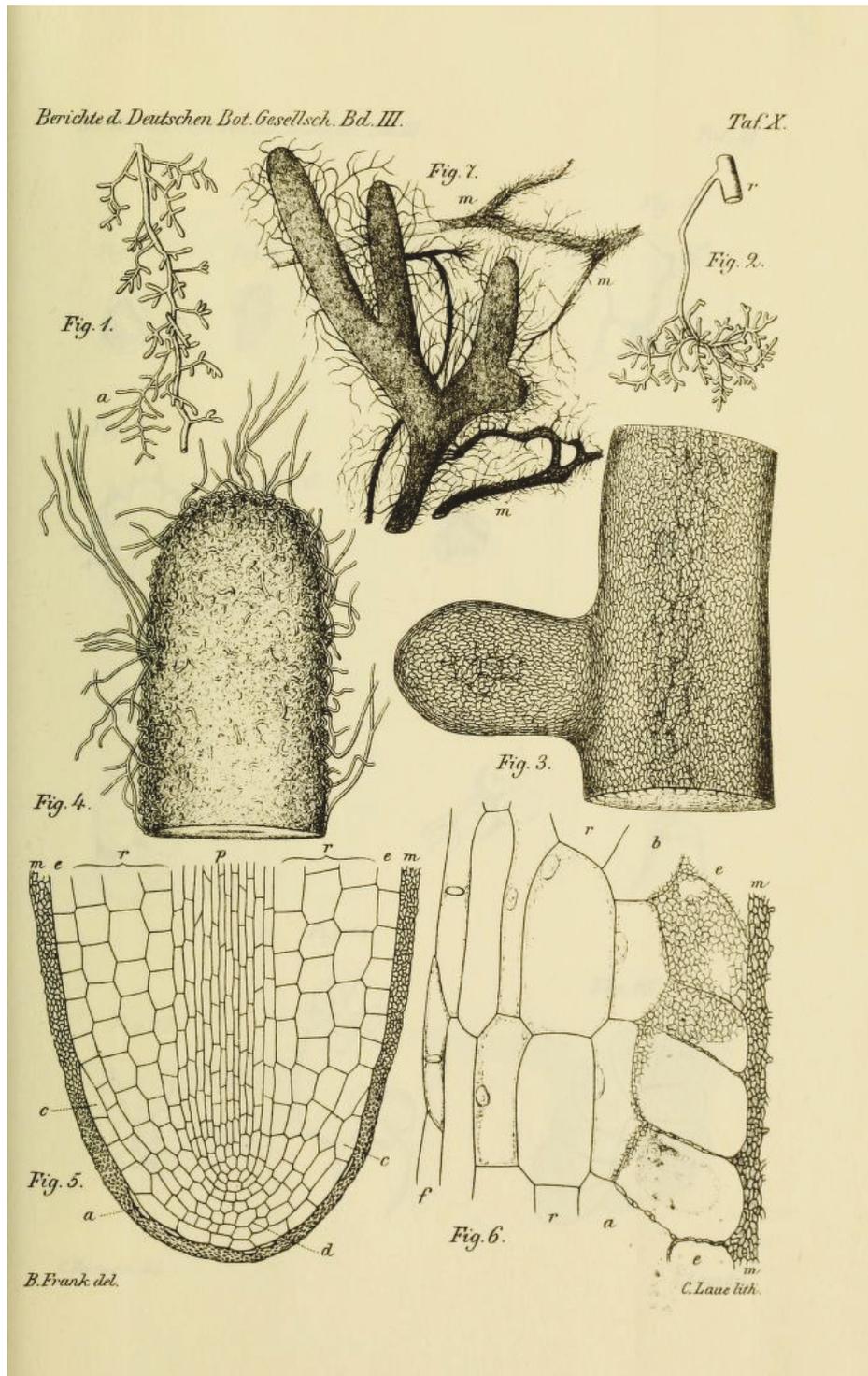
- Andrade-Torres A. (2010). Micorrizas: antigua interacción entre plantas y hongos. *Ciencia* 61, 84-86.
- Béjar, M. D. (2015). *Historia del mundo contemporáneo (1870-2008)*. Editorial de la Universidad de La Plata.
- Brown, D. E., & Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional science*, 18(4), 237-261.
- Cabrera, H. G., & Villa, M. D. (2018). Diseño de unidades didácticas a partir de estudios de caso histórico científicos. En H. G. Cabrera (Ed.), *Educación en biología: Aportes de estudios históricos al diseño de unidades didácticas* (1.ª ed., pp. 15-30). Universidad del Valle.
- Camargo-Ricalde, S. L., Montaña, N. M., De la Rosa Mera, C. J., & Montaña Arias, S. A. (2012). Micorrizas: una gran unión debajo del suelo. *Revista Digital Universitaria*, 13(7), 19. <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num7/art72/art72.pdf>

- Cerda, H. (1991). *Los elementos de la investigación*. Bogotá: El Búho.
- Chang, H. (2016). Who cares about the history of science? *Notes and Records: The Royal Society Journal of the History of Science*, 71(1), 91-107. <https://doi.org/10.1098/rsnr.2016.0042>
- Cherif, A. H. (1990). Mutualism the forgotten concept in teaching science. *The American Biology Teacher*, 52(4), 206-208. <https://doi.org/10.2307/4449085>
- Curtis, H., & Schnek, A. (2008). *Biología*. Ed. Médica Panamericana.
- Flick, U. (2007). *Introducción a la investigación cualitativa* (2.ª ed.). Madrid: Morata.
- Frank, A. B. (1885). Ueber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 3, 128-145.
- Frank, A. B. (1887). Ueber neue Mykorrhiza-Formen. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 5, 395-409.
- Frank, A. B. (1888). Ueber die physiologische Bedeutung der Mykorrhiza. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 6, 248-269.
- González González, B. M., & Moreno Jiménez, T. (1998). Las analogías en la enseñanza de las ciencias. *Actas II Simposio sobre la docencia de las ciencias experimentales en la enseñanza secundaria* (pp.204-206). Madrid: Ediciones de la Torre.
- Harlen, W. (Ed.). (2012). *Principios y grandes ideas para la educación en ciencias*. Santiago de Chile: Academia Chilena de Ciencias.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- Izquierdo, M., García-Martínez, A., Quintanilla, M., & Adúriz-Bravo, A. (2016). *Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: Aportes para la formación del profesorado de ciencias* (1ra ed.). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Koide, R. T., & Mosse, B. (2004). A history of research on arbuscular mycorrhiza. *Mycorrhiza*, 14(3), 145-163. <https://doi.org/10.1007/s00572-004-0307-4>
- Ministerio de Educación Nacional, República de Colombia. (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales*. Bogotá: Cargraphics S. A.
- Perales, F. J., & Jiménez, J. de D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386.
- Philips, J. M. y Hayman, D. S. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British mycological Society*, 55, 158-161.
- Ryan, F. (2015). *Darwin's blind spot: The role of living interactions in evolution*. Swift Publishers.
- Solsona, N. (2015). Análisis de las estrategias de autorización de mujeres científicas en la ilustración. *Revista Física Y Cultura*, (9), 25-40.
- Suárez, M. C. (2006). *Propuesta de enseñanza-aprendizaje sobre las interacciones entre las poblaciones y su vocabulario científico*. Universidad de Antioquia.

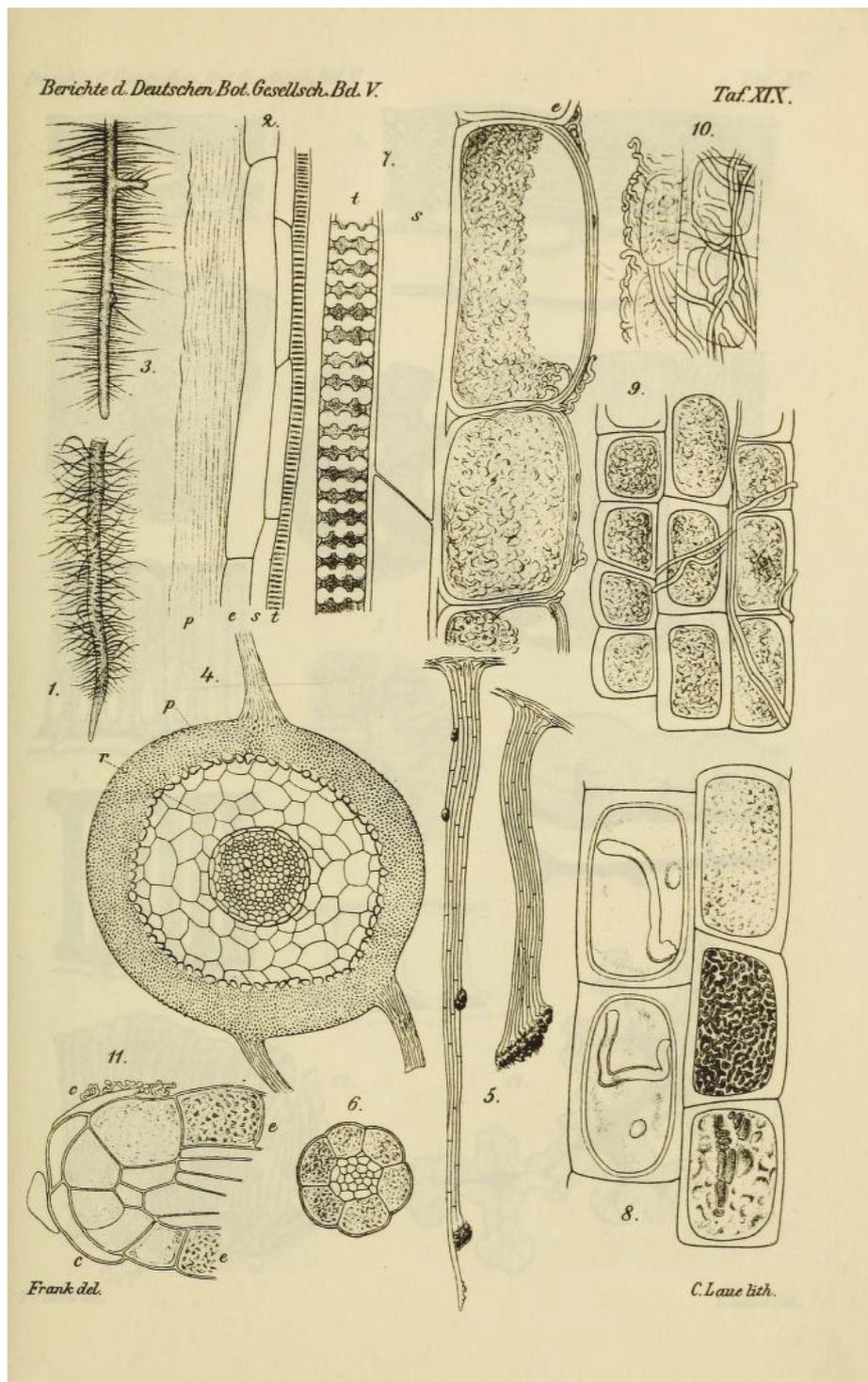
- Trappe, J. M. & Fogel, R. D. (1977). Ecosystematic functions of mycorrhizae. En *The belowground ecosystem: a synthesis of plant-associated processes* (vol. 26, pp. 205-214). Recuperado de <http://andrewsforest.oregonstate.edu/pubs/pdf/pub2044.pdf>
- Trappe, J. M. (2005). A. B. Frank and mycorrhizae: The challenge to evolutionary and ecologic theory. *Mycorrhiza*, 15(4), 277-281. <https://doi.org/10.1007/s00572-004-0330-5>
- Universidad Nacional del Litoral. (2016). *Generalidades de las micorrizas*. Práctica de laboratorio H y L # 12 Micorrizas. Departamento de Biología. Argentina. Recuperado de: <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-del-litoral/biologia/trabajos-practicos/practica-12-micorrizas-hy-l/2985808/view>
- Zapata Villamil, C. S. (2014). *Enseñanza-Aprendizaje del concepto de bacteria en estudiantes de segundo de primaria de zona rural*. Universidad Nacional de Colombia.

### **Anexo 1**

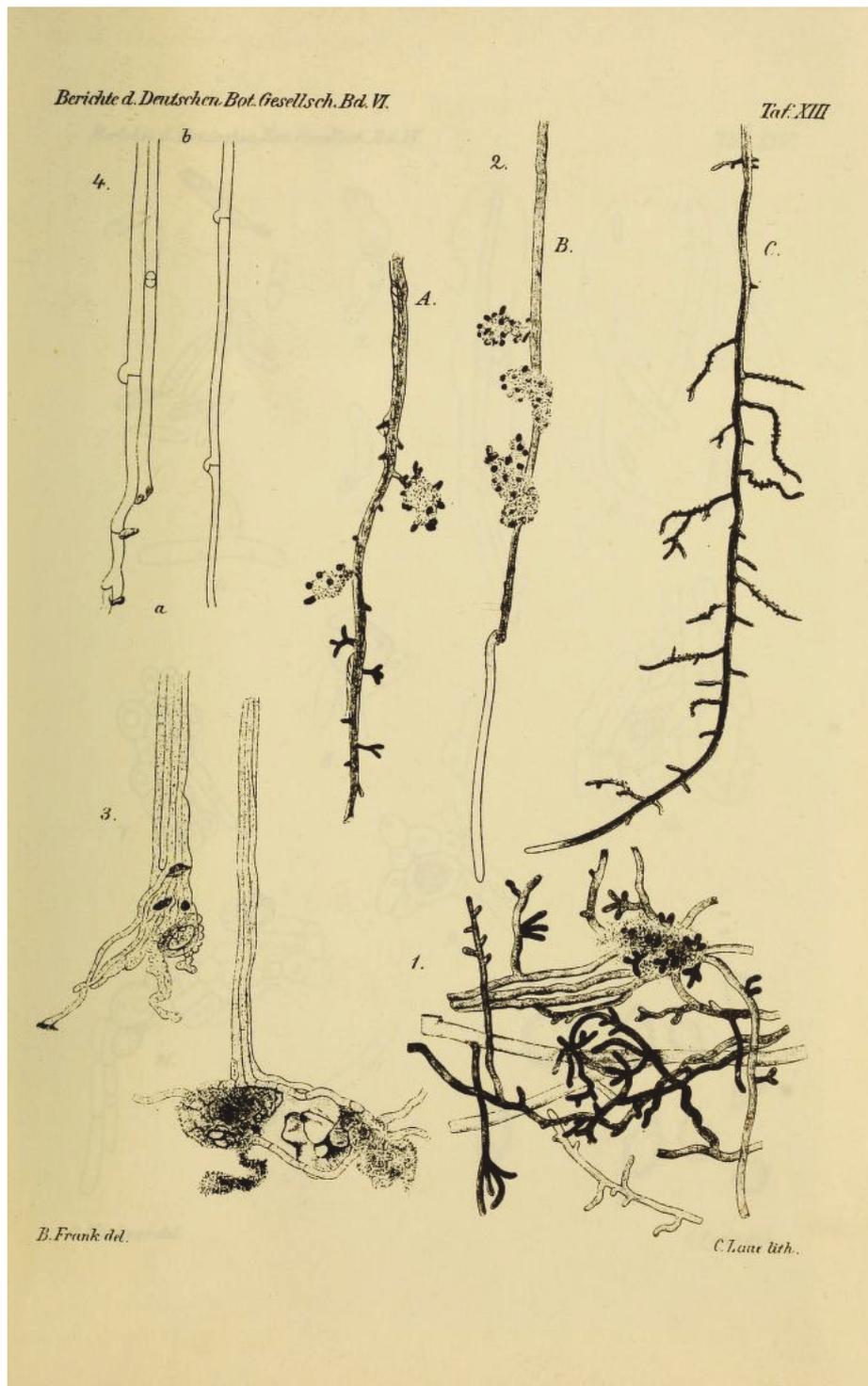
Ilustraciones de los tres TCH analizados, elaborados por Albert B. Frank en 1885, 1887 y 1888.



**Figura 1:** Ilustración de A.B Frank para (Frank, 1885). Tafel X del volumen 3 de la *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. Imagen en dominio público, tomada de la Biodiversity Heritage Library. Disponible en <https://www.biodiversitylibrary.org/page/36406968>



**Figura 2:** Ilustración de A. B. Frank para (Frank, 1887). Tafel XIX del volumen 5 de la *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. Imagen en dominio público, tomada de la Biodiversity Heritage Library. Disponible en <https://www.biodiversitylibrary.org/page/36119852>



**Figura 3:** Ilustración de A. B Frank para (Frank, 1888). Tafel XIII del volumen 6 de la *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. Imagen en dominio público, tomada de la Biodiversity Heritage Library. Disponible en <https://www.biodiversitylibrary.org/page/36326910>

# El “Giro Transnacional” y el “Giro Espacial” en la Historia de la Ciencia

Yonatan Durán Maturana<sup>1</sup>

Recibido: 2 de marzo de 2021

Aceptado: 22 de mayo de 2021

---

**Resumen.** El propósito de este de trabajo es presentar algunos “giros” (el transnacional y el espacial) que surgieron en el contexto de crítica a la historiografía tradicional de la ciencia; enfoques vertebrados por la idea de *circulación* que, dicho sea de paso, se ha convertido en un recurso de análisis al mostrar cómo la ciencia ha sido un proceso en donde científicos de diversas latitudes han participado en un proceso global de circulación de los conocimientos científicos. El esquema que sigo es el siguiente: en un primer momento (los apartados 2 y 3) de naturaleza puramente descriptiva, presento los dos giros manteniendo como hilo conductor a la circulación. En el segundo momento (apartado 4) los interpreto, proponiendo a la circulación de los conocimientos científicos como el fundamento de la naturaleza supraindividual (si se quiere, colectiva) de la actividad científica, al tiempo que propongo un esquema metodológico (genérico) para estudiar la circulación en las ciencias.

**Palabras claves:** circulación del conocimiento científico, giro transnacional, giro espacial, geografía de la ciencia.

**Title:** “Transnational turn” and “Spatial turn” in the history of science

**Abstract.** The purpose of this paper is to present some “turns” (the transnational and the spatial) that emerged in the context of criticism of the traditional historiography of science; approaches structured by the idea of circulation which, incidentally, has become a resource of analysis by showing how science has been a process in which scientists from different latitudes have participated in a global process of circulation of scientific knowledge. The scheme I follow is this: in the first moment (sections 2 and 3) of a purely expository nature, I present the two “turns”, maintaining circulation as the common thread. In the second moment (section 4) I interpret them, proposing the circulation of scientific knowledge as the foundation of the supra-individual (if you will, collective) nature of scientific activity, while proposing a (generic) methodological scheme to study circulation in the sciences.

**Keywords:** circulation of scientific knowledge, transnational turn, spatial turn, geography of science.

---

## 1. Introducción

De los muchos dominios de la historia, hay al menos uno –la historia de la ciencia– que, desde su proceso de institucionalización en el periodo de entreguerras, reclamó siempre

---

<sup>1</sup> Universidad de Antioquía, Colombia.

✉ [yonatan.duran@udea.edu.co](mailto:yonatan.duran@udea.edu.co) |  [0000-0002-2053-5243](https://orcid.org/0000-0002-2053-5243)

Durán Maturana, Yonatan (2021). El “Giro Transnacional” y el “Giro Espacial” en la Historia de la Ciencia. *Epistemología e Historia de la Ciencia*, 5(2), 42–63.

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/article/view/32326/>



su condición de *universalidad*. La inauguración de la revista *Isis* en 1913 le dio a George Sarton (1884-1956) el título de “padre de la historia de las ciencias”. De hecho, rotuló a la disciplina como “la única historia que puede ilustrar el progreso de la humanidad”. Decía: “Podemos así reconstruir o ayudar a reconstruir, por así decirlo, el desarrollo del genio humano, es decir, no la inteligencia de un solo hombre o grupo de hombres, sino la de la humanidad en su conjunto” (Sarton, 1936, p. 5).

Según Kapil Raj (2017), en los primeros años de existencia, la historia de la ciencia se concibió como un proyecto puramente meta-científico. En la revista *Isis* se orientaba principalmente a los científicos con la expectativa de una utilidad contemporánea –para Raj el motivo residía en la creencia de que la historia posee un valor educativo, heurístico o polémico–, es decir, era una historia que tenía una función eminentemente pedagógica. Así, el proyecto de Sarton era mostrar un conjunto total de los conocimientos humanos: una totalidad que era simétrica como consecuencia de la armonía de los elementos “humano” y “conocimiento”. En tal sentido, Sarton creía que el progreso de cada parte de la ciencia era algo así como una función del progreso de las otras (Raj, 2017, pp. 49-50).

Finalmente, si bien es cierto que la historia de la ciencia propuesta por Sarton y su revista estaba emparentada con la historia de las ideas, al tiempo que era decisivamente positivista y acumulativa, el ideal de su proyecto inicial era la unidad de la humanidad contenida en lo que él mismo denominó “Nuevo Humanismo” (Sarton, 1931). Desde esta perspectiva, los progresos de la ciencia no se debían a los esfuerzos aislados de un solo grupo social, era más bien los esfuerzos combinados de toda la humanidad. Hay, por tanto, una visión global del desarrollo de la ciencia que deviene en mostrar cómo la ciencia era una empresa en la que toda la humanidad había contribuido, más aún, era un proyecto que desbordaba los límites de las fronteras nacionales y religiosas.

Antes de continuar, como punto de partida, es preciso examinar aquello a lo que se denomina *historia de la ciencia* y cómo es que esta se escribe: la historiografía de la ciencia. Entre otras cosas, esto puede ayudar a comprender el carácter especial de este tipo de historia.

La *historia de la ciencia* no es igual a la *historiografía de la ciencia*. Es importante establecer esta distinción. Mientras que la historia de la ciencia se ve como una serie de acontecimientos que tuvieron lugar en el pasado<sup>2</sup>, el “estudio de la historia de la ciencia”, la historiografía de la ciencia propiamente dicha es el examen y análisis de los textos que describen la historia de la ciencia. Por lo demás, existen historias de la ciencia que son textos que buscan describir, representar y analizar los acontecimientos históricos de la ciencia propiamente formal. En definitiva, esto no es lo mismo. Así lo señala Kragh (1987/2007):

En la práctica, la historiografía puede tener dos significados. Puede significar simplemente escritura (profesional) sobre la historia, es decir, relatos de los acontecimientos del pasado escritos por historiadores; pero también puede significar teoría o filosofía de la historia, es decir, reflexiones teóricas sobre la naturaleza de la historia. . . . En su último sentido, la historiografía es, por lo tanto, una meta-disciplina . . . la historia puramente descriptiva no será historiografía, pero puede ser objeto de un análisis historiográfico. (p. 289)

<sup>2</sup> Para una discusión más amplia de la cuestión, véanse las reflexiones de Thomas Söderqvist, particularmente (1999) y (2007).

Para Kragh la historiografía de la ciencia se refiere al estudio de cómo se ha escrito y se escribe la historia de la ciencia, incluso el *por quién*. Para Mark Erickson (2010), quien la define a partir de Kragh, la “historiografía de la ciencia” se emparenta más, como una especie de contrato, con la idea de “historiografía de la historia de la ciencia”.

Habría que precisar que hay dos maneras de escribir la historia de la ciencia. Una que podría denominarse –y Erickson la denomina así– “historias esotéricas de la ciencia” escritas por los científicos formales, la otra, más exotérica, es escrita por los historiadores entrenados. Entonces, queda expuesto que las historias de la ciencia con frecuencia son escritas por un grupo diferente de personas y para públicos diferentes. Por esta particular situación, la historiografía de la ciencia cobra gran importancia al posibilitar el desentrañamiento de algunos “enredos” y por dar respuestas a diversas preguntas.

### **Cánones en la historiografía de la ciencia**

En su ensayo ya clásico, *Towards an historiography of science* (1963), Joseph Agassi hace un examen del estado de la historia de la ciencia y concluye que es lamentable. Para Agassi la historia de la ciencia se dividía en dos campos: el “inductivista” y el “convencionalista”. Las historias provenientes del primero reunían los acuerdos de la actualidad de la ciencia y se desplazan hacia atrás en el tiempo para hallar los caminos que habían tomados los científicos en el pasado para lograr las comprensiones actuales; en esta, la historia de la ciencia se presenta como los escalones de una escalera. Por contra, las historias convencionalistas se preocupaban por las continuidades en el desarrollo y consolidación de la ciencia en la actualidad.

Por su parte, Thomas Kuhn es tal vez la mejor referencia en la historia de la ciencia de las últimas décadas del siglo XX. Además de analizar la historia de la ciencia, escribió varios textos sobre la historiografía de la ciencia: *La historia de la ciencia* (1968) y *Las relaciones entre la historia y la historia de la ciencia* (1971). A grandes rasgos, los análisis kuhnianos, al igual que los de Agassi, clasifican de dos maneras la escritura de la ciencia en épocas pasadas, en este caso: una como “narrativa de los acontecimientos” y otra como un enfoque más filosófico (metafísico), ambas escritas por los propios científicos. Según Kuhn “el objetivo de esas antiguas historias de la ciencia es el de esclarecer y profundizar el conocimiento de los métodos científicos contemporáneos mostrando su evolución” (Kuhn, 1977/1982, p. 130).

Sin embargo, surgieron en épocas contemporáneas (siglo XX) historias más sofisticadas, calibradas, matizadas y contextualizadas, donde la historia de la ciencia es vista como algo más que un simple catálogo de los logros positivos. Pero como pasaba en épocas remotas, las nuevas narrativas de la época de Kuhn se circunscribían en un esquema doble de clasificación: narrativas internas y externas –ya es bastante conocida la disyuntiva entre las dos en la historia de la ciencia. El “enfoque interno” consta de historias que producen relatos profundos y específicos de campos individuales; se ocupa de la “sustancia de la ciencia como conocimiento”. Por su parte, el “enfoque externo” trata de “las actividades de los científicos como grupo social dentro de una cultura determinada” (Kuhn, 1977/1982, p. 134). Pero Kuhn prefirió un enfoque en el cual se combinan los dos anteriores, aunque también es cierto que reconoció que ambas eran empresas prácticamente independientes.

Enfatizó en la necesidad de reaccionar ante esta práctica, y sugirió que algunos historiadores ya habían respondido a tales cuestiones (Kuhn, 1962/2013, p. 102). Por tanto, el resultado de esta reacción fue una “revolución historiográfica en los estudios de la ciencia”, por cuanto: “gradualmente, y muchas veces sin darse plenamente cuenta de lo que están haciendo, los historiadores de las ciencias han comenzado a plantear nuevos tipos de preguntas y a trazar líneas de desarrollo científico distintas y a menudo escasamente acumulativas” (p. 104).

Tampoco es que las propuestas de Kuhn hayan sido asumidas en su totalidad. El historiador y sociólogo estadounidense Steven Shapin polemiza con aquel. Proponía romper con la dicotomía externo/interno y prestar atención a los contextos locales de cambios científicos. En su artículo *Disciplina y delimitación: la historia y la sociología de la ciencia a la luz del debate externismo-internismo* (1992), hace una reconstrucción historiográfica, si se quiere, una reinterpretación de la dicotomía para alejarse de ella.

Ahora bien, ¿qué entiendo por “canon” en la historiografía de las ciencias? Por de pronto, esto: que se trata de un *esquema* que gira en torno a la dicotomía interno/externo, que tiene fundamentalmente tres fuentes, pero más importante, que se proyecta en *círculos concéntricos* hacia gran parte de la historiografía de la ciencia del siglo XX y de principios del XXI. Estas fuentes (que Shapin denomina, para las primeras dos, respectivamente, “Tesis de Hessen” y “Tesis de Merton”) son: el ensayo de Boris Hessen, *Las raíces socioeconómicas de la Mecánica de Newton* (1931);<sup>3</sup> la obra de Merton, *Ciencia, tecnología y sociedad en la Inglaterra del siglo XVII* (1938), y *Estudios galileanos* (1939) de Alexandre Koyré. Como es natural, el vínculo con este *esquema* puede ser de dos maneras, por asimilación o por confrontación.<sup>4</sup>

Este canon que supuso un “giro historicista”, en el decurso del siglo XX, significó un agotamiento de las perspectivas ahistóricas en las concepciones de las ciencias. Para decirlo con términos de Hans Reichenbach (*Experiencia y predicción*, 1938), este giro significó un cambio de interés del “contexto de justificación” por el “contexto de descubrimiento”. Mientras que la filosofía de la ciencia tradicional prioriza los componentes de la naturaleza, aparece entonces, desde presupuestos sociológicos (sociología de la ciencia) que la prioridad debería ser el contexto social.

Steve Woolgar (1988/1991) atribuye este cambio a Kuhn, sin embargo, aunque reconociendo la importancia de los estudios kuhnianos, este proceso de “desbloqueo” empieza ya con el *esquema* que hemos citado. Con la tradición marxista de Boris Hessen y John Bernal (Huerga, 1999). Adquiere en los años 70 un viraje con la aparición del Programa Fuerte de la sociología del conocimiento de la Escuela de Edimburgo. El Programa Fuerte se matiza en los años 80 por el Programa Empírico del Relativismo de la Escuela de Bath-Cornel; como representantes más destacados están Harry Collins y Trevor Pinch (1996).

<sup>3</sup> Este texto no se tradujo al español sino hasta 1985, por la Academia de Ciencias de Cuba con motivo del primer congreso Latinoamericano de Historia de las Ciencias y Tecnología.

<sup>4</sup> No es el espacio para hacer un excursus sobre la clasificación de las dos alternativas de vínculo con el *esquema*, por tanto, de estas tres fuentes y su implicación en los estudios de la ciencia en el curso del siglo XX y XXI. Para un análisis completo, ver el artículo de Shapin ya citado, *Disciplina y delimitación: la historia y la sociología de la ciencia a la luz del debate externismo-internismo*. O bien, un artículo más clásico, Semeon Mikulinsky (1989). O más recientemente, el libro de María Martini (2012).

Las reflexiones en torno a la cuestión de la prioridad en los estudios de la ciencia permitieron que se produjeran nuevas orientaciones y cambios significativos en los intereses de los historiadores de las ciencias; en la actualidad, y para nuestro contexto, la *historia social de la ciencia* ha sido el campo de abordaje más dominante. Esta última ha generado las condiciones para una reconciliación en las distintas maneras de estudiar el desarrollo de la ciencia desde muy diversas disciplinas: una colaboración entre sociólogos, historiadores, comunicadores, lingüistas, antropólogos, politólogos, etc.

De hecho, esa nueva apertura dinamizó los estudios de la ciencia. Siguiendo a Saldaña se puede esquematizar de la siguiente manera: 1) permitió estudiar los mecanismos de institucionalización de las ciencias (la creación de sociedades científicas, universidades, creación de revistas de divulgación y difusión), 2) los procesos de profesionalización, 3) la emergencia de nuevas disciplinas científicas, 4) la relación de la ciencia con su público (la divulgación, la comunicación y la popularización de la ciencia).<sup>5</sup>

Así, un debate relativamente reciente y amplio tuvo lugar en el contexto de habla alemana desde el año 2000 como resultado de la distinción entre *Wissensgeschichte* (historia del conocimiento) y *Wissenschaftsgeschichte* (historia de la ciencia). En efecto, *Wissenschaftsgeschichte* se ha establecido como un campo académico, con cátedras, centros de investigación, estudios empíricos y consideraciones teóricas muy importantes. Como centro de esta cuestión podría citarse al Instituto Max Planck de Historia de la Ciencia de Berlín. También está el Centro de Historia del Conocimiento de Zúrich (Zentrum Geschichte des Wissens), inaugurado en el 2005.<sup>6</sup>

En este último son importantes las reflexiones del historiador Philipp Sarasin (2011), quien fundamentándose en la teoría de Ludwin Fleck, Simon Schafer, Steven Shapin, entre otros, sostiene que los historiadores siempre se han relacionado con contextos más amplios, ya sea la nación o la sociedad. Según Sarasin, *Wissensgeschichte* vendría a ser el estudio de “formas más o menos racionales de conocimiento”. En el siglo XIX este tipo de conocimiento se asoció a las disciplinas científicas, pero deben considerarse como puntos de cristalización (como alcanzado el grado más alto) y no equivalen al principio o al final de un proceso más largo. “El conocimiento está siempre en evolución, cambiando y ‘realizándose’ a través de la *circulación* entre diferentes esferas sociales” (p. 166), viene a decir.

Por último, estas líneas introductorias son fundamentales para presentar algunos “giros” distintos, pero con intersecciones, en la reciente historiografía de la ciencia. En lo sucesivo describo: el transnacional, que fija la mirada más allá de las fronteras nacionales; el geográfico, que llama la atención por la dimensión espacial en la actividad científica; y como término de conexión entre los otros dos, la *circulación del conocimiento científico*, que se preocupa por la movilidad de conocimientos, pero también objetos, personas e ideas a través de distintos espacios geográficos.

Pues bien, ¿cómo proceder? El esquema que sigo para presentar estos “giros” es el siguiente: en un primer momento (los apartados 2 y 3) de naturaleza puramente expositiva, presento los dos giros manteniendo como hilo conductor a la *circulación*. En

<sup>5</sup> Véase Saldaña (1989, pp. 12-13).

<sup>6</sup> Una descripción extensa de las perspectivas historiográficas que empiezan a surgir en el contexto alemán, así como una gran variedad de casos de estudios, se puede encontrar en Östling, Larsson Heidenblad, Sandmo, Nilsson Hammar, y Nordberg (2018).

el segundo momento (apartado 4) los interpreto, proponiendo a la *circulación de los conocimientos científicos* como el fundamento de la naturaleza supraindividual (si se quiere, colectiva) de la actividad científica.

Esta construcción es, sin duda, artificial (pero no gratuita), debido a que es posible por el propio material disponible. Sin embargo, no se trata de una construcción puramente convencional. Se dispone de un campo, si se quiere, neutral, que es el mismo material ordenado lógicamente. En todo caso, el artificio queda justificado por su ventaja metodológica. En definitiva, he querido exponer una serie de criterios genéricos y específicos que sirven, primero, para discriminar a cada giro; segundo, para determinar las conexiones (si existen) o rasgos comunes entre ellos. Pero, sobre todo, para fundamentar la tesis final.

El alcance del esquema que se presenta quiere ser, más que descriptivo, analítico-interpretativo. Lo que se quiere con un esquema que pareciera no trascender (sobre todo en su primera parte) su momento figurativo es lo siguiente: que, aun siendo descriptivo, no se recorte en su momento puramente analítico-empírico. Un tal recorte permite, a lo sumo, elaborar un listado de rasgos comunes o no comunes, pero que sería incapaz de explicar la articulación de los diversos rasgos en un concepto clasificatorio. En la parte final se intenta desbordar ese *momento descriptivo* progresando hacia un *momento analítico-interpretativo*.

## 2. El “giro transnacional” y la circulación en la ciencia

Pensar la historia de la ciencia a partir de la “transnacionalidad” puede parecer trivial a primera vista, pues las disciplinas científicas han mantenido un esfuerzo por tener alcances globales. Pero un acercamiento cuidadoso a la cuestión muestra complejidad al develar que una historia transnacional de la ciencia es una perspectiva que empieza a construirse y a consolidarse como campo de estudio. En años recientes, libros, artículos y conferencias dedicados a la “historia global de la ciencia y la tecnología” están apareciendo a un ritmo dramáticamente acelerado. Parece un desarrollo interesante, pero como es usual con los nuevos giros intelectuales, hay tantas preguntas y desafíos como oportunidades esperando ser encontrados. El terreno intelectual apenas se reconoce. No hay temas bien definidos, problemáticas y metodologías, aunque hay ciertas tendencias discernibles.

Note el lector que pareciera que este es un enfoque nuevo en la historia de la ciencia, pero no es así. Mencioné en la introducción que con Sarton y su revista *Isis* se pensó la historia de la ciencia en un sentido global. Así que, se puede argumentar plausiblemente que a lo que estamos asistiendo en épocas actuales es a un “redescubrimiento”, como dije, los precursores de la historia de la ciencia, especialmente George Sarton y Joseph Needham (1900-1995), promovieron una visión global de esa disciplina. Existió en ambas diferencias muy marcadas sobre las visiones históricas y las narrativas de la ciencia, sin embargo, los dos insistieron en una historia global e histórico-mundial de la ciencia.<sup>7</sup>

Por supuesto, y esto hay que mencionarlo, la nueva perspectiva global se distingue notablemente de lo que proponían Sarton y Needham. En líneas generales, la historia

<sup>7</sup>Para más información, ver Fa-ti Fan (2012)

mundial tradicional trata al “mundo” como escenario donde los pueblos, los estados y los acontecimientos se desarrollan, mientras que la historia global se interesa más por identificar y analizar las conexiones, las interacciones y los patrones globales (Fan, 2012, p. 251). Adicionalmente, se interesa por las interrelaciones, las transmisiones y circulación del conocimiento científico entre Estados y entre regiones.

Por otra parte, con respecto a la ciencia oriental, Joseph Needham y George Basalla ofrecen enfoques que se convirtieron en las orientaciones de los sociólogos e historiadores interesados por la ciencia no occidental. Según Raj, la respuesta de Needham al por qué la ciencia no surgió en China y sí en Europa “radica en la resistencia de la cultura burocrática agraria de China, que impidió el surgimiento del capitalismo mercantil e industrial, una condición *sine qua non* en su visión para el surgimiento de la racionalidad matemática, la base de la ciencia moderna” (Raj, 2017, p. 50). Es cierto que las innovaciones técnicas del mundo chino, indio y árabe se difundieron ampliamente, sin embargo, los sistemas teóricos subyacentes, no lograron extenderse por basarse en categorías locales “étnicas” (Raj, 2017).

Podemos reconocer una forma tradicional de articular el conocimiento científico y la globalidad. En torno a estos primeros momentos de la historia transnacional, se articularon, por citar algunos casos, en la revista *Isis* contribuciones sobre la historia de la ciencia en India, en Japón y en China. Como se ha insinuado, su perspectiva genérica era positivista y acumulativa. Esto es, en torno a esta revista se articularon trabajos que fueron perfilando una disciplina que buscaba dar cuenta de cómo sociedades de todo el mundo habían contribuido a un gran proyecto que podría elevarlos por encima de sus diferencias nacionalistas y religiosas.

Finalmente, Needham (1967, 2004) sostiene que la ciencia subsume el aprendizaje medieval de Occidente y Oriente. Por lo que, mientras que la ciencia moderna es de origen occidental, es culturalmente universal. Por su parte, George Basalla (1967) ve una preocupación por comprender los mecanismos de difusión de la ciencia desde Europa occidental hacia el resto del mundo. Su propuesta se basaba en un modelo de tres etapas de progreso evolutivo del proceso de globalización de la “Ciencia Occidental”: Una primera fase preliminar en el que las sociedades no europeas sirven como “contenedores pasivos” de datos (exploraciones científicas), arrastra a una segunda fase de dependencia colonial en el que las instituciones científicas europeas incentivan la actividad científica occidental fuera de Europa por parte de colonos o bien por parte de comunidades locales “aculturados”. Y, eventualmente, las sociedades colonizadas ganan madurez, una tercera fase que se caracteriza por la lucha por establecer tradiciones científicas nacionales independientes basadas, no obstante, en los estándares occidentales (Raj, 2017). Si quisiéramos describir esto en periodos históricos, tenemos entonces que estas tres fases describen lo que va del siglo XVII hasta el XIX.

Sin embargo, ¿de qué se trata la historia transnacional de la ciencia?, más aún, ¿cuáles son los criterios para hablar de una historia de la ciencia de esa naturaleza? Después de que hubo terminado la Guerra Fría empezó a darse un “giro transnacional” que, para John Krige (2013), quien es el historiador de la ciencia más representativo de

este enfoque, aún necesita de ejemplos muy concretos de investigaciones históricas con sus respectivos elementos teóricos y empíricos.<sup>8</sup>

Según Edna Suárez-Díaz (2015), la característica más evidente de este enfoque es que “abandona la presunción de que los estados nacionales sean el contexto de análisis pertinente para comprender el desenvolvimiento de la historia de la ciencia” (p. 60-61). Esto significa, en términos historiográficos, no solo que el interés y el objeto de estudio de los historiadores de este enfoque traspasa las fronteras nacionales, también trasciende “el interés estrecho en los estados-nación, para dar cuenta del contexto internacional en el que ocurre la acción nacional en todas sus manifestaciones” (p. 61). Es decir, lo transnacional da cuenta de acontecimientos que trascienden las fronteras nacionales, lo que permite una conceptualización de marcos espaciales alternativos a la nación.

Es necesario aclarar que “lo transnacional” en la historia de la ciencia debe entenderse desde dos concepciones diferentes. La primera, de corte epistemológico, que se refiere a un “universalismo epistémico” en el cual se entiende a la ciencia como una actividad trascendente y de búsqueda de la verdad que, por principio, no debería ser afectada por las diferencias nacionales, de clase o étnicas. Este tipo de historia de la ciencia en su etapa inicial se entendió como una historia de las ideas científicas; en esta, la actividad científica era el medio para establecer verdaderas representaciones del mundo natural, razón por la cual era intrínsecamente transnacional; dentro de esta concepción se encuentran autores como Koyré y Sarton.<sup>9</sup>

La segunda concepción, histórico-geográfica, aborda las interacciones sociales que definen la ciencia como una actividad transfronteriza (*cross-border*) o transnacional (*transnational activity*). Deviene como consecuencia del desarrollo de la historia social de la ciencia que surgió en la década de 1970 como una crítica y reacción a la tradicional manera de entender la historia de la ciencia. En este tipo de estudios lo local y lo nacional fue privilegiado, mientras la dimensión transnacional de las actividades científicas fue apenas supuesta. Con la intensificación de los estudios comparativos (Paty, 1999) este “enfoque transnacional” consiguió una amplia aceptación en la historiografía reciente de la ciencia.

Por lo que se refiere a una caracterización de lo que es el giro transnacional, Krige apunta a que debe entenderse como el cruce de fronteras:

La historia transnacional no toma a los límites territoriales de la nación-estado como el contenedor, dentro del cual se desenvuelven los eventos históricos. Por el contrario, dirige su atención al movimiento de gente, ideas, bienes y capital a través de las fronteras. Centra su atención en los viajes y la circulación, resalta la fluidez y la circulación, más que las identidades contenidas y estables de las naciones; se refiere a la interconexión y a la interdependencia, más que a la autosuficiencia y la autarquía. (Citado por Suárez-Díaz, 2015, p. 61)

Esto es importante. Krige entiende que el objeto de estudio de una historia transnacional de la ciencia es la *circulación*. De igual modo, otros autores consideran que los historiadores de estas perspectivas deben dirigir su atención al proceso de circulación, es el ejemplo de Simone Turchetti, Néstor Herran y Soraya Boudia para quienes, en su texto

---

<sup>8</sup> Ver John Krige, (2013).

<sup>9</sup> Ver Geert Somsen (2008).

A *Transnational history of science* (2012), la historia transnacional en las ciencias busca la producción de narrativas histórica enfocadas en los flujos de personas, ideas o proceso más allá de las fronteras.

Una propuesta que ha encontrado bastante aceptación en esta nueva narrativa es la de James Secord (2004). Para este autor la ciencia puede ser entendida como un proceso de *comunicación* en el sentido en que cobra importancia el “conocimiento en circulación” (*knowledge in transit*); dicho fenómeno trasciende las fronteras nacionales, pero también temporales y disciplinarias.

La propuesta de Secord adquiere un gran significado al interrogarse *por qué* y las *condiciones* en las que circula el conocimiento, se pregunta cómo es posible que el conocimiento deje de pertenecer a individualidades o grupos pequeños y se convierta en una “verdad” para grupos más grandes (sociedades o comunidades científicas); las respuestas a estos interrogantes Secord las encuentra, como ya lo había hecho Ludwick Fleck y más tarde Kuhn (en la primera y segunda mitad de siglo XX respectivamente), en la naturaleza colectiva del conocimiento científico: en lo tácito de la educación científica, el *observar dirigido* y el encuentro entre diversos grupos de científicos. Como se ve, en el corazón de una perspectiva global y transnacional de la historia de la ciencia, está la circulación del conocimiento.

En épocas recientes, una nueva teoría para explicar la difusión de la ciencia, la tecnología y las prácticas especializadas, fueron ganando terreno y se hicieron cada vez más populares y accesibles entre los académicos de diversas disciplinas. De hecho, en este contexto, la metáfora de la red ha sido considerablemente utilizada por los historiadores cuando aluden a configuraciones relacionales, ello por su atractivo intuitivo y lógico, además de un fuerte poder descriptivo y visual.

Para los historiadores de la ciencia una herramienta teórica y metodológica ha sido la teoría del actor-red propuesta por Bruno Latour (2005/2008), que ha posibilitado, entre otras cosas, pensar y reconceptualizar la idea de red adaptándola a investigaciones contratas. El ascenso del concepto de red ha tenido una ventaja: es un terreno ya conocido en la materia, teorizado y concurrido (Law, 1984). Otra ventaja innegable de esta teoría es su capacidad para construir conjuntos con elementos de carácter humano, material, semióticos y lingüísticos y para darles un tratamiento eminentemente simétrico.

Sin embargo, Raj reconoce una serie de problemas inherentes a la teoría de red, de los cuales el más importante es que “las interrelaciones se perciben como lineales, sin tener en cuenta la distancia física entre los actores ni el número de intermediarios que se necesitan para establecer y mantener una relación determinada”; adicionalmente, “tampoco permite percibir las relaciones jerárquicas y/o de poder entre ellos, excepto en términos de las funciones de centralidad y densidad” (Raj, 2017, p. 52).

Otro rasgo problemático es la dificultad de problematizar la “fluidez o la dirección de los flujos de conocimientos a lo largo de los enlaces”, aquello por la creencia en que el conocimiento circula libremente en una red cuando esta establece sus vínculos. Igualmente, existen limitaciones en tanto su tamaño y su extensión. A decir verdad, las redes no son solo de naturaleza bidimensional, pueden cubrir, al menos teóricamente, a todo el planeta Tierra (y hay que tener cuidado con su elaboración gráfica y teórica) y se muestran como un movimiento fluido e ininterrumpido de personas, ideas, conocimientos y objetos materiales a través del espacio (Raj, 2017, pp. 52-53).

Con lo expuesto, ¿puede una perspectiva transnacional enriquecer las narrativas de la historia de la ciencia? Mi respuesta es que sí. Las narrativas actuales en la historia de la ciencia han dirigido su atención a la producción del conocimiento científico en su entorno social, lo que ha mostrado nuevos elementos: “la transmisión de nuevos paradigmas a través de la formación de nuevas generaciones, la coordinación de la creencia en las “zonas de comercio”, el funcionamiento de los laboratorios y la circulación del conocimiento” (Turchetti, Herran, & Boudia, 2012, pp. 12-13), que dan cuenta de la actividad científica. Estos esfuerzos han impuesto nuevas fuentes: instrumentos, cuadernos, archivos personales e institucionales, trabajos de divulgación, prensa, entre otros. Así pues, las nuevas narrativas presentan “la producción de conocimiento como un proceso complejo y dinámico en el que los significados de las nuevas teorías científicas son negociados por una serie de actores diferentes” (Turchetti et al., 2012, p. 13).

Como se mostró, el análisis de las redes científicas transnacionales debería servir, en principio, para ampliar una revisión de los cánones historiográficos de la ciencia explicando cómo es que se acepta globalmente el conocimiento que es producido localmente. Por otra parte, enfatizar con más agudeza en los análisis del rol que las redes científicas transnacionales desempeñan, puede ayudar a responder sobre las circunstancias políticas y materiales que hacen posible la propagación y la permanencia de dichas redes.

El reconocimiento de esas nuevas orientaciones no invita a entusiasmarse sin más por este nuevo enfoque y a adoptarlo sin generar debates en torno a él. Es casi un hecho que las implicaciones de la introducción y el desarrollo de cualquier nueva perspectiva deben ser sujetos de análisis académicos y orientarse hacia su efecto empírico-práctico. En tal sentido, señala Sven Beckert que la historia transnacional debe entenderse como una “forma de ver”, no como un conjunto de instrumentos para el trabajo histórico (citado por Turchetti et al., 2012, p. 121).

Recapitulemos. Según lo que hemos dicho hasta aquí, la perspectiva transnacional actual en la historia de la ciencia adquiere dos vertientes características. La primera, norteamericana, tiene que ver con las reflexiones de Secord, aquella que entiende a la ciencia como una forma de *comunicación*; que ha encontrado su aplicabilidad en aquellos estudios que versan sobre la época moderna temprana y sobre las expediciones científicas. Como dijimos en la propuesta de Secord son importantes los procesos de movimiento, transmisión en la ciencia, aquello que él mismo llama *knowledge in transit* o *circulating knowledge* (Secord, 2004). Valga aclarar que el sentido que Secord le da a su propuesta es distinto al que le había dado Basalla en 1967. En efecto, no se trata de un mero cambio de nombre en el que se sustituye *difusión* por *circulación*. Se trata de que nuevos mecanismos en la práctica científica están determinando estos cambios de perspectivas, estas conceptualizaciones.

La segunda vertiente, europea, se va poblando de contenidos geopolíticos. Es la propuesta de Krige en la que su enfoque principal es el lugar de la ciencia y la tecnología en las políticas exteriores de los gobiernos tanto “intraeuropeos” como entre Estados Unidos y Europa Occidental en la Guerra Fría. Siguiendo esta perspectiva, el estudio de Zuoye Wang (2010) analiza el proceso de circulación del conocimiento científico entre China y Norteamérica. El mismo Krige (2006) estudia este proceso en el contexto del Plan Marshall, que, según él, fue crucial para la hegemonía norteamericana en ciencia y

tecnología. Krige hace una descripción de los esfuerzos de figuras influyentes en Estados Unidos (fundaciones Ford y Rockefeller) para modelar las prácticas e instituciones científicas de la posguerra en Europa Occidental a partir de las estadounidenses. Estas figuras movilizaron el apoyo político y financiero para promover no solo las agendas científicas y tecnológicas de Estados Unidos en Europa Occidental, sino también sus agendas políticas e ideológicas de la Guerra Fría.

### **2.1. Anotaciones sobre la circulación**

Este concepto se ha vuelto muy frecuente en la historiografía reciente de la historia. Según Fa-ti Fan (2012) este hecho “refuerza la opinión ya aceptada de que la producción de conocimientos y la práctica científica no se limitan a los sitios conocidos de las sociedades científicas, los museos y los laboratorios” (pp. 251-252) Por su parte, para Raj (2007) las ideas y la información transmitidas por las redes y a menudo a través de las culturas juega un papel importante en la creación de la ciencia moderna. Igualmente importante es la circulación de los objetos materiales; por ejemplo, la circulación de especímenes, muestras y de otros objetos naturales en el comercio marítimo, contribuyó al desarrollo de la historia natural en la época moderna. El proceso de circulación del conocimiento, de personas y de objetos materiales crecieron a medida que el proceso de globalización se expandía en los últimos siglos (Fan, 2012, p. 252). Por lo que, tanto la práctica como las instituciones de la ciencia deben ser comprendidas y enmarcadas en un contexto global.

Como concepto en el centro de una perspectiva transnacional, la circulación ha servido para analizar los movimientos de conocimientos, de científicos y objetos materiales dentro de Europa, así como entre Europa y otras latitudes. La circulación resulta ser un elemento conceptual y operatorio. Sirve para analizar y describir clases sociales, localidades e instituciones. Además, al no ubicar la producción de conocimiento únicamente en los “centros”, la imagen de la circulación sugiere que tanto las metrópolis como las colonias eran (y son) componentes vitales que continuamente generaban y reconfiguraban el conocimiento; así se presenta como una herramienta gráfica con la que enfrentarse a la visión difusionista y dicotómica de la ciencia: la idea de un centro y una periferia.

De otra parte, la circulación del conocimiento entendida como un proceso que subyace a la producción de los conocimientos científico posibilita una apertura hacia otros actores históricos. Recuérdese que la mayoría de la historiografía de estirpe filosófica (de corte positivista) construía sus narraciones a partir de los “grandes personajes” que moldearon o dieron forma a los descubrimientos científicos. Más aún, el vuelco hacia la circulación como espacio de producción continua de conocimiento destaca los trabajos de aquellos sujetos interculturales que se movían a través de las fronteras disciplinarias y geográficas. Sin embargo, “un enfoque en las narrativas globales no debe eclipsar los encuentros, intercambios y divergencias que tuvieron lugar dentro de Europa y sus zonas fronterizas, y que estaban relacionados con el surgimiento de la ciencia occidental moderna” (Raposo, Simões, Patiniotis, & Bertomeu-Sánchez, 2014, p. 169).

Una perspectiva bastante interesante de la circulación es propuesta por Kaj (2017). Para este autor la circulación es un análisis de los procesos de encuentro, negación y reconfiguración del conocimiento que se producen en la interacción intercultural, pero

que es sensible a las asimetrías de poder en dichos procesos y a las resistencias que pueden surgir (p. 54). Para Kaj (2017) la circulación ocurre dentro espacios delimitados y parcelados, lo que él mismo denomina “espacios de circulación”. Estos:

[a] diferencia de las redes en sentido analítico, que implican conexiones punto a punto (a diferencia del uso de redes en sentido puramente descriptivo), . . . sugieren un tejido con asimetrías (de poder) topográficas, y también la posibilidad de aprovechar un vacío o nube de relaciones ya existente, en lugar de limitarse a construir vínculos individuales (p. 54).

Se puede ver en esta perspectiva la instancia de “límites potenciales” en la movilidad de los objetos y de los conocimientos; y es que la circulación no implica un “flujo líquido” de conocimientos entre individuos, comunidades e instituciones, no implica tampoco ninguna sinonimia entre circulación y fluidez.

Los “espacios de circulación” de Kaj tienen una doble clasificación: son tanto sociales como físicos. Son de carácter social debido a que las diferentes formas de conocimiento se circunscriben a instituciones sociales específicas que obtienen ventajas específicas de ellas e invierten sustancialmente para mantenerlas –y asegurar su transmisión– dentro de sus límites. Este tipo de espacios se constituyen por comunidades que comparten una amalgama de entidades tanto materiales como inmateriales: conocimientos, ideas y teorías, prácticas y materiales (libros, instrumentos, etc.); pero también “lazos familiares, formación, educación, valores, creencias, ideales, cánones de civilidad, lealtades y normas” (p. 56). Quien controla la circulación de conocimientos son dichas comunidades ya establecidas, o bien, sus instituciones políticas, educativas o religiosas.

Con respecto a los “espacios físicos”, lo son “en el sentido de que están contenidos dentro de lugares específicos, áreas, o regiones, y a veces se identifican por epítetos geográficos, religiosos o lingüísticos” (p. 56). Kaj reconoce que su “geografía física de la circulación” puede ser discontinua, pues los grupos mantienen vínculos de parentesco con otros grupos que no ocupan espacios contiguos; pero también puede cambiar en el tiempo. Según él, “esto puede suceder en función de la densidad y de las influencias y dispersiones sociales, políticas y culturales más amplias de los medios en cuestión, así como los cambios en la política” (pp. 59-57). En suma, se ha mostrado que la circulación implica procesos de encuentro, negociación, reconfiguración y mutación del conocimiento científico.

### 3. Hacia un “giro espacial”: ¿una geografía de la ciencia?

Esa “geografía de la ciencia” propuesta por Kaj reconoce que el conocimiento científico se produce en muchos lugares, pero ¿acaso eso es importante? ¿Existe alguna diferencia si no sustancial, práctica en la “conducta” de la ciencia al reconocer los espacios de los esfuerzos científicos? Más importante aún, ¿puede aquello afectar significativamente el contenido de la ciencia? Por lo pronto, la respuesta a estas preguntas es que sí.

Es fácil reconocer en los estudios de la ciencia una *filosofía de la ciencia*, una *historia de la ciencia*, e incluso una *sociología de la ciencia*; pero parece, al menos intuitivamente, difícil reconocer una *geografía de la ciencia*. Desde una perspectiva tradicional en las narrativas de la ciencia se llega a una ciencia que ha sido escasamente tocada por las condiciones locales, espaciales y geográficas; al contrario, se le ha visto

como una empresa enteramente universal. Por consiguiente, los lugares donde se logra la ciencia han sido de poca importancia.

Como contrapeso, se podría reconocer, por citar un ejemplo, que una geografía de la astronomía, de la medicina, la botánica, entre otras, puede ser perfectamente descrita en esta disciplina. Al respecto de la primera, se han dicho cosas hasta banales: como que los observatorios no se pueden establecer en los valles nebulosos, o que la estrella Polar no se puede ver en el hemisferio sur, pero eso es todo.

Ahora, las nuevas perspectivas: transnacionales, de circulación y espaciales permiten sugerir que “los métodos de la astronomía, o las teorías que los astrónomos idearon, podrían estar influenciados por sus escenarios espaciales” (Livingstone, 2003, p. 2). Además, los nuevos enfoques han mostrado que la difusión de los conocimientos científicos, descubrimientos, invenciones, las innovaciones técnicas y tecnológicas se pueden trazar en el tiempo y el espacio.

Para Livingstone (2003) el “espacio” y el “lugar” pueden ser científicamente importantes en la empresa científica (p. 4). Para mostrarlo se vale de dos casos: la divulgación (1863) de la teoría de la evolución de Darwin en la *Revista Mensual del Sur de Auckland* y La teoría de Charles Elton sobre las comunidades animales a principios de 1920.

En el primer caso, a principios de 1863 se les comunicaba a los lectores de la revista que “el darwinismo había arrojado nueva luz sobre el asentamiento de Nueva Zelanda al demostrar de manera concluyente cómo una «raza débil y mal amueblada» inevitablemente tenía «que ceder ante una que es fuerte»”. Según Livingstone en este caso el darwinismo fue bienvenido porque se ajustaba a las necesidades imperialistas neozelandeses, y en ese sentido “permitió que los maoríes fueran retratados en el lenguaje de la barbarie y, por lo tanto, legitimó a los colonos hambrientos de tierra que anhelaban su extinción”. Pero para ese entonces ocurría algo distinto en el sur de los Estados Unidos. En esta zona el darwinismo encontró resistencia por parte de los defensores de una “política racial”. La razón: “las creencias tradicionales sobre la creencia separada de las diferentes razas y la idea de que habían sido dotadas por el Creador de diferentes capacidades para la excelencia cultural e intelectual” (Livingstone, 2003, p. 4).

Así, por razones raciales, la teoría de Darwin se acogía de manera diferente en Auckland (Nueva Zelanda) y Charleston (EE. UU): en el primero apoyaba la “ideología racial”, mientras en el segundo mostraba vientos adversos y se la ponía en peligro. El darwinismo significaba cosas diferentes en muchos lugares. Este es un buen ejemplo para mostrar que los significados de las teorías científicas no son estables.

Por otro lado, la teoría de Charles Elton “nació en un lugar muy específico: la Isla de los Osos en el Ártico a principios de 1920. Y más tarde su sucesor, Raymond Lindmen, desarrolló el esquema trófico de Elton a través de su trabajo en otro lugar en particular, Cedar Creek Bog, Minnesota”. En ambos lugares el espacio natural de investigación bioética fue de suma importancia para generar conocimiento científico: “sus características naturales permitían restringir las variables y llevar a cabo mediciones comparativas” (Livingstone, 2003, p. 5).

Según Livingstone requirieron el desarrollo de un rango hondamente específico de lo que se denomina “prácticas de lugar”. Cuando el “dónde” de las investigaciones se

convierte en un elemento importante en la práctica científica, los lugares físicos dan forma a las teorías científicas; por nombrar solo unos casos: de la sucesión ecológica, las comunidades animales y la morfología de las dunas (Livingstone, 2003, p. 5).

Como lo han sugerido las nuevas narrativas de la historia de la ciencia –muchas de ellas citadas aquí–, el conocimiento científico no circula uniformemente desde un punto a otro; a medida que avanza en los espacios de circulación se modifica, se transforma. El significado de un conocimiento, digamos, una teoría científica, también toma forma por las respuestas de las fuerzas espaciales; para usar la terminología de Kaj, por las asimetrías del poder en todos los niveles de análisis: científico, político, social, cultural y geográfico.

Cuando se hace referencia a la geografía como espacio importante en la actividad científica, no se hace únicamente pensando en el lugar físico. Y en este sentido la propuesta de Kaj descrita anteriormente toma importancia. No solo se habitan los espacios materiales, se ocupan también una variedad de “espacios abstractos”: de manera especial, espacios intelectuales, sociales y culturales. En este contexto, la geografía nos sirve como “metáforas espaciales” para describir las “distancias sociales” o los “espacios culturales” e intelectuales que describen los “mundos” diferentes en los que viven las personas.

Ahora bien, el ejemplo que citamos nos permite plantear una cuestión. En virtud de qué la verdad de un conocimiento científico que tiene su origen en un lugar es aceptada como verdad científica en otros (Shapin, 1998). En esta cuestión radica la importancia de la geografía en la historia de la ciencia. Tan pronto como se atiende a componentes de ámbito local, a las condiciones, a las prácticas y a los mecanismos de difusión espacial de actividades e instituciones científica, hablaremos de *geografía de la ciencia* (Barnes, 2001; Finnegan, 2008; Livingstone, 2003; Meusburger, Livingstone, & Jöns, 2010; Naylor, 2005).

El ejemplo de Charles Elton hace referencia a la *replicación* de los experimentos. Esto es, el conocimiento empírico que se obtiene en un lugar se abstrae del “contexto del descubrimiento” mediante la codificación de la afirmación del conocimiento y se objetiva en materiales (informes, reportes, observaciones, etc.) para que pueda viajar de un lado a otro (Latour, 1987/1992; Shapin, 1984). Más aún: los informes de las condiciones de donde se obtiene el conocimiento empírico (laboratorio) deberían permitir a otros científicos *replicar* el experimento de forma independiente en diferentes sitios. Las réplicas posteriores de un experimento por parte de otros científicos, siempre que tengan éxito, conducen a la acumulación de confirmaciones de la afirmación original (Livingstone, 2003).

Y es aquí cuando este enfoque empieza ser distinto al de la sociología de la ciencia, pues en el ejemplo de la teoría de la evolución, desde una perspectiva de la sociología, también se podría estudiar el caso anterior. Pero no pasa lo mismo con el caso de Charles Elton, el enfoque de la *replicación* en el centro de una geografía de la ciencia es más gnoseológico que sociológico.

Finalmente, pensar la ciencia desde una dimensión espacial, nos invita a reconocer que esta requiere de un escenario de materialización: de ideas, de instituciones, de teorías, de principios, de acciones y de prácticas. Igualmente, la geografía de la ciencia atravesada por el proceso de circulación llama la atención sobre la

“distribución desigual” que establece de la información científica. Como es natural, no todos tienen los mismos niveles de acceso a los resultados de la ciencia porque hay senderos de difusión, mejor, de circulación, a lo largo de los cuales migran las ideas científicas. Estos senderos pueden ser entendidos como espacios muy determinados: revistas científicas especializadas, revistas de divulgación, etc. (Livingstone, 2003).

#### 4. Anotaciones finales a modo de corolario

Lo que se ha denominado “giro espacial” y “perspectiva de la circulación”, se remonta al cambio de visión que se dio en la “historiografía de la ciencia” en la década de 1960. Para entonces, la tradicional “historia de las ideas”, que trató a la ciencia como un fenómeno autónomo que se basaba en principios racionales y filosóficos, fue perdiendo privilegio por la creencia en que la ciencia es significativamente formada y reconfigurada por sus condiciones sociales e institucionales. En décadas siguientes, digamos, 1970 a 1980, la “historia social de la ciencia” y otros estudios sobre la ciencia avanzaron más en este distanciamiento; esa particular condición les permitió a los historiadores empezar a “bajar” a la ciencia de su elevado nivel de “pureza cognitiva” y dirigirla hacia condiciones más concretas: instituciones, organizaciones, políticas, interés público, y toda una amalgama de intereses y relaciones que permiten el desarrollo científico.

Todo ese movimiento incesante de nuevas investigaciones, propuestas y aplicaciones teóricas y metodológicas hizo posible la aparición de novedosas perspectivas y narrativas historiográficas. Entonces, es apenas lógico que hayan surgido estos enfoques como “giros” que muestran precisamente el estado dinámico al que ha llegado la disciplina.

Ahora bien: como corolario, ¿qué se podría deducir de lo que llevamos hasta ahora? Podemos concluir la siguiente tesis: que *en la base de la naturaleza supraindividual de la actividad científica está la circulación*. Veamos por qué. La *circulación*, tal como se ha tratado hasta aquí, aparece “atravesando” a las dos perspectivas adicionales que hemos comentado. Por un lado, la perspectiva transnacional implica siempre comprender los procesos de circulación de todo tipo de componentes que hace parte de las instituciones científicas: personas, instrumentos, informes de investigación, etc.

Por el otro, la perspectiva de la geografía de la ciencia, que remarca la importancia del lugar y el espacio, el sitio y la situación, la localidad y la territorialidad; los espacios sociales y materiales de los laboratorios y las sociedades científicas, también implica la circulación. La “comunicación” (por tanto, la circulación) de las condiciones del laboratorio es esencial para que los informes sean confiables, y la afirmación es creíble si algún científico decidiera intentar replicar el experimento. Y esto es así porque el establecimiento de una afirmación de conocimiento empírico como científico es posible fundamentalmente por la *replicabilidad* (Shapin, 1984). Y la replicabilidad no implica necesariamente la copresencia; ahí está el valor que tiene de la circulación de los conocimientos científicos. Los mecanismos actuales (internet, revistas indexadas, etc.) de circulación son del mayor interés.

Ahora bien, la circulación, así como la he descrito (en su formato casi que indeterminado) parece, en principio, hacer referencia a cualquier tipo de conocimiento o saber. Parece más al concepto de circulación que usa la historia cultural, debido a que si tomamos el término cultura en su extensión, en el sentido (tautológico) clásico de E. B.

Tylor (*Cultura primitiva: Los orígenes de la cultura*, 1871): “La cultura o civilización, en sentido etnográfico amplio, es ese todo complejo que incluye el conocimiento, las creencias, el arte, la moral, el derecho, las costumbres y cualesquiera otros hábitos y capacidades adquiridos por el hombre en cuanto miembro de una sociedad”; entonces casi todos aquellos componentes que hacen parte de la ciencia podrían considerarse, en teoría, culturales: los aparatos, los libros, las revistas, en una palabra, las instituciones (en su sentido antropológico) científicas.

Por tanto, la circulación debe determinarse en el contexto de la ciencia. Acudimos así al concepto de *circulación de los conocimientos científicos*; que daría cuenta de la circulación en el contexto de la ciencia y no en otros. Una diferencia análoga a la que se puede establecer entre *historia del conocimiento* e *historia de la ciencia*.

Así, podríamos recuperar la perspectiva de Fleck al analizar los *colectivos de pensamientos* y los *estilos de pensamiento* o la de Kuhn, la *teoría de las comunidades científicas*. Pero liberándose de su sentido puramente sociológico e imprimiendo un sentido y alcance gnoseológico. Porque, debido a la “generalidad” de tanto la propuesta de Fleck como la de Kuhn, podrían ser aplicadas, en principio, a cualquier institución cultural.

En efecto, parece que en la base de la propuesta de Fleck y la de Kuhn está la *circulación de los conocimientos científicos*. Y es así porque no es posible que una ciencia, cualquiera que esta sea, se coordine en torno a un único sujeto. Su carácter deberá ser siempre intersubjetivo. Esto es, las construcciones que se hagan deberán circular a través de las “comunidades científicas” o los “colectivos de pensamientos”.

Más aún: esta circunstancia es determinada, no ya solo por la estructura social de una ciencia, sino también por su propia estructura gnoseológica, que implica diversos fenómenos en función de los sujetos o grupos de sujetos. Pero, sobre todo, que los componentes objetivos de una ciencia están dados, ontológicamente, en la misma escala donde están los científicos. Aquí la circulación de los conocimientos científicos es imprescindible para determinar la verdad de un hallazgo científico. Como lo vimos en el caso del esquema trófico de Elton que hemos citado y el concepto de *replicación*. Y así, multitud de ejemplos.

Otro caso ilustrativo nos lo brinda el cometa Halley (1P/Halley). Recordemos que, por las trayectorias elípticas del cometa en 1682, Edmund Halley, valiéndose de la gravitación de Newton, predijo, en 1705, que el cometa volvería a aparecer 76 (aunque el período orbital sideral es de 75,3 años) años después. Se trata de la cuestión siguiente: ¿en virtud de qué se llegó a la conclusión de que el cometa que había observado Halley en 1682 era el mismo que había observado en 1456 Johann Mülleren; o después, en 1758, Johann Georg Palitzsch; o en 1986, las sondas espaciales (Vega 1, Vega 2 y Planet-a o Suisei)? Fue un conocimiento empírico que circuló en la Astronomía por generaciones. Es evidente que hubiera sido imposible constatar que se trataba del mismo cometa si las observaciones de Halley y de los otros astrónomos no hubiesen circulado. Lo que nos lleva a una cosa más, la circulación de los conocimientos científicos debe ser entendida no solo a una escala espacial, sino también temporal (e incluso generacionalmente).

Finalmente, por estas consideraciones, el sentido que le doy a la *circulación del conocimiento científico* se aproxima más a la figura del *dialogismo* (que por falta de lugar nos atenemos únicamente a mencionar aquí) que, junto con las *normas* (que las

construcciones científicas imponen a los científicos, en tanto que ellos mismos son autores de estas construcciones y de las reconstrucciones científicas, como puedan ser las “leyes”) y *autologismos* (da cuenta del “contenido gnoseológico de situaciones empíricas”: evidencias, certezas, memoria, reflexión, etc.), conforman el *eje pragmático* del *espacio gnoseológico* de la *Teoría del Cierre Categorial* (Pentalfa Ediciones, 5 volúmenes) del filósofo español Gustavo Bueno (1995b). Las figuras de este *eje* reconocen, para volver a la terminología de Reichenbach, además de los contextos de descubrimientos, los de justificación.<sup>10</sup>

Por lo tanto, cabe preguntarse: ¿con qué mecanismos estudiar el fenómeno de la circulación en la ciencia? Un mecanismo que no se mantengan únicamente en la inmanencia de sus implicaciones (su recaída) sociológica, sino que tenga que vérselas con las implicaciones gnoseológicas. Propongo, como proceso metodológico, un esquema dialéctico de dos vías hacia una misma dirección: el *momento regresivo* y el *momento progresivo*.<sup>11</sup>

(1) Ante todo, el *momento regresivo*, se trata de un *análisis regresivo* que se mantendría en la inmanencia de una ciencia determinada. Es decir, a partir de una ciencia ya constituida, se volvería a una de sus partes (la circulación) pragmática constitutiva determinada por la propia práctica efectiva de la actividad científica, con el propósito de determinar su función dentro del resto de partes de dicha ciencia. El análisis que se propone no debe ser puramente especulativo, como sobreñadiéndose a la ciencia de referencia, este debe darse *a posteriori*, debe ser el resultado de la práctica interna de esa ciencia.

Como el proceso de circulación está determinado también por las coyunturas históricas, aquí el análisis histórico tiene un valor sumamente importante. La circulación de los conocimientos científicos no es igual en el siglo XVIII, en el siglo XIX, en el XX o en el XXI. La circulación va tomando forma en función de los desarrollos técnicos, tecnológicos o propiamente científicos, las estructuras de los Estados; e incluso de las “constelaciones semánticas”, distintas según la época. Los casos que se han citado son suficientes para ilustrar estas circunstancias.

Tomemos, a modo de ilustración, aunque sea muy brevemente y para mantenernos en el contexto de los giros que hemos descrito, la *geografía del conocimiento científico*. Como *definición intensional*, podría decirse que se trata del proceso de *replicación* de los conocimientos científicos producidos localmente. Simplificando al máximo, el “principio de replicación” sostiene que una afirmación de conocimiento científico es verdadera si esta afirmación se confirma repetidamente mediante estudios de replicación independientes (Frenken, 2020). Principio discutido por muchos debido a la dificultad en la práctica para comprobarlo (Begley & Ioannidis, 2015; Collins, 1985).

---

<sup>10</sup> Para un resumen de la Teoría del Cierre Categorial (en cinco volúmenes), ver Gustavo Bueno (1995).

<sup>11</sup> El progreso (*progressus*) y regreso (*regressus*) son procesos metodológicos complementarios. El primero es un método de reconstrucción con el cual se da sentido o significado a las partes obtenidas por la vía analítica de un todo. Por su parte, el segundo consiste en un conjunto de procedimientos analíticos a través de los que se da una reducción de los fenómenos hasta el plano de los componentes mínimos esenciales, esto es, hasta el todo. Ambos métodos “forman parte de un solo movimiento global”. Para una distinción más detallada de esta metodología, ver Gustavo Bueno, Alberto Hidalgo y Carlos Iglesias (1991), Gustavo Bueno. (1995a), y Gustavo Bueno. (1972). (El Ensayo II: capítulos IV “Sobre Dialéctica” y V “Sympleké dialéctica”).

Además, puede ocurrir perfectamente que muchos estudios no se repliquen y, sin embargo, sus resultados sean ampliamente aceptados como verdades en la “comunidad científica” (Latour, 1987/1992). ¿A qué se debe esto? Algunos lo atribuyen a la *proximidad*. Ahora bien, como ya lo insinuamos, una de las razones de por qué las afirmaciones de un conocimiento científico llegan a ser ampliamente aceptado fuera de los lugares de donde se produjo inicialmente puede entenderse como una cuestión de *circulación espacial* (Frenken, 2020).

Un conocimiento empírico producido en un lugar concreto por un científico concreto, a medida que se va replicando en diferentes lugares por otros científicos de la misma ciencia, va tomando la forma de un conocimiento científico en virtud de que va “desembarazándose” de las observaciones privadas de cada científico que ha hecho la replicación. Y, por tanto, va tomando la forma de “deslocalizado” y “despersonalizado”, esto es, de supraindividual.

Este extraordinario proceso es posible por la *circulación interna* (en terminología de Fleck, *circulación intracolectiva*) de esos conocimientos. Pero no necesariamente por proximidad espacial, debido que también los conocimientos que han sido producidos en épocas anteriores llegan hasta épocas más recientes, van pasando de una generación a otra. La replicación implica también el establecimiento de los límites de los resultados iniciales de un conocimiento; como ejemplo se podría citar la Mecánica Clásica con respecto a la Mecánica Relativista: con Einstein aquella se convirtió en caso límite de esta.

(2) Debe entenderse el *momento progresivo*, sobre todo, como un *análisis progresivo* que desborda la inmanencia o límites de una ciencia determinada, en virtud de que ahora una ciencia concreta se relaciona con otras ciencias que interactúan con ella. Algo parecido a la interdisciplinariedad, pero este concepto es engañoso porque, claro, para que haya interdisciplinariedad debe haber antes disciplinariedad. Esto es, deben determinarse las “unidades científicas” (disciplinas) que se pretenden analizar, pero, sobre todo, los componentes de cada unidad que deben cruzarse lógicamente, así como el tipo de relación (de igualdad, contigüidad, de semejanza, de identidad, etc.). No se trata, pues, de usar indiscriminada e ingenuamente los componentes de una en otra, intercambiarlos así sin más.

El *análisis progresivo* de la circulación serviría para determinar la manera en que el conocimiento científico de una ciencia ha implicado cambios en otra u otras ciencias. Esto es: cómo la circulación que se da, al menos en su límite inferior, entre dos ciencias sirve para estudiar las implicaciones que una tiene frente a otra, o frente a terceras. Una situación análoga a lo que sucede en las estructuras algebraicas básicas, pongamos por caso la *ley de composición externa* (operación externa).

En efecto, podríamos tomar dos ciencias (A, B) y estudiar el proceso de circulación que se da entre las dos. Así tendríamos una *operación binaria externa derecha*, siendo A sobre B una función donde A es el conjunto en el que se define la operación y B es el conjunto externo. En otras palabras, tomamos A como punto de partida y la relacionamos con B mediante el análisis de circulación para determinar en qué medida las construcciones científicas en B han implicado cambios o reorganizaciones en A; o bien ha significado la constitución de una tercera ciencia. Hay ejemplos abundantísimos de cómo los desarrollos en una ciencia han implicado desarrollos en otra, incluso

especializaciones: por citar algunos casos, la *Química física*, de las ciencias Físicas y la Química; la *Bioquímica* de la Química y la Biología.

Y en el interior de las ciencias físicas, tenemos, sin duda, el *Electromagnetismo*. Es bien sabido que antes del experimento de Hans Christian Oersted (1777-1851), no se puede hablar propiamente de Electromagnetismo. En su experimento Oersted descubrió que cuando circula corriente por un conductor, sobre una aguja magnética actuaban dos fuerzas: la del campo magnético terrestre y la que se origina debido al campo magnético que el conductor crea en su entorno. Por tanto, Oersted estaba uniendo Electricidad y Magnetismo. Situación que implicó abundantes investigaciones sobre la cuestión; en que la circulación de los conocimientos de uno y otro lado fue indispensable para la constitución del Electromagnetismo como ciencia de hecho. Otro tanto se podría decir de la Microbiología (descriptiva y aplicada, en su primera fase) como resultado de la combinación de la Química y de la Medicina a cargo de Pasteur y Koch a finales del siglo XIX.

En general, el siglo XIX es el momento donde empiezan a aparecer a un ritmo impresionante diversas disciplinas científicas como resultado de la combinación de unas con otras, o como reacción crítica a las precedentes. Sin duda, los análisis de la circulación como los venimos interpretando, en circunstancias como estas puede arrojar luz sobre muchas cuestiones poco tratadas.

Finalmente, ¿por qué dos y no tres o cuatro *momentos*? La razón se encuentra en la propia realidad efectiva de las ciencias. A partir de la propia práctica científica nos encontramos que estos dos *momentos de la circulación* hacen parte de un mismo proceso de construcción científica que se da, o bien en la inmanencia de una ciencia (*circulación intracolectiva*) determinada, o bien en su relación con otras ciencias (*circulación intercolectiva*) que hacen parte del mismo entorno o dominio. No se trata, pues, de una cuestión intencional que quiera sobreañadir a la práctica efectiva estos dos momentos, al contrario, se trata de que estos aparecen como “brotando” de la misma realidad de las ciencias.

## Referencias

- Basalla, G. (1967). The Spread of Western Science. *Science*, 156, 611-622.
- Barnes, T. J. (2001). “In the beginning was economic geography”: A science studies approach to disciplinary history. *Progress in Human Geography*, 25(4), 455-478.
- Begley, C. G., & Ioannidis, J. P. (2015). Reproducibility in science. Improving the standard for basic and preclinical research. *Circulation Research*, 116(1), 116-126.
- Bueno, G. (1972). *Ensayos materialistas*. Madrid: Taurus.
- Bueno, G. (1995a). Sobre la dialéctica y sus figuras. *El Basilisco*, 2da. época, 19, 41-50.
- Bueno, G. (1995b). *¿Qué es la ciencia? La respuesta de la teoría del cierre categorial*. Ciencia y Filosofía. Oviedo: Pentalfa.
- Bueno, G., Hidalgo, A., & Iglesias, C. (1991). *Simploké*. Madrid: Júcar.
- Collins, H. M. (1985). *Changing order: Replication and induction in scientific practice*. London: Sage.

- Collins, H. M., & Pinch, T. (1996). *El golem: Lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*. Barcelona: Crítica.
- Erickson, M. (2010). Why should I read histories of science? *History of the Human Sciences*, 23, 68-91.
- Fan, F. (2012). The Global Turn in the History of Science. *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal*, 6, 249-258.
- Frenken, Koen. (2020). Geography of scientific knowledge: A proximity approach. *Quantitative Science Studies*, 1(3), 1007–1016.
- Finnegan, D. A. (2008). The spatial turn: Geographical approaches in the history of science. *Journal of the History of Biology*, 41(2), 369-388.
- Huerga Melcon, P. (1999). *La ciencia en la encrucijada*. Oviedo: Biblioteca de Filosofía en español.
- Kragh, H. (2007). *Introducción a la historia de la ciencia* (T. de Lozota, trad.). Barcelona: Editorial Crítica. (Obra original publicada en 1987)
- Krige, J. (2006). *American Hegemony and the Postwar Reconstruction of Science in Europe*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Krige, J. (2013, mayo, 31). *Towards a transnational history of America science in the Cold War*. Primera sesión de la conferencia Dark Matters: Contents and Discontents of Cold War Science. Barcelona, del 31/05/2013 al 02/06/2013. Disponible en <https://www.upf.edu/web/shc/dark-matters-contents-and-discontents-of-cold-war-science>.
- Kuhn, T. S. (1982). *La tensión esencial: estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia* (R. Helier, trad.). Madrid: FCE. (Obra original de 1977)
- Kuhn, T S. (2013). *La estructura de las revoluciones científicas* (C. Solís Santos, trad.) México: FCE. (Obra original publicada en 1962)
- Latour, B. (1992). *Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*. (E. Aibar, R Méndez, & E. Ponisio, trads.). Barcelona: Editorial Labor. (Obra original publicada en 1987)
- Latour, B. (2008): *Reensamblar lo social: Una introducción a la teoría del actor-red* (G. Zadunaisky, trad.). Buenos Aires: Ediciones Manantial. (Obra original publicada en 2005)
- Law, J., & Lodge, P. (1984). *Science for Social Scientists*. Inglaterra: Palgrave Macmillan.
- Livingstone, D. (2003). *Putting science in its place. Geographies of Scientific Knowledge*. University of Chicago Press
- Martini, M. (2012). *La ciencia y sus límites: la historiografía de Steven Shapin*. Buenos Aires: Fundación CICCUS.
- Meusburger, P., Livingstone, D., & Jöns, H. (Eds.). (2010). *Geographies of science*. Berlin: Springer.
- Mikulinski, S. (1989). La controversia internalismo-externalismo como falso problema. En J. J. Saldaña (Ed.), *Introducción a la teoría de la historia de las ciencias* (pp. 231-256). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Naylor, S. (2005). Introduction: Historical geographies of science-places, contexts, cartographies. *British Journal for the History of Science*, 38(1), 1-12.
- Needham, J. (1967). The roles of Europe and China in the evolution of oecumenical science. *Journal of Asian History*, 1(1), 3-32.
- Needham, J. (2004). *Science and Civilisation in China* (vol. 7, parte 2). Cambridge University Press.
- Östling, J., Larsson Heidenblad, D., Sandmo, E., Nilsson Hammar, A., & Nordberg, K. (2018). The History of Knowledge and the Circulation of Knowledge: An Introduction. En J. Östling, E. Sandmo, D. Larsson Heidenblad, A. Nilsson Hammar, & K. Nordberg (Eds.), *Circulation of Knowledge: Explorations in the History of Knowledge* (pp. 9-33). Lund: Nordic Academic Press.
- Paty, M. (1999). Comparative history of modern science and the context of dependency. *Science, Technology & Society*, 4, 171-204.
- Pyenson, L. (2002). Comparative History of Science. *History of Science*, 40(1), 1-33.
- Raj, K. (2007). *Relocating Modern Science: Circulation and the Construction of Knowledge in South Asia and Europe, 1650–1900*. New York: Palgrave Macmillan.
- Raj, K. (2017). ¿Network of knowledge or spaces of circulation? The birth of British cartography in colonial south Asia in the late XVIII century. *Global Intellectual History*, 2, 49-66.
- Raposo, P.M.P., Simões, A., Patiniotis, M., & Bertomeu-Sánchez, J.R. (2014), Moving Localities and Creative Circulation: Travels as Knowledge Production in 18th-Century Europe. *Centaurus*, 56, 167-188.
- Saldaña, J. J. (Ed.). (1989). *Introducción a la teoría de Historia de las ciencias*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sarasin, P. (2011). Was ist Wissensgeschichte? *Internationales Archiv für Sozialgeschichte der deutschen Literatur* (IASL), 36, 159-172.
- Sarton, G. (1931). *The history of science and the new humanism*. Estados Unidos: Henry Holt, 1931.
- Sarton, G. (1936). *The Study of the History of Science*. Harvard University Press.
- Shapin, S. (1984). Pump and circumstance: Robert Boyle’s literary technology. *Social Studies of Science*, 14(4), 481-520.
- Shapin, S. (1992). Discipline and Bounding: The History and Sociology of Science as Seen through the Externalism-Internalism Debate. *History of Science*, 30(4), 333–369. [Hay traducción en S. Martínez & G. Guillaumin (comps.) *Historia, Filosofía y Enseñanza de la Ciencia*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.]
- Secord, J. (2004). Knowledge in transit. *Isis*, 95, 654-655.
- Söderqvist, T. (1999). Why is it so difficult to write the history of contemporary science? *Endeavour*, 23, 1-2.
- Söderqvist, T. (2007). *The historiography of contemporary science, technology, and medicine: writing recent science*. Routledge.

- Somsen, G. (2008). A history of universalism: conceptions of the internationality of science from the Enlightenment to the Cold War. *Minerva*, 46, 361-379
- Suárez-Díaz, E. (2015). La perspectiva transnacional de la historia de la ciencia. *Ludus Vitalus. Revista de Filosofía de las ciencias de la vida*, 23, 59-81.
- Turchetti, S, Herran, N., & Boudia, S. (2012). A Transnational history of science. *The British Journal for the History of Science*, 45(3), 1-18.
- Wang, Z. (2010). Transnational science during Cold War. The case of Chinese/American scientists. *Isis*, 101, 367-377.
- Woolgar, S. (1991). *Ciencia: abriendo la caja negra* (E. Aibar, trad.). Barcelona: Antropos. (Obra original publicada en 1988)

# El cambio perceptual en la revolución química

## Una revisión crítica

Pablo Melogno<sup>1</sup>

Recibido: 24 de octubre de 2020

Aceptado: 22 de mayo de 2021

---

**Resumen:** Mi propósito es defender que la noción de cambio perceptual empleada por Thomas Kuhn para explicar el cambio científico no resulta eficaz en el caso del descubrimiento del oxígeno. La perspectiva de Kuhn asigna un rol central a la percepción en la revolución química y postula un alto grado de discontinuidad entre los procedimientos experimentales asociados al descubrimiento del oxígeno y los que desarrollaban los químicos del flogisto. En oposición a esto, buscaré mostrar que la percepción no jugó un papel relevante en el debate Priestley-Lavoisier, y que existe un grado significativo de continuidad entre las prácticas químicas previas y posteriores al descubrimiento del oxígeno.

**Palabras clave:** Thomas Kuhn, revolución química, oxígeno, inconmensurabilidad.

**Title:** Perceptual Change in the Chemical Revolution: A Critical Appraisal

**Abstract:** My aim is to argue that the notion of a perceptual change employed by Thomas Kuhn in order to explain scientific change is not effective in explaining the discovery of oxygen. Kuhn's perspective gives a central role to perception in the chemical revolution and postulates a high degree of discontinuity between the experimental procedures associated with the discovery of oxygen and those developed by phlogiston chemists. In opposition to this, I will seek to show that perception did not play a relevant role in the Priestley-Lavoisier debate, and that there is a significant degree of continuity between chemical practices before and after the discovery of oxygen.

**Keywords:** Thomas Kuhn, chemical revolution, oxygen, incommensurability.

**Agradecimientos:** el autor desea agradecer a Leandro Giri, Hernán Miguel, Santiago Ginnobili, María Alicia Pazos y K. Brad Wray por los comentarios a un borrador inicial de este texto. También a dos evaluadores de *Epistemología e Historia de la Ciencia*, cuyas indicaciones contribuyeron fuertemente a mejorar la versión final.

---

## 1. Introducción

El descubrimiento del oxígeno por A. de Lavoisier es uno de los principales casos que Kuhn (1962/2013a) tomó como referencia para introducir la tesis de la inconmensurabilidad y la idea de que las revoluciones científicas conllevan cambios de visión del mundo. La importancia de la revolución química en la propuesta kuhniana fue

---

<sup>1</sup> Facultad de Información y Comunicación, Universidad de la República, Uruguay.

✉ [pablo.melogno@fic.edu.uy](mailto:pablo.melogno@fic.edu.uy) |  [0000-0002-1352-3498](https://orcid.org/0000-0002-1352-3498)

Melogno, Pablo (2021). El cambio perceptual en la revolución química: Una revisión crítica. *Epistemología e Historia de la Ciencia*, 5(2), 64–81.

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/article/view/30639/>



puesta de manifiesto entre otros por Paul Hoyningen-Huene (2008), para quien la revolución química no oficia como un ejemplo ni como un caso confirmatorio de las tesis de Kuhn, sino como una pieza constitutiva de su filosofía, en cuanto varias de sus principales formulaciones tomaron forma a partir de la transición del flogisto al oxígeno.<sup>2</sup>

La versión kuhniana de la revolución química se apoya fuertemente en la noción de cambio perceptual, y en la idea de que lo que separa a científicos como Lavoisier y Joseph Priestley es un cambio gestáltico relativo a la naturaleza de las sustancias y al trabajo de los químicos. A entender de Kuhn esta clase de cambio es constitutivo de las revoluciones científicas y muestra que el cambio de paradigma requiere una reorganización de la experiencia perceptual de los científicos. Esta es de magnitud tal que permite afirmar que luego de una revolución los científicos viven en mundos diferentes.

Tanto la formulación de Kuhn como el lugar que la revolución química ocupa en ella han sido objeto de numerosas controversias. Musgrave (1976) defendió que la metodología de los programas de investigación de Lakatos constituye el mejor marco disponible para explicar racionalmente la transición del flogisto al oxígeno. Pyle (2000) enfatizó el carácter racional de la transición del flogisto al oxígeno en directa oposición a la perspectiva contrafáctica de Chang (2012), para quien la teoría del flogisto no debería haber sido abandonada. Cabe mencionar también la reconstrucción estructuralista de Caamaño (2009), y el enfoque crítico de Blumenthal (2013), para quien la revolución química no encaja en el marco kuhniano.

Desde mediados del siglo XX la literatura especializada sobre la revolución química ha crecido exponencialmente, pero aún estamos lejos de una explicación del descubrimiento del oxígeno que sea lo suficientemente robusta como para generar consenso entre historiadores y filósofos. Por el contrario, la concentración de esfuerzos profesionales en la revolución química no ha hecho otra cosa que multiplicar abordajes disímiles y antagónicos. Un área de particular disenso se localiza en establecer niveles de continuidad entre la obra de Priestley y la de Lavoisier, así como en precisar el núcleo del aporte revolucionario de este último.

La idea de una discontinuidad global entre la química del flogisto y la del oxígeno no irrumpe con Kuhn, sino que ya está presente en historiadores previos como Butterfield (1958) y Gillispie (1960). La tesis de la inconmensurabilidad permitió a Kuhn romper con la imagen *Whig* de Lavoisier como el fundador de la química moderna enfrentado al oscurantismo de la tradición flogística, pero mantuvo la idea –heredada fundamentalmente de Butterfield– de un hiato insalvable entre ambas tradiciones como rasgo fundamental de la revolución química.

Por el contrario, perspectivas tan diversas como las de Toulmin (1957), Guerlac (1961), Verbruggen (1972) y Thagard (1990) han destacado los nexos entre la química del oxígeno y las tradiciones previas de la iatroquímica y la química neumática, señalado que las diferencias entre Priestley y Lavoisier no involucran tanto el desarrollo de nuevas observaciones como la introducción de un marco interpretativo diferente. Asimismo, abordajes como los de Dumas (1963), Morris (1972) y Perrin (1987) enfatizaron la continuidad conceptual entre los trabajos de Priestley y Lavoisier, dada por el uso de la

---

<sup>2</sup> Para una mirada reciente al papel de la revolución química en la obra de Kuhn, véase Wray (2018).

nomenclatura, la función explicativa de los principios y la naturaleza de las sustancias químicas.

En una orientación similar, McEvoy (1988, 2010) ha señalado que las diferencias más profundas entre Priestley y Lavoisier se sitúan en los propósitos cognitivos y las presuposiciones epistemológicas que guiaban sus respectivas orientaciones científicas. El aporte fundamental de Lavoisier estaría en la introducción de un marco teórico original y una nueva forma de categorizar los elementos químicos, ya que no en la reformulación de los esquemas metodológicos de la disciplina, que en su mayoría se mantuvieron estables durante la introducción de la química del oxígeno. Ninguna de estas propuestas es de consenso entre historiadores y filósofos de la química. Pero más allá de ello –y de sus diferencias internas– se inspiran en la premisa de comprender la revolución química en base a la coexistencia de niveles de continuidad y discontinuidad.

A partir de este marco historiográfico, este artículo persigue dos propósitos. El primero es negativo, y apunta a que la idea de las revoluciones científicas como cambios de mundo y la noción de cambio perceptual empleada por Kuhn, no resultan eficaces para dar cuenta del proceso de descubrimiento del oxígeno. El segundo es constructivo, y consiste en mostrar que existe una continuidad metodológica relevante entre las prácticas experimentales llevadas a cabo por Priestley y las introducidas por Lavoisier. Esto último no socava el carácter revolucionario del descubrimiento del oxígeno, sino que permite descartar la idea de que Priestley y Lavoisier tenían experiencias perceptuales diferentes, en consonancia con las propuestas históricas que han ubicado sus divergencias a nivel conceptual antes que a nivel metodológico.

Pretendo mostrar que la perspectiva de Kuhn resulta inconducente en cuanto asigna un rol central a la percepción en la revolución química, y en cuanto postula un alto grado de discontinuidad entre los procedimientos experimentales asociados al descubrimiento del oxígeno y los que desarrollaban los químicos del flogisto. En oposición a esto, defiendo que la percepción no jugó un papel relevante en el debate Priestley-Lavoisier, y que existe un grado significativo de continuidad entre las prácticas químicas previas y posteriores al descubrimiento del oxígeno.

En la segunda sección introduzco un examen de la cronología de la revolución química centrado en el descubrimiento del oxígeno y la oposición de Lavoisier a la química del flogisto. En la sección tres reviso la reconstrucción que Kuhn ofrece del descubrimiento del oxígeno, enmarcada en la idea de las revoluciones científicas como cambios de mundo. La sección cuatro abre una discusión sobre las premisas que inspiran la noción kuhniana de percepción, centrándose en la idea de que toda observación científica está determinada por un paradigma. La sección quinta afirma que no solo no es de recibo postular que Priestley y Lavoisier tuvieron experiencias perceptuales diferentes, sino que el papel de la percepción en la revolución química no permite explicar la transición del flogisto al oxígeno en términos de un cambio perceptual. En la conclusión recapitulo los principales resultados de la discusión previa e introduzco algunas consideraciones solamente programáticas sobre la tesis de la inconmensurabilidad.

## 2. Del flogisto al oxígeno

El desarrollo de la química neumática durante el siglo XVIII dio lugar al descubrimiento del oxígeno y al abandono de la hipótesis del aire y el agua como elementos irreductibles.

Ambos procesos sentaron las bases de la revolución química y fueron sostenidos en un progresivo perfeccionamiento de técnicas y dispositivos experimentales. La tradición química del flogisto se había originado a finales del siglo XVII y casi un siglo después mantenía vigencia en la comunidad química. Se basaba en la idea de que los metales liberan flogisto cuando son calentados, obteniéndose así la ‘cal’ de cada metal –el óxido–. El proceso inverso –denominado reducción– se realizaba calentando el óxido con una sustancia rica en flogisto –generalmente carbón–, lo que permitía recuperar el flogisto y obtener el metal original. De este modo un metal venía a ser un compuesto de cal y flogisto liberado por la acción del calor, lo que permitía aislar la cal.

Las tentativas de los químicos por aislar diferentes tipos de aire se intensificaron a partir de 1727, con la construcción de la cuba neumática por Stephen Hales. La cuba era un aparato compuesto de un tubo invertido que se colocaba en un recipiente con agua, permitiendo aislar gases como resultado de una reacción química. Entre 1754 y 1772 químicos como Joseph Black, Toberg Bergman, Henry Cavendish y el mismo Priestley lograron identificar distintos tipos de ‘aire’ utilizando el dispositivo de Hales (cf. Perrin, 1988). Entre 1769 y 1774, Lavoisier realizó experimentos enmarcados en el campo de problemas que interesaban a los químicos del aire. Partió de las investigaciones de Black para sus trabajos con el vapor, y Robert Boyle fue su referencia en el tratamiento de los metales (Guerlac, 1961; McEvoy, 2010). En 1773 reprodujo los experimentos que condujeron a Boyle a afirmar que el aumento de peso en los metales calcinados responde a la absorción de partículas de fuego. La medición del peso de un preparado de estaño antes y después de la calcinación le permitió refutar la hipótesis de Boyle.

La forma en que Lavoisier desarrolló explicaciones alternativas en continuidad con los experimentos de sus antecesores también puede verse en el descubrimiento del oxígeno. En 1774 Priestley realizó un experimento consistente en calentar óxido de mercurio, exponiendo la escoria de mercurio a la luz del sol con un lente de 12 pulgadas mediante un aparato que era una variedad sofisticada de la cuba de Hales. El óxido era depositado en una campana de vidrio que contenía mercurio, que a su vez se colocaba de forma invertida en una cámara neumática, lo que permitía recoger el gas emanado de la mezcla. Según Priestley el óxido absorbía flogisto del aire, por lo que el gas resultante debía ser el resto de aire que no contenía flogisto. El gas obtenido de esta forma era respirable, insoluble en agua y permitía la combustión. Priestley lo llamó ‘aire desflogistizado’ y lo consideró el tipo de aire más puro, esto es con menor cantidad de flogisto. Pero no pudo ofrecer una explicación de cómo el óxido de mercurio podía generar este nuevo tipo de aire, siendo que junto al flogisto era uno de los dos componentes del mercurio.<sup>3</sup>

En 1774 Priestley viajó a París y comunicó sus resultados a Lavoisier, que desde 1772 venía estudiando la calcinación y la combustión de los metales. Este conjeturó que el gas obtenido por Priestley podía explicar que los metales ganaran peso al ser calcinados absorbiendo el gas como consecuencia de la combustión. Se propuso realizar los mismos experimentos que Priestley y sus antecesores, y en 1776 obtuvo anhídrido de fósforo por

---

<sup>3</sup> Aquí puede apreciarse como la resolución de un enigma regular dentro de la tradición flogística -el mecanismo de absorción del flogisto por el óxido de mercurio- se transforma en una anomalía -la generación de aire desflogistizado a partir del óxido de mercurio-. Sobre la distinción kuhniiana entre enigma y anomalía, es de interés Miguel, Paruelo y Pissinis (2002).

calcinación y ácido sulfúrico a partir de azufre. Tanto el fósforo como el azufre aumentaban de peso luego de ser quemados, resultado contrario a la teoría del flogisto y favorable a la hipótesis de la absorción de un gas durante la combustión. Para estos experimentos Lavoisier utilizó –como desde 1772– su propia versión del aparato de Hales, que no presentaba variaciones de fondo en comparación con las de Priestley, Cavendish, Black y el mismo Hales.<sup>4</sup>

También reprodujo el experimento de Priestley con óxido de mercurio, logrando aislar un gas. Como ya señalamos, Lavoisier partió del diseño experimental que ya seguían Hales y Priestley. Colocó mercurio en una campana de vidrio de cuello curvado, que desembocaba en un tubo de vidrio invertido sobre un recipiente con mercurio. El primer paso del experimento consistía en mantener el mercurio de la campana en ebullición durante varios días mediante un horno colocado en su base. Ello provocaba la aparición de la escoria en la campana, al tiempo que el nivel del mercurio ubicado en el tubo aumentaba, lo que era prueba de que el aire se consumía en el proceso de calcinación. Luego tomó el óxido depositado en la campana y lo calentó nuevamente. De forma previsible obtuvo mercurio por reducción, al tiempo que se liberaba un gas cuyo volumen era aproximadamente igual al del aire consumido durante la calcinación.

En “Three notes on combustion” de 1772 Lavoisier aún afirmaba que cuando el fósforo arde libera flogisto y absorbe aire (en Meldrum, 1932). Según acota Perrin (1988), inicialmente Lavoisier consideró revolucionario su descubrimiento no por abrir una alternativa a la química del flogisto, sino porque permitía explicar la ganancia de peso en la combustión por medio de la absorción de aire. Entre los químicos existía acuerdo respecto a que varias sustancias ganaban peso luego de la combustión, y también había consenso sobre los procedimientos de medición que comprobaban al aumento de peso. La explicación de la ganancia de peso por absorción del aire que Lavoisier introdujo se construyó mediante los procedimientos aceptados por la tradición flogística, lo que marca un primer indicador de continuidad entre las prácticas de la vieja y la nueva química.

Como ha señalado Thagard (1990), en este período Lavoisier explica la calcinación y la combustión asumiendo que los metales absorben aire, pero aún no ha identificado el principio que opera en el proceso. Tampoco ha construido una explicación general que permita dar cuenta de la combustión, la calcinación y la acidificación mediante un único principio. Esto resulta relevante para establecer que en el caso de Lavoisier, la introducción de un marco conceptual alternativo para explicar el papel del oxígeno es posterior a la realización de los experimentos que permitieron establecer la presencia de una entidad correspondiente a un nuevo elemento.

El combate explícito de Lavoisier contra la química del flogisto comienza en 1777, con la lectura de “On the Combustion of Candles in Atmospheric Air and Dephlogisticated Air”. En este texto utiliza la expresión ‘aire desflogistizado’ no solo con propósitos críticos sino también para ilustrar sus propios resultados. La expresión también aparece en la exposición de las consecuencias teóricas de los experimentos, cuando afirma haber demostrado que: “La acción de la combustión está confinada a la porción de aire puro o

---

<sup>4</sup> Este punto no presenta dificultad, en cuanto el mismo Lavoisier señala en forma explícita el uso del aparato en su carta a la Academia de Ciencias de 1772, referida a sus experimentos sobre la combustión (en Bensaude-Vicent, 1993, pp. 117-118)

desflogistizado, que forma la cuarta parte restante del aire atmosférico” (1777/1783a, p. 31).

En otro escrito del mismo año también contrario al flogisto, Lavoisier asigna un papel central a la noción de aire desflogistizado en su explicación de la formación de ácidos

que el ácido nitroso es el resultado de la combinación de cierta proporción de aire desflogistizado con aire nitroso; que el sulfuro y el fósforo son incapaces de adquirir acidez sino en la proporción en que se combinen con una considerable porción de aire desflogistizado; y . . . que es posible descubrir, en el ácido vitrólico . . . el aire desflogistizado que entró en su composición en la combustión del sulfuro. (1777/1783b, p. 69).

Es solo en la memoria de 1779, “General considerations on the nature of acids and on the principles composing them”, donde aparece el término ‘oxígeno’ como sustituto directo de ‘aire desflogistizado’:

De aquí en adelante voy a designar el aire desflogistizado, o *aire eminentemente respirable*, en su estado de fijación, con el nombre de principio acidificante o, si se prefiere el mismo significado con una palabra griega, con el de *principio de oxígeno*. (Citado en Holmes, 1985, p. 146)

Lavoisier concluyó que un principio intervenía en la combustión, siendo absorbido por la sustancia quemada y liberado por el óxido. Lo bautizó ‘oxígeno’, y generalizó sus resultados para todos los procesos de combustión. Los resultados de sus experimentos de la segunda mitad de la década del 70 fueron presentados como contrarios a la teoría del flogisto: el aire no era un elemento sino una mezcla de oxígeno con otros gases, los óxidos tampoco eran elementos sino el resultado de la absorción de oxígeno por los metales. Finalmente, la combinación del oxígeno con otras sustancias permitía explicar la calcinación, la combustión y la respiración, lo que a entender de Lavoisier –y de la enorme mayoría de los químicos franceses– probaba como errónea la hipótesis del flogisto.

El descubrimiento del oxígeno es resultado de una serie de experimentos que fueron realizados por Carl Scheele, Priestley y Lavoisier. Si bien extrajeron conclusiones diferentes e interpretaron los resultados de forma muy disímil, los tres condujeron sus investigaciones en base al mismo diseño experimental. Esto no es un rasgo diferencial del descubrimiento del oxígeno sino un indicador de una serie de prácticas compartidas por la química del flogisto y la del oxígeno, que no fueron expuestas a cuestionamiento y se sostuvieron durante la revolución química.

Por más que Priestley, Cavendish y Lavoisier estaban separados por las conclusiones que extraían de sus datos, no mantenían desacuerdos sobre cómo debían efectuarse los experimentos o cuáles eran los resultados empíricos a los que se había llegado en cada caso. Según la esclarecedora formulación de Thagard (1990, p. 202),

Aunque Priestley y Lavoisier tenían esquemas conceptuales diferentes en 1777, mantenían un amplio acuerdo sobre sobre muchas técnicas experimentales y observaciones. Así, incluso el cambio conceptual revolucionario se produce en un contexto de conceptos que tienen relativa estabilidad.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Traducción nuestra en los casos en que la referencia figura en inglés.

Los mismos experimentos que llevaron a Lavoisier a concluir que el agua y el aire no eran elementos, y que la combustión y la calcinación se debían a la acción del oxígeno, fueron llevados a cabo previamente por Boyle, Scheele, Priestley y Cavendish. E incluso una vez que Lavoisier utilizó estos resultados con propósitos abiertamente revolucionarios, ello no generó ningún tipo de controversia sobre el diseño experimental que había realizado o sobre la fiabilidad de los aparatos que sostenían sus mediciones. Con este marco cronológico como trasfondo, revisaremos ahora la reconstrucción que Kuhn ofrece del papel que jugó la percepción en el cambio conceptual generado por Lavoisier.

### 3. Kuhn y la revolución química

El relato del descubrimiento del oxígeno desarrollado por Kuhn responde a la caracterización de las revoluciones científicas como cambios de mundo, y a la premisa de que los científicos que trabajan en paradigmas rivales tienen distintas experiencias perceptuales. El punto de partida de Kuhn es la dificultad para precisar el responsable del descubrimiento del oxígeno. En 1770 Scheele obtuvo ‘aire de fuego’, probablemente oxígeno, pero no publicó sus resultados. Entre 1774 y 1775 Priestley aisló un aire a partir de óxido de mercurio y lo bautizó como ‘aire desflogistizado’. Finalmente en 1777 Lavoisier identificó el nuevo gas y dio comienzo a la revolución de la química moderna. Kuhn señala lo problemático de fijar el descubrimiento en un punto del proceso histórico:

si Priestley fue el descubridor, ¿cuándo hizo el descubrimiento? En 1774 creyó que había obtenido óxido nitroso, una especie que ya conocía; en 1775 vio el gas como aire desflogistizado, que aún no es oxígeno, ni siquiera un tipo inesperado de gas para los químicos del flogisto. (1962/2013a, p. 177)

La centralidad que tienen las expresiones visuales en la reconstrucción que Kuhn ofrece del descubrimiento del oxígeno responde a la transición del uso literal al uso metafórico de ‘ver’ (Hoyningen-Huene, 1993, p. 92), en la cual cabe distinguir dos componentes. Por un lado, los procedimientos que efectuó cada científico –los tres aislaron un gas– y por otro la forma en que conceptualizaron los resultados experimentales. Este uso intensional de ‘ver’ sostiene la idea de cambio perceptual que Kuhn introduce para explicar la revolución química,

Si negamos el premio a Priestley, no se lo podemos otorgar a Lavoisier por el trabajo de 1775 que lo llevó a identificar el gas como “el propio aire completo”. Presumiblemente tenemos que esperar al trabajo de 1776 y 1777, que hizo que Lavoisier viera no solamente el gas sino qué era el gas. (Kuhn, 1962/2013a, p. 177)

¿Por qué para Kuhn, ‘aire desflogistizado’ aún no es ‘oxígeno’? Porque ambos términos pertenecen a marcos conceptuales incompatibles dotados de compromisos ontológicos diferentes respecto de la naturaleza del aire, la combustión y la calcinación. En este sentido puede aceptarse que ‘aire desflogistizado’ no es ‘oxígeno’, aunque esto solo es posible bajo una consideración estrictamente intensional de las diferencias entre Priestley y Lavoisier,

descubrir un nuevo tipo de fenómeno es necesariamente un suceso complejo que entraña reconocer tanto *que* algo es, como *qué* es. . . . Pero si tanto la observación como la conceptualización, el hecho y la asimilación de una

teoría, se encuentran inseparablemente unidos en el descubrimiento, entonces el descubrimiento es un proceso que ha de llevar tiempo. (1962/2013a, p. 178)

El doble sentido de ‘ver’ como ‘ver algo’ y como ‘ver qué es algo’ conduce a Kuhn a afirmar que los descubrimientos revolucionarios son inseparables de la formulación de un nuevo paradigma, por lo que el descubrimiento del oxígeno solo fue posible una vez que Lavoisier aprendió a ver (en ambos sentidos) los resultados experimentales de una forma diferente,

Lo que Lavoisier anunció en sus artículos desde 1777 no era tanto el descubrimiento del oxígeno cuanto la teoría de la combustión del oxígeno. Dicha teoría era la pieza clave de una reformulación de la química, tan vasta que generalmente se conoce como la revolución química. (Kuhn, 1962, p. 179)

Para Kuhn, el cambio perceptual involucrado en los descubrimientos revolucionarios precipita un cambio global en el campo de trabajo del científico, de forma tal que una vez consumada la revolución, el mundo en el que los científicos trabajan ya no es el mismo,

Lavoisier vio oxígeno allí donde Priestley había visto aire desflogistizado, y donde otros no habían visto nada en absoluto. Con todo, al aprender a ver oxígeno, Lavoisier tenía que cambiar también su visión de muchas otras sustancias más familiares. Por ejemplo, tenía que ver un mineral compuesto allí donde Priestley y sus contemporáneos habían visto tierra elemental... Como resultado del descubrimiento del oxígeno, Lavoisier vio la naturaleza como mínimo de manera diferente. Y, en ausencia de un recurso a esa hipotética naturaleza fija que ‘vio de manera diferente’ el principio de economía nos incita a decir que tras descubrir el oxígeno Lavoisier trabajaba en un mundo distinto. (Kuhn, 1962/2013a, pp. 266-267)

Esta imagen de las revoluciones científicas como cambios de mundo se basa en las diferencias conceptuales que separan a los bandos enfrentados. En el caso de la revolución química, las denominaciones ‘aire puro’ y ‘oxígeno’ introducidas por Lavoisier suponen que el flogisto no existe, que el aire es un compuesto y que una de sus partes tiene un papel activo en la combustión. Todo esto vuelve inútil al flogisto e implica que los metales absorben aire en la combustión, lo que explica el aumento de peso de los óxidos y cancela la hipótesis de la liberación de flogisto. De aquí que en términos de Kuhn, Priestley y Lavoisier no ven lo mismo: “Tener conciencia por adelantado de las dificultades tuvo que ser una parte significativa de lo que permitió a Lavoisier ver en experimentos como los de Priestley un gas que el propio Priestley había sido incapaz de ver” (1962/2013a, pp. 179-180).

La posición de Kuhn implica que Lavoisier vio oxígeno y Priestley no en cuanto Lavoisier aisló e identificó un determinado gas, que Priestley también había aislado pero no había identificado. A su vez, la identificación del gas por parte de Lavoisier solo fue posible bajo un cambio global en su visión de las sustancias químicas. Hasta aquí, las diferencias de visión entre Priestley y Lavoisier son de tipo intensional, y remiten a las diferentes clases de conceptos que uno y otro utilizaban para lidiar con los resultados experimentales.

Sin embargo, Kuhn va un paso más allá y prolonga el cambio de visión al trabajo de laboratorio,

los científicos con distintos paradigmas se enzarzan en diferentes manipulaciones concretas de laboratorio. Las mediciones que hay que realizar sobre un péndulo no son las pertinentes para un caso de caída obstaculizada. Tampoco las operaciones pertinentes para elucidar las propiedades del oxígeno son siempre las mismas que las precisas para investigar las características del aire desflogistizado. (Kuhn, 1962/2013a, p. 278)

Señalamos previamente que estas afirmaciones implican un alto grado de discontinuidad entre la química del flogisto y la del oxígeno. Cabe plantear la cuestión en términos de grado y no como una discontinuidad a secas, en cuanto la posición de Kuhn oscila entre distintas alternativas en las que vale la pena detenerse. Por momentos Kuhn entiende – como en el pasaje ya señalado – que a distintos paradigmas corresponden distintas manipulaciones de laboratorio, lo cual indica un algo grado de discontinuidad. Sin embargo, en otros pasajes Kuhn parece dispuesto a conceder que los paradigmas enfrentados comparten varias operaciones de laboratorio, “la ciencia posrevolucionaria incluye inevitablemente gran parte de las mismas manipulaciones, realizadas con los mismos instrumentos y descritas en los mismos términos que empleaba su predecesora prerrevolucionaria” (1962/2013a, p. 282).

Por último, en otros pasajes Kuhn adopta una posición intermedia, al señalar que si bien un paradigma emergente puede incorporar las operaciones de su predecesor, lo hace de un modo sumamente novedoso y hasta irreconocible para quienes están en la antigua tradición,

Dado que los nuevos paradigmas nacen de los viejos, por lo común incorporan gran parte del vocabulario y del aparato, tanto conceptual como manual, que había usado antes el paradigma tradicional, si bien rara vez utilizan esos elementos prestados exactamente a la manera tradicional. En el seno de los nuevos paradigmas, los viejos términos, conceptos y experimentos entran en nuevas relaciones mutuas. El resultado inevitable de ello es lo que podríamos llamar, por más que la expresión no sea del todo correcta, un malentendido entre las dos escuelas rivales. (Kuhn, 1962/2013a, p. 309)

Más allá de los desafíos exegéticos que presentan estos pasajes, el foco que podremos en la sección siguiente se restringe a dos aspectos de la cuestión. Por un lado, en el tratamiento de problemas puntuales de la revolución química Kuhn efectivamente parece postular un alto grado de discontinuidad entre las operaciones de la química del flogisto y las del oxígeno, más allá de que pueda conceder que esta discontinuidad no se produce en igual medida en toda revolución científica. Por otro, esta consideración tiene impacto en el papel que Kuhn asigna al cambio perceptual en la revolución química y en las diferencias perceptuales que a su entender separan a Priestley de Lavoisier.

El recorrido kuhniano por la revolución química deja también dos puntos problemáticos vinculados con el uso intensional y extensional del verbo ‘ver’. En términos intensionales, cabe preguntarse hasta qué punto las diferencias conceptuales existentes entre Priestley y Lavoisier pueden ser capturadas de forma adecuada apelando a diferencias perceptuales. En términos extensionales, el punto problemático remite a si hay algún aspecto del trabajo de laboratorio de Priestley y Lavoisier que permita afirmar que vieron cosas diferentes en un sentido no intensional. Para abordar estas cuestiones,

discutiré en lo que sigue algunas de las premisas que sostienen la reconstrucción histórica de Kuhn.

#### 4. Problemas del cambio perceptual

Tal como ha señalado Falguera, la explicación que Kuhn ofrece de la revolución química considera las diferencias perceptuales como resultado de las diferencias entre marcos conceptuales, en cuanto “Es la adopción de una determinada red conceptual la que nos permite organizar la experiencia de determinada forma, estableciendo con qué tipo de entidades nos comprometemos . . .” (2004, pp. 182-183). La adopción de una red conceptual implica una determinada forma de percibir y categorizar la experiencia. Priestley y Lavoisier adoptan redes conceptuales incompatibles y desarrollan estrategias incompatibles de categorización, de un modo que impide las experiencias perceptuales comunes.

El núcleo del argumento kuhniano es la controvertida idea de que dos científicos con marcos conceptuales diferentes perciben el mundo de diferente forma, tanto intensional como extensionalmente. Si bien Kuhn no hace explícita esta distinción, su tratamiento del descubrimiento del oxígeno implica que las revoluciones científicas afectan tanto el acceso extensional a nuevos objetos –descubrir que algo es– como la especificación intensional de sus propiedades –descubrir qué es algo–: “Tan sólo cuando todas las categorías conceptuales pertinentes están dispuestas por adelantado —en cuyo caso el fenómeno no sería de nuevo tipo—, descubrir que algo es y descubrir qué es podrá producirse sin dificultad . . .” (1962/2013a, p. 178).

El problema de esta explicación no estriba en considerar que las diferencias perceptuales –cuando ocurren– son resultado de diferencias conceptuales, sino en suponer que todos los casos de diferencias conceptuales entrañan *necesariamente* divergencias a nivel perceptual.

Kuhn parte del hecho poco controversial de que Lavoisier y Priestley manejaban teorías incompatibles con vocabulario diferente, y extrae la formulación bastante más polémica de que veían cosas diferentes. Podría alegarse que Kuhn utiliza *ver* en un sentido puramente metafórico, para dar cuenta de diferencias conceptuales y no de experiencias perceptuales distintas, pero esto no es así. Para Kuhn los científicos tienen experiencias perceptuales diferentes porque la percepción de los datos está condicionada por el paradigma que adoptan. Se trata de un cambio de conceptos, pero dado de forma tal que implica un cambio en las estructuras perceptuales,

Los datos no son inequívocamente estables. Un péndulo no es una piedra que cae y el oxígeno no es aire desflogistizado. Por consiguiente, los datos que los científicos recogen de estos diversos objetos son ellos mismos distintos. . . . Galileo interpretaba las observaciones sobre el péndulo, Aristóteles interpretaba las observaciones sobre las piedras que caen. . . Pero todas y cada una de estas interpretaciones presuponían un paradigma. (Kuhn, 1962/2013a, pp. 271-272).

Toda interpretación de un dato presupone un paradigma, por lo que si Lavoisier y Priestley defendían paradigmas rivales no podían interpretar los datos de la misma manera.

El vínculo que Kuhn establece entre las diferencias conceptuales y las perceptuales es resultado de la influencia de N. R. Hanson en la consideración de las relaciones entre observación y teoría.<sup>6</sup> Las tesis de Hanson sobre la observación responden a cierta indistinción entre la percepción intensional y la percepción extensional, y a una concepción muy generosa del impacto de los cambios conceptuales en la experiencia perceptual. Ambas ideas ejercieron una influencia nociva en Kuhn, bajo la asunción de que si dos científicos tienen conceptos diferentes entonces *no pueden estar viendo lo mismo*, “Hanson y Kuhn fundían el cambio perceptual genuino con los cambios de los conceptos utilizados para caracterizar la percepción. Y esto les permitía dar al cambio perceptual un alcance bastante más amplio del que de hecho tiene” (Bird, 2002, p. 189).

La indistinción entre percepción intensional y extensional condujo a Hanson a afirmar que las diferencias conceptuales se traducen automáticamente en diferencias perceptuales, impidiendo que dos científicos que adoptan marcos conceptuales diferentes vean lo mismo. Sumado a esto, Hanson adoptó de forma implícita una concepción global del cambio científico, según la cual los científicos que adoptan marcos conceptuales diferentes no tienen zonas de acuerdo semántico o metodológico.<sup>7</sup>

Estas dos premisas radicales y erróneas condicionaron el abordaje del descubrimiento del oxígeno por parte de Kuhn, y lo llevaron a afirmar que el cambio perceptual es tanto *global* –involucra la totalidad de la experiencia perceptual– como *necesario* –se da en todos los casos–<sup>8</sup>. La tesis de la carga teórica de la observación, y la idea de que toda interpretación de un dato está determinada por un paradigma, resultó fundamental para la visión de la revolución química que Kuhn terminó ofreciendo. Cabe detenerse algo más en este problema.<sup>9</sup>

Podemos aceptar que toda observación científica es teóricamente dependiente, aunque ello no implica que sea dependiente de las teorías rivales para las que una observación dada es relevante. Si tenemos dos teorías opuestas *a* y *b*, para cuya comparación es relevante una serie (1) de observaciones, el que (1) esté teóricamente determinada no obliga a postular que haya una experiencia perceptual (1)*a* para los defensores de *a* y otra experiencia (1)*b* para los defensores de *b*. Por el contrario, se puede

---

<sup>6</sup> En su manido ejemplo de la visión del Sol por Kepler y Tycho, Hanson defendió que “Para Tycho y para Simplicio, ver el amanecer era ver que el brillante satélite de la tierra estaba comenzando su circuito diurno alrededor de nosotros, mientras que para Kepler y para Galileo ver el amanecer era ver que la tierra, en su giro, les volvía a poner bajo la luz de nuestra estrella vecina. Examinemos «ver que» en esos ejemplos. puede que sea el elemento lógico que conecta el hecho de observar con nuestro conocimiento y con nuestro lenguaje” (1958/1985, p. 100).

<sup>7</sup> Recordemos que para Hanson la identidad de la experiencia visual no aseguraba la identidad de la experiencia perceptual a nivel teórico “hay algo de sus experiencias visuales al amanecer que es idéntico para ambos: un disco blanco amarillento y brillante, centrado entre manchas de color verde y azul. El esquema de lo que ambos ven sería idéntico, congruente. . . . decir que Kepler y Tycho ven la misma cosa al amanecer sólo porque sus ojos son afectados de un modo similar es un error elemental” (Hanson, 1958/1985, pp. 83-84).

<sup>8</sup> Tibbetts (1975) señaló no sin cierta razón que no era claro (ni en Hanson ni en Kuhn) si estas tesis eran resultado de la generalización de casos históricos o conclusiones de argumentos filosóficos.

<sup>9</sup> Es sabido que a partir del “Epílogo” (1969/2013b) Kuhn enmarca el cambio perceptual en una versión local de la inconmensurabilidad, en la cual tienen cabida tanto los conceptos como las experiencias perceptuales compartidas. En nuestro contexto de discusión nos centraremos en la versión global de la inconmensurabilidad que predomina en *La Estructura*.

aceptar que (1) está teóricamente determinada, pero por otra teoría  $c$ , que no es lógicamente incompatible ni con  $a$  ni con  $b$ , pero cuyo instrumental tecnológico y matemático es indispensable para obtener la observación (1).

Por lo tanto, puede afirmarse que la serie (1) está teóricamente condicionada, pero no por las teorías que son evaluadas mediante (1). Las observaciones que se utilizan para evaluar dos teorías en conflicto son teóricamente dependientes, pero no necesariamente dependientes de las teorías en conflicto. Para elucidar esta cuestión, Bird (2002) ha distinguido entre la dependencia semántica de la observación respecto de la teoría, y la dependencia epistémica. El primer tipo implica que el significado de los términos empleados para obtener datos observacionales es proporcionado por alguna teoría, mientras que el segundo supone que solo podemos conocer hechos observables si asumimos como verdadera alguna teoría. Ahora bien, desde el punto de vista semántico, la teoría que suministra el significado de los términos observacionales no tiene por qué coincidir con la teoría –o las teorías– que pueden ser evaluadas mediante los datos referidos por dichos términos. Lo mismo ocurre a nivel epistémico, en cuanto la teoría que se asume para obtener determinados datos no necesariamente coincide con la teoría que dichos datos permiten evaluar.<sup>10</sup>

En el episodio que nos ocupa, los datos de la práctica química son teórico-dependientes, en cuanto su obtención solo es posible –a nivel epistémico– aceptando determinados presupuestos teóricos respecto de cómo se comportan los gases y cómo pueden ser aislados mediante un sistema de tubos. Esto implica aceptar las teorías que permitieron la construcción de los instrumentos, las cuales no están involucradas en el combate entre el flogisto y el oxígeno. A nivel semántico, los datos obtenidos como resultado de los experimentos son conceptualizados mediante términos como ‘calcinación’, ‘oxidación’, ‘gas’, ‘vapor’, etc. Pero ambos niveles de compromisos teóricos no están implicados por la teoría del flogisto ni por la química del oxígeno. Por ello podemos afirmar que los datos obtenidos por Priestley y Lavoisier están teóricamente determinados, pero determinados por una base teórica que ambos comparten –que permite que usen los mismos instrumentos y hagan los mismos experimentos– y no por las teorías que cada uno defiende. En términos de Diez (2012) esto implica que la química del flogisto y la química del oxígeno poseen una base de contrastación común, y en esa medida podemos afirmar que Priestley y Lavoisier tuvieron la misma experiencia perceptual –teóricamente determinada–.

De aquí que “no hay ninguna razón particular para pensar que, en general, las revoluciones arrastran consigo cambios en los significados del vocabulario perceptual, aunque es bastante posible que una revolución que afecte a paradigmas con una fuerte carga del elemento perceptual pueda dar lugar a una inconmensurabilidad de este tipo” (Bird, 2002, pp. 279-280). No hay ninguna razón para pensar que el cambio conceptual

---

<sup>10</sup> Otávio Bueno ha ido un paso más allá, al poner en cuestión la determinación de los instrumentos de observación científica por las teorías. Hay teorías falsas que han permitido desarrollar instrumentos eficaces, y también hay casos en los que el uso de un instrumento no requiere la adopción de la teoría que permitió construirlo. Esto implica que los resultados obtenidos con un instrumento no necesariamente cambian al cambiar las teorías que emplean el instrumento, por lo que “los instrumentos tienen una relativa independencia de las teorías, lo cual significa que los resultados que ofrecen pueden ser usados para juzgar entre teorías rivales sin favorecer a ninguna teoría en particular.” (Bueno, 2012, p. 52)

implica necesariamente cambios a nivel del vocabulario perceptual, aunque cambios de este tipo pueden ocurrir en algunas ocasiones. En último término se trata de una cuestión de reconstrucción histórica, y es en el campo de la historia donde corresponde dilucidar en qué condiciones el vocabulario compartido y los criterios comunes permiten experiencias perceptuales comunes y en cuáles no.<sup>11</sup>

Si hubo una experiencia visual compartida en el caso Priestley-Lavoisier, fue la percepción de las diferencias de peso registradas por ambos con balanzas. En este nivel perceptual Priestley y Lavoisier no parecen haber tenido discrepancias de fondo, en cuanto las mediciones de ambos arrojaron los mismos resultados, justamente a causa de que sus aparatos de observación no estaban determinados ni por la química del oxígeno ni por la química del flogisto. Los resultados experimentales que llevaron a Priestley a hablar de aire desflogistizado son los mismos que condujeron a Lavoisier a hablar de oxígeno, lo que explica por qué para Lavoisier ambos términos resultaban intercambiables. Si esto es así, el papel de la percepción en el descubrimiento del oxígeno parece ser mucho más acotado de lo que indica la idea de cambio de mundo. En lo que sigue profundizaré en esta afirmación.

### 5. La percepción visual en el descubrimiento del oxígeno

Tanto para Hanson como para Kuhn las divergencias perceptuales son consecuencia de las diferencias de marco teórico. Sin embargo, ni las diferencias conceptuales ni la determinación teórica de la observación parecen ofrecer suficiente apoyo para postular el cambio perceptual como un rasgo intrínseco del cambio científico. Si dos científicos realizan el mismo experimento partiendo de la misma materia prima, con los mismos aparatos y escalas de medición, podemos concluir que reciben estímulos muy similares. Si además obtienen los mismos resultados, podemos también afirmar que formaron la misma percepción a partir del mismo estímulo y que emplean diferentes marcos conceptuales para referirse a los mismos resultados.

En el caso de la revolución química, tanto Priestley como Lavoisier obtuvieron un gas luego de calcinar mercurio, y ambos coincidieron en que habían llegado a los mismos resultados realizando el mismo experimento. Solo en una etapa posterior del debate –en 1779– Lavoisier introdujo la denominación ‘oxígeno’, dejando expresa constancia de que se refería al gas obtenido tanto por él como por Priestley. Si se toma la cuestión en términos intensionales, se podría objetar la expresión ‘los mismos resultados’ alegando que en el experimento con mercurio Priestley obtuvo aire desflogistizado y Lavoisier oxígeno. Pero una objeción de este tono corre el riesgo de petición de principio, ya que habría que mostrar que la distinción entre ‘ver oxígeno’ y ‘ver aire desflogistizado’ efectivamente revela diferencias perceptuales y no únicamente diferencias de conceptos.

Las diferencias conceptuales entre Priestley y Lavoisier no muestran otra cosa que formas alternativas de categorizar los mismos datos. Habiendo identidad en el dispositivo experimental y acuerdo en el resultado, podemos decir no solo que Priestley y Lavoisier hicieron el mismo experimento con los mismos criterios, sino que tuvieron la misma experiencia perceptual. Tal como ha señalado Andrew Pyle,

---

<sup>11</sup> Sobre el alcance y las alternativas que la filosofía de Kuhn ofrece como programa de reconstrucción histórica, es de interés el texto de Giri y Giri (2020).

¿por qué no deberíamos decir que vieron la misma cosa, no solo en el sentido obvio de que el referente de ‘aire desflogistizado’ en Priestley es el mismo que el de ‘gas oxígeno’ en Lavoisier, sino en el sentido más estricto de que ambos vieron el metal mercurio siendo restaurado, y emitiendo un aire incoloro? (Pyle, 2000, p. 103)

Hasta aquí hemos insistido en que las diferencias conceptuales que separaban a la química del oxígeno y la del flogisto no habilitan a postular que en un sentido extensional Priestley y Lavoisier tuvieron experiencias perceptuales diferentes. Pero aunque esta identidad del diseño experimental dificulta afirmar que ambos científicos no vieron lo mismo, entendemos que no ataca directamente la cuestión. El obstáculo principal en postular que Lavoisier vio oxígeno donde Priestley vio aire desflogistizado radica en el escaso papel que la percepción visual jugó en ambos experimentos. Si esto es así, no solo estamos autorizados a pensar que Priestley y Lavoisier vieron lo mismo, sino que podemos dar un paso más y afirmar que lo que hayan visto no es relevante, en cuanto las diferencias que los separaban no eran en absoluto de tipo perceptual. En lo que resta de esta sección nos detendremos en este punto.

Lo que condujo a Lavoisier a postular el oxígeno y a Priestley el aire desflogistizado, no fue la ‘visión’ del vapor que emitía el óxido de mercurio, sino la medición de las diferencias de peso entre los elementos y sus óxidos, así como las mediciones del volumen de los vapores liberados en cada experimento. Sin los datos aportados por esas mediciones, la sola visión del vapor saliendo de un tubo no permitiría jamás llegar al oxígeno ni al aire desflogistizado.

Si afirmamos que ambos científicos tuvieron la misma experiencia perceptual, podemos estar señalando que ambos vieron el mismo vapor emitido por el óxido, o que ambos vieron los mismos registros de peso en las balanzas. La primera percepción carece de valor experimental, ya que lo relevante para la identificación de un gas es la diferencia de peso antes y después de una reacción química, y no la percepción visual del vapor emitido en un tubo.

Afirmar que Priestley y Lavoisier vieron lo mismo porque ambos percibieron la diferencia de peso medida en la balanza no es menos problemático. La visión de las balanzas carece de fuerza como experiencia perceptual compartida, ya que solo nos autoriza a decir que Priestley y Lavoisier vieron lo mismo al mirar sus instrumentos de medición. Si hubo una experiencia perceptual que resultó decisiva en este caso, fue la percepción –tanto en Priestley como en Lavoisier–, de los resultados que arrojaban las mediciones efectuadas en las balanzas. Pero esto no cuenta como ‘ver oxígeno’ o ‘ver aire desflogistizado’ en ningún sentido relevante, ya que los únicos objetos de la visión en cada experimento son las partes de los artefactos usados para medir. Si ver vapor saliendo por un tubo no cuenta como ver oxígeno, mucho menos cuenta ver el registro de un cambio de peso en una balanza.

El problema aquí radica en que un gas raramente se ve, y cuando es visto, la sola percepción visual difícilmente puede tomarse como un informe observacional. Lavoisier y Priestley o bien vieron lo mismo, en cuanto vieron humo saliendo del tubo donde estaba colocada la cal del mercurio, o bien no vieron nada, ya que ninguno de los dos *vio* un gas en sentido estricto. Es de recibo pensar que en ciertos contextos experimentales la visión de un vapor emanado o de burbujas en un líquido sí puede valer como informe

observacional. Pero en el contexto de los experimentos de Priestley y Lavoisier, lo que vale como dato probatorio es la diferencia de peso antes y después de las reacciones químicas, más que la emisión de un vapor como resultado de las mismas. Tanto Priestley como Lavoisier *aislaron* un gas realizando el mismo procedimiento de laboratorio, y en este sentido, podemos suprimir la engañosa pregunta de si vieron o no lo mismo y preguntarnos si hicieron el mismo experimento y obtuvieron los mismos resultados.

En sentido extensional, Priestley y Lavoisier vieron lo mismo: vapor saliendo de un tubo, pero ello carece de importancia en un caso de experimentos que se basan en manipular gases y medir su peso, procesos en los que la *visión* –en este primer sentido–, no juega ningún rol fundamental. En sentido intensional claramente no vieron lo mismo, uno vio aire desfloritizado y el otro oxígeno, pero el proceso que condujo a esta diferencia intensional no está mediado por ninguna experiencia perceptual que justifique un uso más ambicioso del verbo ‘ver’. Así las cosas, lo central no es si Lavoisier y Priestley *vieron lo mismo*, sino que *hicieron lo mismo*, realizaron el mismo experimento, y obtuvieron los mismos datos con las mismas mediciones.

## 6. Conclusión

He defendido que la transición del flogisto al oxígeno operada durante la revolución química no responde a un cambio de tipo perceptual, y que las diferencias existentes entre Priestley y Lavoisier pueden ser comprendidas de mejor manera si se prescinde de la percepción como instancia explicativa. He buscado mostrar que la premisa de que las diferencias conceptuales entrañan necesariamente diferencias en la percepción condujo a Kuhn a considerar la revolución química como un cambio de visión del mundo, en consonancia con la idea de que toda interpretación de un dato está determinada por el paradigma al que pertenece el científico.<sup>12</sup>

Esta posición se basa por un lado en que Lavoisier y Priestley no tuvieron experiencias perceptuales diferentes, y por otro en que la percepción no jugó un papel relevante en el proceso que condujo al descubrimiento del oxígeno. En estas condiciones, las diferencias entre Priestley y Lavoisier pueden ser mejor comprendidas como diferencias conceptuales desplegadas sobre una base común de experimentos y prácticas de laboratorio. El recorrido que he efectuado no pretende deflacionar la idea kuhniana del cambio perceptual ni la noción de inconmensurabilidad perceptual asociada a ella. Solo pretende mostrar que la noción de cambio perceptual no resulta operativa para explicar este aspecto de la revolución química, aunque ello no quita que otras revoluciones científicas puedan registrar casos genuinos de cambio perceptual.

Reformulando estos resultados en clave de inconmensurabilidad, puede decirse que quizás sea más fértil pensar a la inconmensurabilidad perceptual como un proceso histórico que admite grados de intensidad mayores y menores. Estos grados conforman un continuo, en uno de cuyos extremos se encuentran los casos en que los científicos no ven lo mismo cuando miran en la misma dirección, y en el otro extremo los casos en que sí ven lo mismo a pesar de defender teorías rivales. Kuhn (1962/2013a) dio un tratamiento algo homogéneo a esta cuestión, al postular cambios perceptuales del mismo tipo en

---

<sup>12</sup> La literatura sobre la noción de interpretación en Kuhn es vastísima, para un abordaje reciente puede consultarse Rivera (2020).

episodios tan disímiles como la revolución química, la transición de la física de Aristóteles a la de Galileo o la trayectoria de los planetas durante la revolución copernicana. Por el contrario, si se considera a la inconmensurabilidad perceptual como un proceso contingente que puede darse o no en cada revolución científica -y no como un rasgo estructural del cambio científico- resulta posible separar el cambio perceptual del cambio conceptual. Ambos tipos de cambio remiten a dos niveles diferentes de construcción de las teorías científicas, y por tanto pueden darse en simultáneo o por separado según cada caso.

## Referencias

- Bensaude-Vicent, B. (1993). *Lavoisier. Memories D'une Révolution*. Paris: Flammarion.
- Bird, A. (2002). *Thomas Kuhn*. Madrid: Tecnos.
- Blumenthal, G. (2013). Kuhn and the Chemical Revolution: a re-assessment. *Foundations of Chemistry*, 15 (1), 93-101.
- Bueno, O. (2012). Inconmensurabilidad y dominios de aplicación. En P. Lorenzano, O. Nudler (Eds.), *El camino desde Kuhn: La inconmensurabilidad hoy* (pp. 27-65). Madrid: Biblioteca Nueva.
- Butterfield, H. (1958). *The Origins of Modern Science, 1300–1800*. London: G. Bell & Sons.
- Caamaño, M. (2009). A Structural Analysis of the Phlogiston Case. *Erkenntnis*, 70(3), 331-364.
- Chang, H. (2012). *Is Water H<sub>2</sub>O? Evidence, Realism and Pluralism*. Boston Studies in the Philosophy and History of Science (vol. 293). Dordrecht: Springer.
- Daumas, M. (1963). Precision of Measurement and Chemical Research in the Eighteenth Century'. En A. C. Crombie (Ed.), *Scientific Change: Historical Studies in the Intellectual, Social, and Technical Conditions for Scientific Discovery and Technical Invention, from Antiquity to the Present* (pp. 418-430). New York: Basic Books.
- Diez, J. (2012). Inconmensurabilidad, comparabilidad empírica y escenas observacionales. En P. Lorenzano & O. Nudler (Eds.), *El camino desde Kuhn. La inconmensurabilidad hoy* (pp. 67-118). Madrid: Biblioteca Nueva.
- Falguera, J. L. (2004). Las revoluciones científicas y el problema de la inconmensurabilidad. En W. González (Ed.), *Análisis de Thomas Kuhn: las revoluciones científicas* (pp. 177-223). Madrid: Trotta.
- Gillispie, C. C. (1960). *The Edge of Objectivity: An Essay in the History of Scientific Ideas*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Giri, L., & Giri, M. (2020). Recuperando un programa kuhniano en historia de la ciencia". *Cuadernos de filosofía*, 38, 75-89.
- Guerlac, H. (1961). *Lavoisier – the Crucial Year: The Background and Origin of His First Experiments on Combustion in 1772*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Hanson, N. R. (1985). *Patrones de descubrimiento* (E. García Camarero, trad.). Madrid: Alianza. (Obra original publicada en 1958)

- Holmes, F. (1985). *Lavoisier and the Chemistry of Life: An Exploration of Scientific Creativity*. Madison-USA: The University of Wisconsin Press.
- Hoyningen-Huene, P. (1993). *Reconstructing Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Hoyningen-Huene, P. (2008). Thomas Kuhn and the Chemical Revolution. *Foundations of Chemistry*, 10, 101-115.
- Kuhn, T. (2013a). *La estructura de las revoluciones científicas* (C. Solís, trad). México: FCE. (Obra original publicada en 1962)
- Kuhn, T. (2013b). Epílogo: 1969 (C. Solís, trad). En *La Estructura de las revoluciones científicas* (pp. 344-397). México: FCE. (Obra original publicada en 1969)
- Lavoisier, A. (1783a). On the Combustion of Candles in Atmospheric Air and Dephlogisticated Air (T. Henry, trad.). En *Essays on the effects produced by various processes on atmospheric air* (pp 17-33). London: W. Eyres. (Obra original publicada en 1777)
- Lavoisier, A. (1783b). On the Solution of Mercury in Vitrolic Acid (T. Henry, trad.). *Essays on the effects produced by various processes on atmospheric air* (pp 69-75). London: W. Eyres. (Obra original publicada en 1777)
- McEvoy, J. G. (1988). Continuity and Discontinuity in the Chemical Revolution. *Osiris*, 2nd Series, 4, 195-213 [SI: *The Chemical Revolution: Essays in Reinterpretation*].
- McEvoy, J. G. (2010). *The historiography of the chemical revolution: Patterns of interpretation in the history of science*. London: Pickering & Chatto.
- Meldrum, A. (1932). Lavoisier's Three Notes on Combustion: 1772. *Archeion*, 14(1), 15-30.
- Miguel, H.; Paruelo, J.; Pissinis, G. (2002). Las *salvedades* (provisos) y la magnitud del cambio teórico. *Crítica*, 34(101), 43-71.
- Morris, R. J. (1972). Lavoisier and the Caloric Theory. *British Journal for the History of Science*, 6, 1-38.
- Musgrave, A. (1976). Why did oxygen supplant phlogiston? Research programmes in the Chemical Revolution. En C. Howson (Ed.), *Method and Appraisal in the Physical Sciences: The Critical Background to Modern Science, 1800-1905* (pp. 181-210). Cambridge: Cambridge University Press.
- Perrin, C. E. (1987). Revolution or Reform: The Chemical Revolution and Eighteenth-Century Concepts of Scientific Change. *History of Science*, 25, 395-423.
- Perrin, C. E. (1988). The Chemical Revolution: Shifts in Guiding Assumptions. En A. Donovan, L. Laudan, & R. Laudan (Eds.), *Scrutinizing Science* (pp. 105-124). Dordrecht: Springer.
- Pyle, A. (2000). The Rationality of the Chemical Revolution. En R Nola & H. Sankey (Eds.), *After Popper, Kuhn and Feyerabend* (pp. 99-124). Dordrecht: Kluwer.
- Rivera, A. (2020). Incommensurabilidad, intraducibilidad e intensionalidad: una discusión entre Thomas Kuhn y Donald Davidson. *Cuadernos de filosofía*, 38, 99-117.
- Thagard, P. (1990). The Conceptual Structure of the Chemical Revolution. *Philosophy of Science*, 57, 183-209.

- Tibbetts, P. (1975). Hanson and Kuhn on Observation Reports and Knowledge Claims. *Dialectica*, 29 (2-3), 145-155.
- Toulmin, S. (1957). Crucial Experiments: Priestley and Lavoisier. *Journal of the History of Ideas*, 18, 205-222.
- Verbruggen, F. (1972). How to Explain Priestley's Defense of Phlogiston. *Janus*, 54, 47-89.
- Wray, K. B. (2018). Kuhn, the History of Chemistry and the Philosophy of Science. *Hopos*, 9, 75-92.

# Separación entre forma y función biológica

## Consecuencias para la tesis de la contingencia radical

Víctor Emilio Parra Leal<sup>1</sup>

Recibido: 14 de marzo de 2021

Aceptado: 11 de mayo de 2021

---

**Resumen:** La tesis de la contingencia radical (TCR) plantea que las formas biológicas que han evolucionado son contingentes en el sentido en que son impredecibles, pues su evolución depende de la ocurrencia de otros estados evolutivos previos que, si bien llevaron a determinada forma biológica, podrían haber resultado en otra distinta. En este artículo se plantea una nueva versión de la contingencia evolutiva, entendida como la separación entre forma y función biológica. Existen elementos y evidencia suficientes para defender la idea de que la manera como opera la evolución por selección natural es tal que, dada la dependencia de una adaptación biológica del medio, se da una separación entre forma y función biológica. Esta concepción implica contingencia respecto a las distintas estrategias de los seres vivos para cumplir las distintas funciones, pero convergencia en las funciones biológicas generales, que se derivan incluso de los requerimientos para que se considere a un organismo como 'vivo'. Este enfoque permite aclarar la naturaleza de la contingencia evolutiva, al mostrar que la convergencia o contingencia de un rasgo biológico depende de la determinación general o específica de sus características. Otra consecuencia importante del análisis es mostrar que, entendida así, la contingencia no puede ser radical.

**Palabras clave:** contingencia, evolución, selección natural, funciones biológicas.

**Title:** Distinction between Form and Biological Function: Consequences for the Radical Contingency Thesis

**Abstract:** The radical contingency thesis (RCT) claims that evolved biological traits are contingent in the sense that are unpredictable, because their evolution depends on the happenings of previous evulative states, which, despite ending in some specific biological forms, could have derived in very different ones. This paper offers a new version about evulative contingency, understood as the sharp distinction between function and biological form. There are enough elements for supporting the idea that, given the way natural selection works, in which the environment plays a key role, there is a clear distinction between biological form and function. This view implies contingency regarding the strategies that natural selection uses for accomplishing the varied required functions, but convergence in the general functions that traits are intended to fulfill. This view sheds light on the very nature of biological contingency in the sense that it shows that contingency is impossible if some general and basic functional effects are posited for every living organism.

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia.

✉ [vparral@unal.edu.co](mailto:vparral@unal.edu.co) |  [0000-0002-1874-4927](https://orcid.org/0000-0002-1874-4927)

Parra Leal, Víctor Emilio (2021). Separación entre forma y función biológica. *Epistemología e Historia de la Ciencia*, 5(2), 82–104.

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/article/view/32434>



**Keywords:** contingency, evolution, natural selection, biological functions.

---

## 1. Introducción: La tesis de la contingencia radical

Gould (1989) resalta el carácter contingente de la biología evolutiva cuando propone el famoso experimento mental de imaginar qué ocurriría si pudiera devolverse —como si de una videocinta se tratara— todo el proceso evolutivo, para empezarlo de nuevo. Según este autor “cualquier repetición de la cinta, llevaría a la evolución por un camino radicalmente diferente del que actualmente ha tomado” (Gould, 1989, p. 51, traducción propia). Esta caracterización del proceso evolutivo se conoce como la tesis de la contingencia radical (en adelante TCR). Planteada de manera general, dicha tesis sostiene que ciertos rasgos biológicos, producto de un proceso evolutivo, podrían haberse desarrollado de otra forma. Esta creencia está basada en la idea de que la evolución de las formas biológicas está fuertemente influenciada por elementos azarosos que han determinado las características de tales formas (Wong, 2019).

A esta tesis se opone el punto de vista robusto de la vida (en adelante PRV), según el cual existen ciertos rasgos biológicos que tenderán a repetirse o a converger<sup>2</sup>, porque constituyen la solución óptima que la selección natural provee a los organismos para adaptarse, o por ciertos constreñimientos que tienen que ver con leyes físicas o químicas que determinan de manera invariable y robusta las formas biológicas (Solé & Goodwin, 2000).

Se han diseñado múltiples experimentos y estudios para evaluar hasta qué punto la evolución biológica funciona de acuerdo con la TCR o al PRV. Algunos estudios se han centrado en análisis de datos macroevolutivos que evalúan la convergencia en los rasgos fenotípicos (Emerson, 2001); otros estudios se han centrado en determinar la contingencia o convergencia en la evolución de la manera como los genes sintetizan las proteínas (Starr, Picton, & Thornton, 2017). Sin embargo, el principal enfoque ha consistido en llevar a cabo el experimento propuesto por Gould, a pequeña escala, a través de modelos computarizados (Yedid, Ofria, & Lenski, 2008) o a través de estudios en el laboratorio con organismos que evolucionan rápidamente (Travisano, Vasi, & Lenski, 1995), experimentos en la naturaleza, o estudios comparativos de linajes que han experimentado ambientes similares (Losos, Jackman, Larson, de Queiroz, & Rodríguez-Schettino, 1998).

A pesar de la multitud de enfoques, los estudios mencionados asumen que hay claridad respecto a qué se quiere decir cuando se habla de “contingencia”. Gould mismo usa el término con dos sentidos distintos, lo cual sugiere que una tarea importante del filósofo de la ciencia es aclarar el concepto de contingencia cuando se hace referencia a la evolución biológica. Gould entendió la contingencia, en primer lugar, como dependencia causal. Esta versión concibe a las explicaciones evolutivas como históricas, pues toman la forma de una narrativa, en la que determinado fenómeno E, que requiere ser explicado, surge a causa de que ocurrió D, precedido por C, B y A. Bajo esta concepción, si cualquiera de los estados previos a E no hubiera ocurrido, o se hubiera dado de manera distinta, E no existiría, o se presentaría en una forma distinta E’,

---

<sup>2</sup> La convergencia consiste en la evolución independiente de rasgos biológicos similares, a partir de estructuras ancestrales distintas y por procesos de desarrollo diferentes.

requiriendo una explicación diferente. De esta manera, E puede ser explicado como el resultado de A, pasando por D (Gould, 1989). El otro sentido, adoptado por Gould, es el de la contingencia como impredecibilidad. Bajo esta versión, la contingencia consiste en que no es posible predecir cuál será el siguiente fenómeno que se generará a partir de determinado evento evolutivo. Los caminos que toma la evolución, a partir de determinado estado A, dependen del carácter azaroso de las mutaciones genéticas, por ejemplo, y por eso resultan impredecibles. Las dos versiones son compatibles y pueden dar cuenta de la manera como opera la evolución; en últimas, la contingencia significa que una determinada ocurrencia evolutiva depende de una historia (versión de la dependencia causal) que podría o no haber ocurrido (versión de la impredecibilidad) (Beatty, 2006). Dicho de otra manera, la contingencia de los rasgos biológicos consiste en que su evolución depende de un determinado camino evolutivo, el cual, a pesar de tener un punto de partida similar al de otros rasgos, podría tener resultados distintos, pues en cada etapa del proceso, fenómenos como las mutaciones azarosas y la deriva génica<sup>3</sup>, entre otros, pueden hacer que el resultado sea distinto en cada caso (Powell & Mariscal, 2015).

En este artículo se propone una nueva versión de la contingencia de los rasgos biológicos, basada en la separación que existe entre forma biológica y función biológica en la manera como opera la selección natural.<sup>4</sup> Ya se mencionó que se puede evaluar la TCR a través de medir si se da la convergencia de los rasgos biológicos, la cual puede producirse por constreñimientos físicos o químicos, tanto a nivel micro como macro evolutivo (Rosenblum, Parent, & Brandt, 2014). Sin embargo, el presente trabajo no analiza las implicaciones de dicha posibilidad, sino que se centra en la contingencia o convergencia que pueda existir, dada la manera como se concibe la selección natural. Este enfoque está justificado, pues Gould, al formular la TCR está enfatizando el carácter histórico de la evolución, el cual es dado principalmente por cómo se considera que funciona la selección natural.

## 2. Selección natural, formas biológicas y contingencia evolutiva

A continuación, se construirá la versión de contingencia como separación entre forma y función biológica. Para hacerlo, será necesario primero entrar en la discusión acerca de si la selección natural explica o no las adaptaciones biológicas y en qué sentido lo hace. Como se verá más adelante, en la medida en que las funciones biológicas se determinan generalmente por las adaptaciones, este debate conducirá a la definición de contingencia propuesta en este trabajo. Luego se evaluará si dada esta definición, es posible sostener la TCR.

Elliott Sober (1984) cree que la selección natural no puede explicar las adaptaciones o rasgos biológicos. Su argumento básico consiste en hacer una distinción

---

<sup>3</sup> La deriva génica es una fuerza evolutiva que cambia las frecuencias alélicas de las especies en el tiempo. Es un efecto estocástico, consecuencia del muestreo aleatorio en la reproducción y de la pérdida de alelos por azar y no por selección natural.

<sup>4</sup> La selección natural es un fenómeno de la evolución en el cual, dada la lucha por la existencia, impuesta por las restricciones ambientales, los individuos que conforman una población biológica y que presentan variaciones o diferencias en sus genotipos más ventajosas frente al resto, tienen una mayor probabilidad de transmitir tales rasgos a su descendencia, aumentando su adaptación al medio.

entre explicaciones del desarrollo (tal como la de Lamarck) y explicaciones seleccionistas o variacionales (como la de Darwin).

Para ilustrar la distinción entre una explicación seleccionista y una del desarrollo, Sober pide imaginar que todos los niños en un salón leen al nivel de un niño de tercer año. Este hecho puede explicarse de dos maneras. Una explicación (la del desarrollo) consistiría en tomar niño por niño y describir las experiencias tempranas y las condiciones psicológicas o estados mentales que lo llevaron a adquirir la capacidad de leer a ese nivel. Una explicación completa del salón podría incluir la recopilación de las explicaciones del desarrollo de cada niño. La otra explicación (la seleccionista) daría cuenta de la presencia de los niños, apelando al hecho (suponiéndolo cierto) de que ningún niño que no lea al nivel de tercer grado puede estar en el salón (Sober 1984). Nótese que, a diferencia de la explicación del desarrollo, la seleccionista no explicaría mejor el hecho a nivel poblacional, sumando las explicaciones seleccionales de cada niño.

Así, el *explanandum* “¿Por qué todos los niños del salón leen al nivel de un niño de tercer año?” puede, según Sober, ser puesto en dos contextos de contraste diferente, de suerte que puede tener dos *explanans*: uno que muestra por qué cada individuo tiene un nivel de lectura más que otro nivel y otro que nos dice por qué el salón está lleno con individuos que leen al nivel de tercer grado, más que con otros individuos con otras capacidades de lectura. El primer *explanans* es individual, y el segundo poblacional. De esta manera, cree Sober, funcionan las explicaciones biológicas:

La Selección Natural no explica por qué tengo un pulgar oponible (más que carecer de uno). Este hecho cae bajo la perspectiva del mecanismo de la herencia (Cummins, 1975). Hay solamente dos clases de hechos a nivel individual que la selección natural puede explicar. Puede dar cuenta de por qué organismos particulares sobreviven y por qué disfrutan de un grado particular de éxito reproductivo. Pero las propiedades fenotípicas y genotípicas de los individuos -propiedades de morfología, fisiología y comportamiento- caen fuera del dominio privativo de la selección natural.<sup>5</sup> (Sober, 1984, p.152)

Así, la selección natural no puede explicar las propiedades fenotípicas y genotípicas de los organismos. Lo máximo que puede hacer a nivel individual es, según Sober, explicar por qué organismos particulares sobreviven y por qué disfrutan de cierto grado de éxito reproductivo.

La explicación seleccionista no es reducible a explicaciones del desarrollo. Si en el lamarckismo la pregunta a resolver era por qué las jirafas tienen cuellos más largos, en el darwinismo la pregunta a resolver será por qué la población de jirafas está compuesta de individuos con cuellos largos, más que de individuos que no tienen cuellos largos. En un caso, la explicación se centra en la evolución del organismo, en el otro, en la evolución de la población.

En las explicaciones del desarrollo, el estímulo del cambio es endógeno y el ambiente, aunque dispara los cambios, juega un papel relativamente secundario. Por el contrario, en el darwinismo, cree Sober, los organismos no cambian, sino que varían. No

---

<sup>5</sup> Todas las citas textuales del artículo, originalmente escritas en inglés, son traducidas al español por el autor. Los conceptos o expresiones ambiguos o difíciles, serán mencionados en notas al pie de página para que el lector juzgue la fidelidad de la traducción.

hay una tendencia inmanente al cambio, sino que hay una especie de oportunismo (Sober 1984). El darwinismo supone que los organismos son estáticos, a pesar de eso, las poblaciones evolucionan.

El argumento básico para negar que la selección natural pueda explicar las formas biológicas, consiste en afirmar que la teoría evolutiva por selección natural no provee una explicación del desarrollo sino una seleccionista, en la que no se explica la evolución de organismos particulares, sino de las poblaciones.

Neander responde a los argumentos de Sober, a través del concepto de *selección natural acumulativa* (1995). En lo central, Neander y Sober están de acuerdo en que las variaciones heredables pueden surgir a través de mutaciones genéticas azarosas y que la selección natural selecciona, entre las mismas, a las más adaptativas. Sin embargo, Neander cree que es posible demostrar que la selección natural, entendida como un proceso de selección gradual y acumulativa, es decir, como un proceso histórico, puede explicar las adaptaciones.

En su corrección a Sober (1984), Neander analiza el ejemplo de los niños que leen al nivel de un niño de tercer grado. Recuérdese que Sober utiliza el ejemplo para mostrar que una cosa son las explicaciones seleccionistas y otra diferente las del desarrollo. Respecto a tal ejemplo, Neander señala que no se puede establecer que las explicaciones del desarrollo nunca involucren la descripción de procesos seleccionistas. Así, por ejemplo, que los niños hayan adquirido la habilidad de leer al nivel que lo hacen, se puede explicar también, según Neander, por el hecho de que fueron seleccionados para ir a la escuela y no para trabajar en las minas o en el campo (Neander, 1988). Esta referencia seleccionista, cree Neander, bien podría ayudar a entender por qué los niños tienen la capacidad lectora que poseen. El punto de esta primera respuesta a Sober, que posteriormente desarrollará, consiste en señalar que *una explicación completa* de los rasgos requiere no solo de explicaciones del desarrollo, sino también de explicaciones seleccionistas.

Neander dedica parte de su trabajo a intentar aclarar, una vez establecido que en lo central está de acuerdo con Sober, qué es entonces lo que está en juego en el debate. Así, cuando se hace la pregunta de si la selección natural podría explicar al pulgar oponible humano, según Neander, podría estarse preguntando tres cosas distintas (Neander, 1995). La pregunta, en primer lugar, podría ser por el desarrollo de individuos particulares y por las influencias causales que generaron el desarrollo ontogenético del pulgar prensil. Una respuesta completa a esta pregunta requeriría de una descripción del proceso que inicia con la concepción del organismo, lo que se ha heredado del genoma de los padres, describir el desarrollo embriológico y la manera como las células de los miembros superiores se diferencian, etc. Neander la llama “la pregunta por el desarrollo de los rasgos” (1995, p. 62).

Una segunda pregunta, tendría que ver con cómo o por qué seres orgánicos con pulgares prensiles han llegado a prosperar y han persistido en la población humana. Imagínese que cierto grupo de primates prehumanos carecían de pulgar prensil, mientras que otro grupo sí tenía, siendo el caso que este último grupo prevaleció y prosperó mientras que el otro fue eliminado. Esta pregunta podría entonces estar pidiendo la razón de por qué primates con pulgar prensil sobrevivieron y tuvieron descendencia. A esta pregunta, Neander la llama “la pregunta por la persistencia” (1995, p. 62).

Por último, con la pregunta podría estarse pidiendo una explicación de cómo o por qué surgió un plan genético que incluye el pulgar prensil en la especie humana. Esta pregunta pide que se dé cuenta de cómo se originó el plan inicial. Neander llama a esta “la pregunta por la creación” o “por el origen” (en sentido amplio y no solo en sentido divino, sino incluyendo también procesos no intencionales). Esta pregunta pediría que se respondiera cómo se originó el plan genético del pulgar prensil en la especie humana o en sus ancestros (Neander, 1995, p. 63).

Neander cree que Sober parece estar hablando solamente de la respuesta a la primera pregunta, es decir, la respuesta a la pregunta por el desarrollo de los rasgos (Neander, 1995). Por supuesto, Neander cree que una respuesta completa requiere de una respuesta sobre el origen del plan genético, es decir, requiere una respuesta a la pregunta por la creación (Neander, 1995).

Respecto a la pregunta por la persistencia, los dos parecen estar de acuerdo en conceder que la selección natural puede explicar por qué ciertos rasgos prosperan o persisten en una población una vez han sido originados. Así, el pulgar prensil ha persistido porque dio a la especie cierta destreza que permitió, a la postre, el manejo de herramientas, lo cual incrementó la capacidad humana de alimentarse y defenderse. Es importante señalar que esta respuesta puede darse sin necesidad de responder a la pregunta por la creación de los rasgos. Según Neander, la pregunta por la persistencia presupone que el rasgo ya está allí y simplemente pide que se explique por qué organismos que poseen dicho rasgo, más que aquéllos que no lo tienen, lograron prosperar y persistir (Neander, 1995). Lo que resulta controversial según Neander, es si la selección natural puede responder a la pregunta por la creación, tanto como a la pregunta por la persistencia, o si responde a la pregunta por la persistencia, en vez de a la pregunta por la creación (Neander, 1995).

Lo que está en juego en este debate es justamente la contingencia de los rasgos biológicos o las adaptaciones. Tanto Sober como Neander admiten que los rasgos han sido seleccionados porque poseen ventajas adaptativas (es decir, responden a la pregunta por la persistencia), pero mientras el primero sostiene que esas estructuras podrían ser reemplazadas por otras que pueden cumplir la misma función que les confiere ventaja adaptativa, Neander intentará justificar su necesidad apelando a su historia; de ahí que insista en responder a la pregunta por el origen. Preguntar por el origen puede ser entendido en varios sentidos. Podría estarse preguntando sobre los procesos genéticos y moleculares que dan origen a la estructura, pero Neander aclara que la pregunta por el origen se refiere al *origen histórico*. O por lo menos eso es lo que se infiere de su caracterización de la pregunta que llama “pregunta por la creación” de los rasgos. Según Neander, esta pregunta responde cómo o por qué se originaron los rasgos: “[...] podría preguntarse cómo o por qué surgió en primer lugar un plan genético para los pulgares prénsiles en la especie humana (o en sus ancestros pre-humanos)” (Neander, 1995, p. 62). Nótese que Neander trata de manera indistinta a la pregunta del “cómo” y a la del “por qué”. (1) ¿Cómo evolucionó el plan genético del pulgar prensil? (2) ¿Por qué evolucionó el plan genético del pulgar prensil? La pregunta (2) podría ser entendida como la que Neander llama pregunta por la persistencia de un rasgo; podría responderse señalando que evolucionó porque representó cierta ventaja adaptativa para los organismos y porque fue favorecido por la selección natural, y podría mostrarse de qué manera tal rasgo

concede ventaja adaptativa a organismos que lo poseen, sobre organismos que no. La pregunta (1) en cambio, parece pedir una descripción histórica de cómo el plan *original* del pulgar prensil evolucionó hasta el plan que persiste hoy en día en los organismos con pulgar prensil.

Aquí es necesario hacer la siguiente observación, que permite desarrollar la definición de contingencia presentada en este trabajo. La pretensión explicativa de Neander funciona siempre y cuando se dé una relación estrecha entre forma y función. En otras palabras, solamente si las funciones dependen esencialmente (endógenamente) de la forma del rasgo, es posible adivinar la función de un rasgo atendiendo a su forma. Pero si, como se verá más adelante, cabe la posibilidad de que los rasgos adquieran diferentes funciones con independencia de la forma, pues la función depende de la relación de la forma con el medio, la pretensión de Neander se ve comprometida. De esta manera, no es válido explicar la forma de un rasgo apelando a su función original. Neander no podría explicar el pulgar prensil apelando a la pretendida función original del rasgo, porque no se podría garantizar que la forma se debe a su pretendida *función original*. Por tanto, lo máximo que podría esperarse de la respuesta de Neander a la pregunta por la creación es una descripción histórica de los procesos que han llevado al rasgo a tener la forma que actualmente tiene, sin consideraciones de tipo funcional. Pero ¿es esto lo que pretende Neander? Según parece, la pretensión de Neander es, por el contrario, utilizar consideraciones funcionales para responder a la pregunta sobre el origen: “La selección natural sí responde, por supuesto, Preguntas por la Persistencia; pero no responde Preguntas por la Persistencia en vez de Preguntas por la Creación: responde Preguntas por la Creación respondiendo Preguntas por la Persistencia. O eso es lo que argumentaré” (Neander, 1995, p. 67).

Las preguntas por la creación se responden haciendo referencia a la *función original*<sup>6</sup> del rasgo. Neander considera que la selección natural acumulativa puede mostrar la forma como un rasgo biológico adquiere esa función original.

La *selección acumulativa* se caracteriza por la acumulación de secuencias de producción azarosa [*random*] / selección [*selection*] (R/S). En este proceso, las secuencias anteriores de R/S alteran el resultado de secuencias posteriores. Por el contrario, un proceso de selección de un solo paso está separado del próximo y por lo mismo, no puede alterar los resultados de futuras secuencias (Neander, 1995).

Neander ejemplifica su concepto de *selección acumulativa*, pidiendo que se piense en una máquina de lotería que tiene 30 balotas blancas, cada una de las cuales está marcada con un número del 1 al 30. En el fondo de la máquina hay siete agujeros, en cada uno de los cuales caen las balotas en cada giro de la máquina. Cada intento consiste en que las balotas caigan en dichos agujeros de forma que el intento se completa cuando cada uno de los agujeros tiene una balota. Imagínese que se han vendido tiquetes, los cuales tienen siete números entre 1 y 30 en un orden específico; por ejemplo, un tiquete puede tener los números 24, 15, 01, 02, 18, 30, 19. Si las balotas que caen en los agujeros del fondo de la máquina corresponden a los del tiquete en el orden establecido, es decir

---

<sup>6</sup> La teoría de las funciones propias sostiene que los rasgos biológicos poseen una función original que es aquel efecto funcional por el cual fueron seleccionados, lo cual permite distinguir entre funciones accidentales y propias, y permite determinar un buen o mal funcionamiento del rasgo. (Wright, 1973)

si en el primer agujero está la balota con el número 24, en el segundo agujero la balota 15, etc., de tal manera que todos los números coinciden en el respectivo orden, entonces el comprador del tiquete se convierte en millonario. Inicialmente, la probabilidad de que caiga el número del boleto en cada lugar es de  $1/30$  para cada uno de los agujeros de la máquina. Supóngase que se dan cuarenta intentos para acertar. Esto no cambia para nada la probabilidad, porque los intentos son independientes los unos de los otros. El aumento en los intentos no ejemplificaría, según Neander, en qué consiste la selección acumulativa, en la medida en que los intentos anteriores no alteran la probabilidad de los siguientes intentos.

Supóngase ahora que la máquina ha sido alterada de tal forma que cada vez que una balota cae en el lugar correcto, es decir coincide el número y el lugar que se le tiene asignado en el tiquete, deja a la balota en ese sitio y procede al siguiente intento. Aquí la probabilidad para cada agujero va aumentando, de suerte que la probabilidad de ganar en los cuarenta intentos que se han concedido aumenta considerablemente. Así, por ejemplo, si en el cuarto agujero cae la balota 02, según el tiquete de muestra, la máquina dejaría esa balota en dicho agujero y procedería al siguiente intento. La probabilidad en el siguiente intento, para cada uno de los agujeros habría aumentado, de tal manera que sería de  $1/29$ , aumentando cada vez que una balota cayera en el agujero correcto, de suerte que cuando seis balotas hayan caído en los agujeros correctos, la probabilidad de acertar en el siguiente intento será de  $1/24$ , teniendo entonces una probabilidad altísima de completar todos los números del boleto en el orden establecido, lo cual no habría ocurrido si el proceso no hubiera sido *acumulativo*. De esta manera, lo que pretende mostrar Neander es que en un proceso de selección acumulativa, las secuencias tempranas de R/S pueden alterar los probables resultados de posteriores secuencias R/S, convirtiendo al proceso en algo creativo, pues una vez se toma un rumbo adaptativo específico, los cambios siguientes están influenciados por ese camino inicial que se ha tomado. Según Neander, Sober se centra en lo que ocurre cuando la mutación es seguida por la selección, pero parece ignorar lo que ocurre cuando la selección es seguida por posterior recombinación genética y mutación; la selección precedente puede alterar bastante la probabilidad de la ocurrencia de subsecuentes recombinaciones genéticas (Neander, 1995).

Neander ofrece el siguiente ejemplo para mostrar cómo las probables combinaciones genéticas pueden estar limitadas por el proceso de selección. Imagínese que hay una población de 100 individuos haploides, en la cual se han fijado los genes  $A_1$  y  $B_1$ . Supóngase entonces que dos mutaciones ocurren, una después de la otra en diferentes individuos, de suerte que  $A_1$  muta a  $A_2$ , y en otro individuo  $B_1$  muta a  $B_2$ . Supóngase que  $A_2$  es más adaptativo que  $A_1$ , y que  $B_2$ , por su parte, es menos adaptativo que  $B_1$ , a menos que se combine con  $A_2$ , de suerte que las posibles adaptaciones en orden de su ventaja adaptativa, serían las siguientes:  $(A_2, B_2) > (A_2, B_1) > (A_1, B_1) > (A_1, B_2)$ . Cabe entonces preguntarse qué tan probable es que el par genético más adaptativo surja. La respuesta de Neander es que todo depende, entre otras cosas, de qué tanto  $A_2$  se ha fijado en la población antes de que surja  $B_2$ . Si  $A_2$  se ha fijado para cuando  $B_2$  surge, la probabilidad de que el par más adaptativo ocurra es de 1. Por otra parte, si no ha habido selección de  $A_1$  para cuando  $B_2$  surge, entonces la probabilidad será mucho menor (Neander 1995).

Así, para Neander, la probabilidad de una combinación exitosa tal como  $A_2$ ,  $B_2$ , depende de procesos selectivos previos y acumulativos. Para ella, aunque es cierto que el proceso de evolución por selección natural tiene una fase de generación azarosa de mutaciones y otra de selección, de esto no se sigue que sea la mutación y no la de selección la que explique la creación de las secuencias genéticas y las adaptaciones a las que dan lugar dichas secuencias:

Muchas, frecuentemente millones, de tales secuencias, están involucradas en producir adaptaciones tales como nuestros pulgares préniles, nuestros ojos y oídos, la cresta del gallo y la tela de araña. Y estas secuencias distan de estar causalmente aisladas unas de otras. La mutación altera al resultado de la selección subsecuente, el cual, a su vez, altera el resultado de la subsecuente generación azarosa de nuevas secuencias genéticas y así sucesivamente. (Neander 1995, p. 77)

Solamente, cree Neander, si el análisis se centra en las causas locales de la generación de la forma, puede concebirse un mundo en el cual los seres humanos, que han sido favorecidos por la selección natural, podrían vivir con criaturas que han sido eliminadas por dicho proceso. Sin embargo, si se mira cómo actúa la selección natural, y si se es consciente de la influencia que la selección ejerce sobre la probabilidad de determinadas combinaciones genéticas, entonces la aparente coherencia de este “mundo posible” se desintegra. En otras palabras, para Neander, una correcta comprensión de la manera como actúa la evolución por selección natural, a saber, con un carácter acumulativo y gradual, podría explicar por qué existe el corazón para hacer circular la sangre y no otro órgano, o por qué la clorofila es necesaria para realizar la fotosíntesis.

A pesar de que Neander está de acuerdo con Sober en que la selección natural no explica los cambios en una población agregando explicaciones de los cambios en individuos, no es cierto que no pueda explicar las propiedades de estos: “[la selección natural] sí puede: explicando cómo surgieron inicialmente los planes genéticos que heredaron los individuos” (Neander, 1995, p. 79).

A favor del argumento de Neander, podría decirse que el suyo concuerda con la forma como Darwin concebía el proceso de selección natural. Para Darwin, la estructura de los seres biológicos más elementales es altamente maleable y el camino evolutivo que tales estructuras pueden tomar es impredecible (Darwin, 1872). Sin embargo, una vez los rasgos han tomado un camino evolutivo específico, la producción azarosa de mutaciones se restringe, como sostiene Neander, y el espacio morfológico se limita. Una vez un órgano inicia el camino de la “especialización”, tiende a ser perfeccionado por la selección natural para la tarea en la que se inicia a especializar.

Darwin tenía cierto interés por entender lo que significa un avance en la organización de la forma, y el criterio que parece tener en mente para establecer qué tan avanzada está una estructura, es el de la cantidad de diferenciación y especialización de los diversos órganos que componen un organismo:

Si tomamos como estándar de organización elevada, la cantidad de diferenciación y especialización de los diversos órganos en cada ser adulto (y esto incluirá el avance del cerebro para propósitos intelectuales), la selección natural claramente conduce hacia dicho estándar: los fisiólogos admiten que la especialización de los órganos, en la medida en que favorece la adecuada realización de su función, es una ventaja para cada ser; de ahí que la

acumulación de variaciones, tendiente a la especialización, esté dentro del alcance de la selección natural. (Darwin, 1872, p. 98)

En este pasaje Darwin vincula directamente la acumulación de las variaciones con la especialización para llevar a cabo una función determinada. A pesar de que Darwin no elaboró una definición formal del concepto de función, puede inferirse de este pasaje que entiende a las funciones como el efecto especializado que produce un órgano que ha devenido como resultado de un proceso de selección acumulativa y gradual. Podría concederse que ese “efecto especializado” es en esencia equivalente al concepto de “función propia”.

### **3. La contingencia evolutiva como separación entre forma y función biológica**

Neander insiste en que la selección natural puede dirigir la evolución de las formas, de tal suerte que la producción de ciertas estructuras, en vez de otras, se ve favorecida por la selección previa. ¿Qué es entonces lo que Sober no acepta? Sober cree que la selección natural puede explicar por qué criaturas con rasgos determinados poseen más progenie que las que no los tienen, pero no acepta que la selección juegue un papel causal en la generación de la forma. Neander quiere mostrar que la generación de la forma depende de lo que ha sido seleccionado, luego la forma sí se explica por la selección. Nuevamente Sober sostiene que la forma en cuanto forma, nada tiene que ver con la selección: no existe una relación causal entre lo que es seleccionado y la forma en cuanto forma. Podría generarse otra estructura con forma distinta y, sin embargo, ser seleccionada para adaptar al organismo a su entorno. No hay necesidad nomológica entre la forma y aquello para lo que es seleccionado. Ese es el verdadero sentido de la contingencia en la generación de la forma biológica. Para Sober, la vida produce ciegamente variaciones y las más aptas se quedan. Pero las que se quedan no tienen ningún tipo de necesidad. Podrían ser o no. Cuando Sober caracterizaba al lamarckismo como una estrategia explicativa del desarrollo, resaltaba que lo característico de estas estrategias es que conciben a la evolución como el desenvolvimiento de un plan que se da, quiérase o no (Sober, 1984). El darwinismo, por otra parte, concibe a la evolución como algo no dirigido. Lo que hace Neander es intentar justificar la idea de que existen “canales adaptativos” por los que se dirigen las formas biológicas y que una vez se han tomado, la contingencia total de este mundo biológico se reduce. Su argumento más fuerte se centra en que es evidente que existen estructuras complejas bien adaptadas, que han tomado un camino adaptativo y que a partir de acumular cambios graduales, han logrado convertirse en estructuras cuya complejidad no puede ser generada en un solo paso, sino que requiere de la lenta acumulación de variaciones en un sentido determinado (por supuesto no-predeterminado). De esta forma, Neander pretende responder a la pregunta por el origen, respondiendo a las preguntas por la persistencia (Neander, 1995). Sin embargo, esta pretensión se basa en la asunción de que los rasgos conservan su función original. ¿Qué ocurriría con la pretensión de Neander si se da la posibilidad de que un rasgo no conserve su función inicial? ¿Sería posible aún responder a preguntas por el origen, si se descubre que las respuestas a las preguntas por la persistencia de un rasgo varían dependiendo de la historia evolutiva del mismo? O lo que es lo mismo, ¿Qué consecuencias tendría para el debate la separación entre forma y función?

Para buscar una respuesta a estas preguntas, se analizará el concepto de *adaptación* y las consecuencias que se siguen de su aclaración. Según Gould y Vrba (1982), ha faltado crear una terminología adecuada para distinguir entre rasgos que han sido diseñados por la selección natural para llevar a cabo la función que actualmente cumplen, y rasgos que no fueron moldeados por la selección natural para llevar a cabo la tarea que actualmente cumplen. Así, al proceso por el cual la selección natural moldea el rasgo para su uso actual, lo denominan *adaptación* (del latín *ad aptus*, que significa *hacia* una aptitud o adecuación); al proceso por el cual la selección natural moldea un rasgo para un uso específico (*adaptación*) pero posteriormente adquiere otro uso (es cooptado, es decir, ajustado para otro uso), lo denominan *exaptación*. Igual nombre les dan a los rasgos que no fueron moldeados por la selección natural para ningún uso específico (una no-*aptación*) pero que posteriormente fueron cooptados para el uso que actualmente tienen. Tanto adaptaciones como exaptaciones son, para Gould y Vrba, *aptaciones* (adecuaciones del rasgo para una tarea específica), pero, en la medida en que las adaptaciones fueron moldeadas por la selección natural, se dice que poseen funciones, mientras que las exaptaciones producen meros efectos accidentales (Gould & Vrba, 1982) (ver tabla 1).

**Tabla 1:** Taxonomía de la aptación

Proceso	Carácter del ítem	Uso
La selección natural moldea el ítem <sup>7</sup> para su uso corriente – adaptación	Adaptación (es una aptación)	Función
Un ítem previamente moldeado por la selección natural para una función particular (una adaptación), es cooptado para un nuevo uso- cooptación	Exaptación (es también una aptación)	Efecto
Un ítem cuyo origen no podría adscribirse directamente a la acción de la selección natural (una no-aptación), es cooptado para un uso actual –cooptación.		

Fuente: Traducción propia de (Gould & Vrba, 1982, p. 5).

Ya Darwin era consciente de la necesidad de diferenciar entre adaptaciones y estructuras resultantes de las que llama “leyes del desarrollo”. Las suturas en el cráneo de los mamíferos no son adaptaciones para el parto sino exaptaciones, (Darwin, 1872) y, de acuerdo a la terminología de Gould y Vrba, no es una función de las suturas en el cráneo ayudar en el parto, sino es solo un efecto accidental. Para Gould y Vrba, la adquisición de nuevas funciones va ligada al cambio de diseño para cumplir esas nuevas funciones: de un rasgo que, sin alterar su diseño, cumple una función diferente a la que inicialmente cumplía, no se puede decir que posee función. ¿Por qué? En el fondo de esta conceptualización subyace la idea de que la función de un rasgo está *esencialmente* ligada al diseño del rasgo. Gould y Vrba dan algunos ejemplos de exaptación, entre ellos, citan el de la evolución del vuelo. Basados en el trabajo de diversos investigadores (como Ostrom, Bakker y Oster), dan la siguiente versión de la evolución del vuelo: el *archaeopterix* (el ave más primitiva hasta ahora encontrada) no tenía una estructura ósea que le facilitara el vuelo, sin embargo, tenía todo su cuerpo cubierto de plumas; esto hace suponer que la función inicial de las plumas era regular la temperatura del cuerpo.

<sup>7</sup> La palabra original en inglés que se ha traducido como “ítem” es “character”.

Posteriormente este rasgo se usa para una tarea (efecto) diferente (se convierte en una exaptación), la cual consiste en atrapar insectos. Sin embargo, no es sino hasta cuando ese rasgo se modifica (los brazos se ensanchan) que no se dice que ha adquirido una nueva función (la de atrapar insectos). De esta manera, una superficie más grande permitía al *archaeopterix* atrapar más fácilmente insectos. Posteriormente este cambio se convierte en una exaptación para el vuelo, el cual sólo se convierte en la función de las alas cuando otros cambios morfológicos, tales como cambios en el esqueleto y en patrones neuromotores, dieron como resultado la aparición del vuelo (1982). Así, para Gould y Vrba la evolución por selección natural se da a través de una secuencia de adaptaciones, que se convierten en exaptaciones y que sientan las bases para una nueva adaptación. Esta secuencia, creen los autores, da resultados que no podrían haberse producido solamente con el concurso del incremento paulatino de la adaptación (1982).

Paul Griffiths (1992) critica la idea de que en el proceso evolutivo por selección natural hay adaptación *solamente* cuando el rasgo se modifica y se fija en la población por la nueva función que realiza, es decir, si un rasgo, sin modificarse, adquiere una nueva función para la cual inicialmente no fue diseñado (la que Gould llamaría efecto) y por realizar esa nueva función el rasgo se fija en la población, entonces podemos decir con seguridad que esa nueva función es también una adaptación. Según Griffiths, Gould y Vrba fallan en el sentido en que no detectan esta segunda fase del proceso evolutivo. Una primera fase sería la coaptación, es decir, el uso de una adaptación o un rasgo no necesariamente adaptativo para un nuevo uso o para un uso aptativo, tales rasgos serían llamados por Gould y Vrba exaptaciones. Sin embargo, una vez el rasgo coaptado ha producido un efecto que favorece la supervivencia del organismo (en esta primera fase Griffiths estaría de acuerdo con Gould y Vrba en llamar al efecto del rasgo simplemente *mero efecto*) tiende a fijarse en la población. Si se fija y llega a ser exitoso por la producción de ese efecto, Griffiths cree que merece ser llamado función:

En la explicación darwiniana de la evolución de la emoción, se encuentran ejemplos clásicos de tales funciones. Darwin hipotetiza que muchos comportamientos expresivos fueron inicialmente favorecidos para algún propósito utilitario y, posteriormente retenidos, a causa del rol que habían adquirido en la comunicación al interior de la especie.<sup>8</sup> Así por ejemplo, Darwin sugiere que el mostrar los dientes durante los episodios de ira en los primates, pudo haber sido inicialmente seleccionado como una preparación para el ataque, pero posteriormente adquirió un uso secundario para mostrar agresión, y ha sido retenido por dicha función secundaria en los humanos, mientras que se ha convertido en un vestigio con respecto a su función original (la noción de vestigialidad con respecto a una función dada es formalmente definida más abajo). Sostengo que esta función “secundaria” del comportamiento de mostrar los dientes<sup>9</sup> es una función biológica propia. Digo esto porque una explicación selectiva correcta de la actual prevalencia del rasgo, debe mencionar esta función. (Griffiths, 1992, pp. 117-118)

Griffiths pretende basar la fortaleza de su argumento en el ejemplo del comportamiento de los primates de mostrar los dientes. Tal rasgo, asegura Griffiths, aunque inicialmente tenía la función de ser una preparación para el ataque, con

<sup>8</sup> El concepto “intra-specific” ha sido traducido como “al interior de la especie”.

<sup>9</sup> Original en inglés: “tooth baring”.

posterioridad se convierte en una ayuda para la comunicación al interior de la especie. Nótese que la forma del rasgo no cambia y a pesar de eso, desde el punto de vista de Griffiths, adquiere una nueva función. Solamente si el rasgo cambia, sostendrían Gould y Vrba, entonces podríamos estar hablando de una adaptación. Griffiths propone (siguiendo un poco la terminología de Gould y Vrba), llamar a estos rasgos no exaptaciones sino *exadaptaciones*, es decir adaptaciones que han adquirido una nueva función. La diferencia fundamental es que Griffiths sí les atribuye funciones a estos rasgos, y considera que Gould y Vrba han malinterpretado el proceso evolutivo, pues la exaptación tiene, según Griffiths, dos fases ya señaladas, a saber, el uso inicial de un rasgo para una nueva función, la cual inicialmente es un mero efecto (y seguiría siendo de no fijarse este nuevo efecto en la población), y la segunda fase que consiste en la fijación del rasgo en la población. Griffiths sostiene que este efecto, convertido en función, es una “función propia” del rasgo en mención, pues, siguiendo con el ejemplo del comportamiento de mostrar los dientes, una explicación de la prevalencia del rasgo incluye una referencia al efecto de servir de ayuda en la comunicación (Griffiths, 1992).

Griffiths considera que la falla fundamental de Gould y Vrba está en atribuir una nueva función a un rasgo, solamente cuando es modificado (lo otro lo llamaría exaptación), y es solamente la modificación o la parte modificada la que adquiere esa nueva función, siendo las otras partes efectos accidentales.

Si se analiza la explicación de Gould y Vrba sobre la evolución del vuelo, a la luz de la crítica hecha por Griffiths, resultaría que para aquéllos solo las modificaciones secundarias de las plumas tienen la función de permitir el vuelo y las otras características, que igualmente asisten el vuelo, solamente lo hacen como efectos secundarios. Ahora bien, según Gould y Vrba las plumas tenían inicialmente la función de servir de termorreguladoras y posteriormente son exaptaciones para atrapar insectos; solo cuando las plumas del contorno de los brazos se modifican (se agrandan) se convierten, en adaptaciones para atrapar insectos. A Griffiths le molesta que solamente a la parte de las plumas que se ha modificado, se le atribuya esta nueva función. Según Griffiths, si un rasgo ha adquirido una nueva función, aún sin modificar su forma, y esa nueva función explica la prevalencia del rasgo en la población, puede hablarse, sin dificultad, de que ese nuevo efecto (llamado así en la explicación de Gould y Vrba) puede ser denominado una “función”:

Al introducir la noción de exadaptación, podemos permitir que las plumas tengan funciones tales como el vuelo o la termoregulación, aun si fueron inicialmente seleccionadas para atrapar insectos. Todo lo que se requiere es que deficiencias en el vuelo y la termoregulación, más que en atrapar insectos, hayan sido, por algún tiempo, las mayores desventajas que eviten la proliferación de mutaciones de las plumas, que las alejen de su forma estándar. Siempre que haya selección activa, habrá explicación selectiva y, por lo tanto, funciones propias. (Griffiths, 1992, p. 121)

En resumen, lo que Griffiths pretende sacar en claro de la discusión, es que los sucesivos períodos de selección, a través de los que pasa un rasgo, pueden conferir al mismo una serie distinta de funciones, una para cada efecto del rasgo que ha jugado un papel importante en su historia selectiva. En este punto, cobra especial importancia su teoría de los vestigios. Según dicha teoría, un rasgo es un vestigio *simpliciter* cuando ha

dejado de ser seleccionado por cierta función que realiza, lo cual no quiere decir que no pueda ser seleccionado a causa de una nueva función. Es decir, un rasgo puede ser vestigio respecto a una función, pero continuar siendo seleccionado por una nueva función, sin necesidad de ser modificado (Griffiths, 1992). Pero, Griffiths cree que esta idea requiere de soporte empírico:

Sin embargo, esta conclusión no puede sacarse solamente en base a un análisis de la noción de función propia. Lo máximo que puede hacer el análisis filosófico, es describir una noción de función coherente y metodológicamente plausible. La pregunta sobre si existen tales funciones, no es una cuestión empírica. En particular, la sucesión de funciones que he descrito, solamente ocurrirá si los rasgos permanecen relativamente abiertos a la influencia de la selección, luego de su proliferación inicial en la población. (Griffiths, 1992, p. 122)

Griffiths considera que una vez que se reconoce que procesos selectivos próximos (temporalmente hablando) también poseen funciones propias y explicaciones adaptativas, éstas resultan ser más accesibles epistémicamente: “[las explicaciones adaptativas] llegan a ser parte de una estrategia general de explicación, por sucesivas etapas de selección, cada una de las cuales está constreñida históricamente por etapas previas. Cada etapa confiere funciones a un rasgo, y deja sus rastros en las funciones vestigiales de los rasgos, en etapas posteriores” (Griffiths, 1992, p.123).

De esta manera, la propuesta de Griffiths aclara la dificultad que se planteaba a Neander cuando señalaba que su intención era recurrir a la función original de un rasgo para determinar su diseño o explicar su forma. Si se admite la posibilidad de que los rasgos cambien de función con independencia de su forma, entonces la pretensión de explicar su forma apelando al diseño original queda totalmente descartada. Por supuesto, a favor de Neander y complementando los requerimientos de Griffiths, podría decirse que esta hipótesis necesita comprobación empírica y algo más que el ejemplo del gesto de agresión en los primates.

Sin embargo, lo interesante de la formulación de Griffiths, es que en el fondo es una crítica a la tendencia a creer que la selección puede explicar los orígenes de un rasgo. Es esta tendencia la que ha generado la idea de que la causa del diseño es la pretendida “función original del rasgo”:

[...] la función de un rasgo [...] sería aquéllo por lo que inicialmente fue seleccionado. Esto, por supuesto, no solamente sería difícil de descubrir, sino que aún si pudiera ser descubierto, podría no ser la función actual del rasgo. La función del ala del pingüino es asistirlo en su nado, pero esta no fue la función original por la cual sus alas evolucionaron. (Griffiths, 1992, p. 123)

La propuesta de Griffiths consiste en distinguir entre la adquisición de rasgos y la de funciones. Si un rasgo puede adquirir nuevas funciones sin modificarse, no tiene sentido decir que la causa del diseño es la pretendida función original del rasgo.

Además de Griffiths, hay otros autores a los que les molesta la equiparación que se hace entre forma y función. Allen y Bekoff (1995), por ejemplo, ofrecen un argumento para sostener que la ecuación “Diseño Natural = Función” debe ser negada. Para Allen y Bekoff, la función es neutral respecto al camino filogenético por el cual un rasgo adquiere

la forma que posee. Un rasgo podría tener una función biológica mas no haber sido naturalmente diseñado para llevar a cabo esa función:

La discusión de Gould (1980) sobre el pulgar del panda, provee un ejemplo intuitivamente plausible de un rasgo no comportamental<sup>10</sup> con una función - rasgar la corteza del bambú- para la cual aparentemente no está diseñado, pues el pulgar aparentemente no muestra modificaciones especiales para rasgar la corteza, aunque la permanencia de este rasgo puede, presumiblemente (al menos parcialmente), ser explicado por su contribución a rasgar la corteza. Sin embargo, la evidencia comparativa necesaria para apoyar esta afirmación, no está aún disponible. (Allen & Bekoff, 1995, p. 617)

El argumento sería más convincente si logra mostrar que un rasgo, a pesar de estar muy bien adaptado para una función actual particular, no fue diseñado para dicha tarea. En ese sentido resultan más útiles los ejemplos que usan Gould y Vrba de la evolución del vuelo y de la estructura ósea (1982). En general, Allen y Bekoff (1995) se limitan a criticar la ya señalada distinción que hace Gould y Vrba entre adaptación y exaptación, pues consideran, como Griffiths, que las que Gould y Vrba llaman exaptaciones (rasgo cooptado para un nuevo uso, o rasgo producido y mantenido por mecanismos distintos a la selección natural y cooptado para un uso actual), sí poseen funciones.

A la luz de esta reflexión sobre la posibilidad de la separación entre la forma y la función, sería interesante plantar la pregunta acerca de si puede explicar la selección natural las formas biológicas. A primera vista parece sensato decir que si se traza la historia evolutiva de un rasgo (supóngase para efectos de la argumentación que es absolutamente posible trazar en detalle), puede explicar por qué ese rasgo ha sobrevivido hasta ahora, diciendo en cada período evolutivo, qué función particular hacía que el rasgo proliferara en la población. Sober diría que eso es responder a la pregunta por la persistencia. Si al trazar la historia del rasgo comprobamos que se ha venido perfeccionando gradualmente, de suerte que ha resultado en una estructura perfectamente adaptada para un propósito específico, ¿no podría decirse que la selección natural puede explicar la forma, en el sentido en que es posible explicar por qué esta estructura tiene tales características? Sober diría que afirmar eso es traspasar el valor adaptativo a la forma física, cuando en realidad el valor adaptativo lo da la relación de las propiedades físicas del organismo con el medio. Esta idea está expresada en el famoso concepto de *superveniencia*, según el cual, la adaptación superviene sobre las cualidades físicas de los organismos:

Las propiedades físicas de un organismo y el ambiente que habita, determinan qué tan adaptado está dicho organismo. Pero la aptitud biológica<sup>11</sup> que posee un organismo -qué tan viable o fértil es-, no determina cómo deberían ser sus propiedades físicas. Esta relación asimétrica entre las propiedades físicas de un organismo en su ambiente y su aptitud biológica, implica que ésta *superviene*<sup>12</sup> sobre las propiedades físicas. (Rosenberg, 1978, 1985, citado en Sober, 2000, p. 74)

Una prueba de que la adecuación de un organismo superviene sobre las propiedades físicas, es que no solamente un rasgo puede adquirir funciones diferentes a

<sup>10</sup> En inglés “nonbehavioral”.

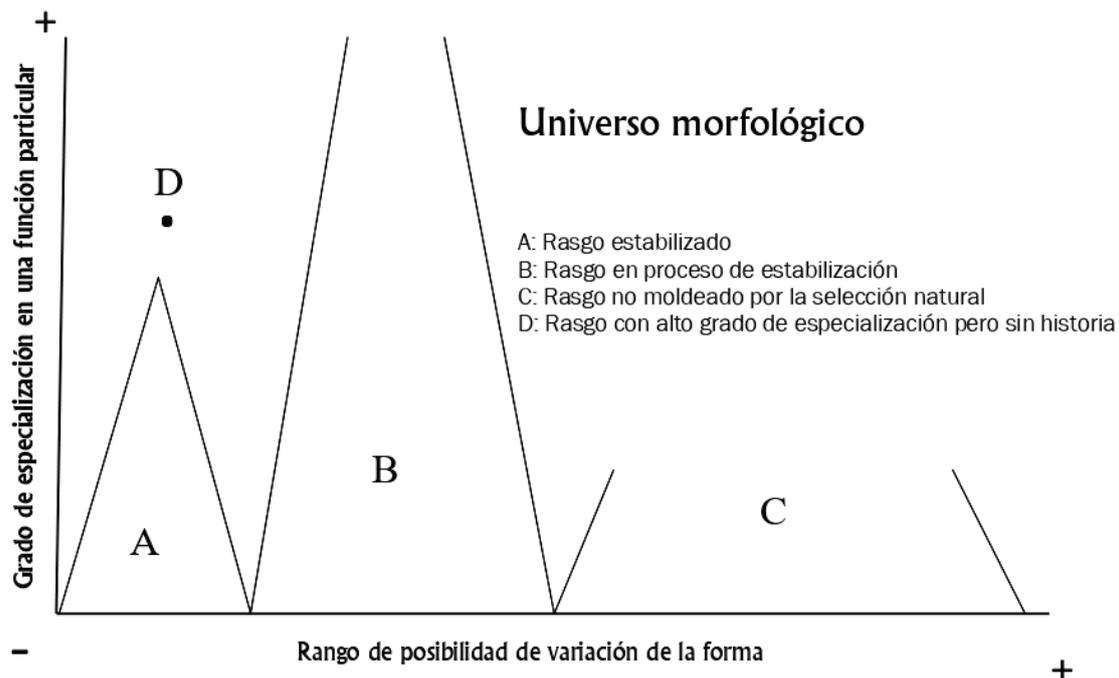
<sup>11</sup> Se ha traducido “fitness” como “aptitud biológica”.

<sup>12</sup> Se ha traducido “fitness supervenes” como “la aptitud biológica *superviene*”.

las que cumplía en su origen, sino que además las estructuras más especializadas se pueden convertir en vestigios. Para Sober no se puede hacer referencia a explicaciones seleccionistas para explicar por qué un rasgo es de esta forma y no de otra, porque si la función no depende de la forma sino de la relación entre propiedades físicas y adaptación (que superviene sobre las propiedades físicas), entonces la función puede variar con independencia de la forma.

Bajo esta perspectiva, lo máximo que puede hacer la selección natural es explicar la proliferación de un rasgo en una población. Cuando se cree que se puede explicar a través de la selección natural el diseño de un rasgo, se cae en el error de atribuir nuevas funciones a los rasgos solamente cuando cambian su forma. Esto genera, por supuesto, la falsa creencia de que se puede explicar la variación de la forma atendiendo a su valor adaptativo. Las teorías que separan forma y función muestran que, incluso sin variar la forma, un rasgo puede adquirir nuevas funciones, dependiendo de si su nuevo uso resulta útil para la supervivencia del organismo; por tal motivo, tales teorías (como la de Griffiths) distinguen entre adquirir un rasgo y adquirir una función.

Se ha intentado equiparar el debate sobre lo que explica la selección natural, intentando mostrar que lo que está en juego es la contingencia de las formas biológicas. Esta necesidad asume la forma de la gradualidad acumulativa en la teoría de Neander, mientras que en Sober se mantiene la idea de la contingencia bajo el argumento de que los rasgos no poseen un valor adaptativo intrínseco; caso contrario ocurre con la teoría de Neander. En la figura 1 pueden verse las principales características de la forma como Neander cree, opera la selección natural. En la gráfica se muestran tres rasgos, cada uno de los cuales está abierto a la posibilidad de la variación en su forma dependiendo de si ha sido sometido a la acción de la selección natural, de suerte que, una vez iniciado el camino de un rasgo tendiente a especializarse en una tarea determinada, tiende también a estabilizarse cerrando la posibilidad de variar. Tal es el caso del rasgo A, que se ha estabilizado y por eso posee menos opciones de variar su forma. Los rasgos que aún no se han estabilizado, sino que aún continúan especializándose en una determinada tarea (como es el caso del rasgo B), aunque aún están abiertos a la posibilidad de variar, su variación sigue una dirección que está cada vez más constreñida por la especialización de dicho rasgo en una función particular. Finalmente, están los rasgos que no se han especializado en ninguna tarea particular y que no poseen una función definida. Tal es el caso del rasgo C, frente al cual se abre todo un universo morfológico indeterminado, el cual se irá cerrando a medida que el rasgo se especialice en una función particular. Mientras tanto, el rasgo C es maleable. No ha adquirido una ruta de especialización y, por lo tanto, no ha adquirido ningún grado de necesidad. Bajo esta perspectiva un alto grado de especialización es precedido por una historia evolutiva previa. La necesidad que ganan los rasgos especializados se da de forma gradual y a través de la acumulación de pequeñas variaciones que conducen a la especialización. En la figura 1 esto se representa con la forma como los rasgos van delimitando el universo morfológico a medida que se desarrollan. Por tal motivo, el rasgo más especializado (D) que ha venido abruptamente a la existencia, no es posible. No ha tenido la historia evolutiva que le ha llevado hasta allá. Este se erige como el argumento más fuerte para favorecer una visión acumulativa de la



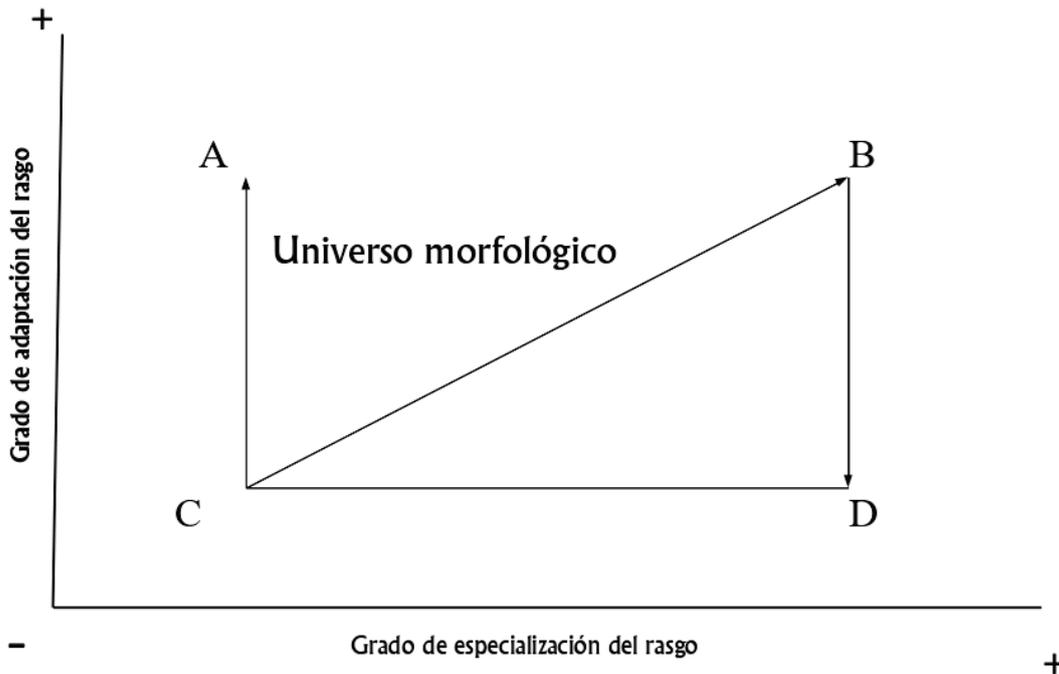
**Figura 1:** Funciones y rasgos en la teoría etiológica de Neander. Elaboración propia.

selección natural, y al mismo tiempo para sostener que la selección natural sí explica los rasgos o adaptaciones.

Sin embargo, esta explicación tiene mucho de lo que Sober atribuía a las explicaciones del desarrollo. Nótese que la direccionalidad implica desarrollo, e igualmente que, desde esta perspectiva, el valor adaptativo de los rasgos es algo casi que intrínseco a los rasgos mismos.

Desde este punto de vista, son los rasgos los que determinan el grado de adaptación y el medio juega un papel secundario. Lo que Griffiths ha hecho notar es que una teoría funcional que dé cuenta de la correcta relación entre forma y función, debe incluir en su explicación a los vestigios. Si las alas dejan de ser ventajosas para los organismos, pierden su función, se convierten en vestigios porque (y aquí se pone en evidencia la importancia de la discusión sobre la explicación de la forma) la adaptación superviene sobre las propiedades físicas del rasgo. Lo que determina la adaptación de un rasgo es la relación de la estructura física con el medio, pero no hay nada inherente a las propiedades físicas del rasgo que determinen qué es adaptativo o qué no. Creerlo es creer de cierta forma que la aptitud del rasgo determina la forma de este. Así como el argumento de Neander posee su punto fuerte, el cual es mostrar la imposibilidad de que el rasgo D se produzca de forma abrupta, también posee su punto débil y es no poder dar cuenta de los vestigios. ¿Cómo podría representarse en la gráfica un vestigio? No es posible, pues sería negar su historia previa.

Ahora, vale la pena analizar cómo la postura de Sober respecto a la selección natural podría dar cuenta tanto del rasgo D de la figura 1, como de los vestigios, si es que es eso posible. Desde esta perspectiva se asume que lo que la selección natural puede explicar es la persistencia de los rasgos, mas no por qué poseen esta o aquella forma. De



**Figura 2:** El espacio morfológico según Sober. Elaboración propia.

ahí que sea clave postular la independencia entre forma y función. El grado de especialización del rasgo no determina su aptitud para sobrevivir a la acción de la selección natural, es decir, no determina su grado de aptitud o adaptación. Nótese en la figura 2 que a pesar de que los rasgos B y D poseen el mismo grado de especialización para una tarea específica, podría ocurrir, que el rasgo resultara perjudicial para el organismo. En esto consiste, una explicación seleccionista. La selección elimina los rasgos que no se relacionan exitosamente con el medio. Por tal motivo, un rasgo con un alto grado de especialización puede ser adaptativo, pero puede, por un cambio ambiental (abrupto, si se quiere), llegar a tener un bajo valor adaptativo y por lo mismo, ser eliminado del espacio morfológico. Igualmente, podríamos aceptar que estructuras poco especializadas, pueden resultar bien adaptadas a su entorno. De hecho, una de las explicaciones que daba Darwin para justificar la presencia de organismos rudimentarios es que el medio en el que se desenvuelven no requiere probablemente de estructuras muy especializadas y diferenciadas:

En nuestra teoría, la permanencia de organismos inferiores no ofrece dificultad; porque la selección natural, o la supervivencia del más apto, no necesariamente incluye desarrollo progresivo -aquella solamente toma ventaja de las variaciones a medida que surgen y son beneficiosas para cada criatura en sus complejas relaciones con la vida. Y podría preguntarse qué ventaja, hasta donde puede observarse, tendría para un animalculo infusorio -para una lombriz intestinal- o aún para una lombriz de tierra, estar altamente organizados. Si no hubiera ventaja en ello, estas formas permanecerían inalteradas por la selección natural, sin mejorarse o con pequeñas mejoras, y

podrían permanecer en su condición presente de organismos inferiores, por tiempo indefinido.<sup>13</sup> (Darwin, 1872, p. 98)

Los rasgos propios de una lombriz intestinal estarían representados por el rasgo A. Para Sober, resultaría posible que el rasgo C ocupara el espacio del rasgo A, e igualmente que el rasgo B ocupara el espacio del rasgo D. Lo que sostendría Neander es que el movimiento del rasgo C al B prueba que la selección natural puede explicar las formas en la medida en que, si un rasgo tiende a especializarse más en una función específica para adaptarse mejor a su entorno, las características del rasgo se explicarán mostrando cómo ha sido ese proceso histórico de especialización en una función. El problema es que, si la forma y la función son diferentes, un rasgo podría estarse especializando para una tarea y posteriormente adquirir otra función diferente, resultando que la nueva tarea es igualmente adaptativa. Es en este sentido en que la selección natural explica la persistencia del rasgo, pero no su forma. Puede señalarse en cada etapa evolutiva la función que cumplió el rasgo y que permitió que persistiera, pero no puede decirse que la función explica la forma que el rasgo tiene, porque la función puede cambiar en la medida en que depende de la relación de la estructura física con el medio. La adaptación superviene sobre la estructura física.

#### 4. ¿Contingencia radical?

Una adecuada comprensión de la manera como opera la selección natural, en la cual el ambiente juega un papel fundamental, pues la relación de la forma con el ambiente es lo que determina si aquella cumple una función adaptativa, permite plantear una nueva versión de la contingencia de los rasgos biológicos, la cual se define como la separación entre las características morfológicas del rasgo y su función. Esto implica que una misma función puede cumplirse o instanciarse por diversas características morfológicas ¿Qué consecuencias tiene esta definición para la TCR?

Es importante tener presente que la concepción de contingencia expuesta en este trabajo es consistente con los defensores de la separación entre los conceptos de función y adaptación. Un análisis funcional de las alas de un ave, por ejemplo, requiere consideraciones de tipo anatómico y físico que nada tienen que ver con la adaptación (Cummins, 1975). Bajo esta perspectiva, es el interés del investigador en analizar cierto proceso en particular el que determina el marco de atribución funcional: “Lo único que limita esas atribuciones funcionales, en todo caso, es el interés del investigador en analizar cierto proceso en particular” (Caponi, 2010, p. 61).

Así, por ejemplo, si el ruido que produce un corazón al latir no parece una función de dicho movimiento, es porque se da por supuesto que el proceso en cuestión es la circulación sanguínea. Pero si se piensa en el adormecimiento de un bebé cuando está en

---

<sup>13</sup> Dada la complejidad de la traducción, se incluye el original en inglés: “On our theory the continued existence of lowly organisms offers no difficulty; for natural selection, or the survival of the fittest, does not necessarily include progressive development—it only takes advantage of such variations as arise and are beneficial to each creature under its complex relations of life. And it may be asked what advantage, as far as we can see, it would be to an infusorian animalcule — to an intestinal worm— or even to an earthworm, to be highly organised. If it were no advantage, these forms would be left, by natural selection, unimproved or but little improved, and might remain for indefinite ages in their present lowly condition” (Darwin, 1872, p. 98).

el regazo de su madre, ahí es posible pensar que ese ruido, si es acompasado y regular, tiene una función en dicho proceso.

Esta postura acerca de las funciones biológicas aporta la valiosa idea de que las relaciones funcionales son siempre terciarias: un efecto funcional  $x$  es la función del rasgo  $t$  en el marco de un proceso o sistema  $z$ . Lo que aporta este detalle a la investigación respecto a la contingencia de los rasgos biológicos, es que el proceso o sistema  $z$ , en el caso de las *funciones biológicas*, ha de estar relacionado con la supervivencia o adaptación de los organismos. Por tal motivo, algunas de las definiciones más convincentes de “función biológica” hacen referencia a que el sistema  $z$  es un sistema autopoyético<sup>14</sup> o auto-reproductivo (Caponi, 2010).

La permanencia de la auto-reproductividad de  $z$  es lo que determina si el ítem funcional cumple o no su función. La definición de función biológica no puede separarse de la idea de que ha de contribuir a la supervivencia de los organismos. Esto lleva a plantear el interrogante acerca de si pueden identificarse con precisión los efectos funcionales  $x$  que contribuyan, a través de los rasgos  $t$ , a la auto-reproducción de  $z$ .

Este interrogante se traduce en la pregunta acerca de si pueden identificarse los efectos funcionales necesarios para que un organismo se considere como “vivo”. Hay quienes proponen que un organismo está vivo si cumple con cuatro efectos funcionales básicos  $x$  tales como disipación, autocatálisis, homeostasis y aprendizaje (Bartlett & Wong, 2020).

Sin entrar en discusiones complejas acerca de si estos son los efectos funcionales que necesita un organismo  $z$  para mantener su autopoiesis, lo interesante de esta idea es que postula la necesidad de fijar de manera universal los efectos funcionales que ha de cumplir  $t$ , con independencia de sus características morfológicas. Tales características, como se vio a lo largo de este trabajo, son contingentes y dependen de los caminos evolutivos de los organismos.

Dada la separación entre forma y función sostenida en este artículo, la evolución por selección natural de los rasgos  $t$  es contingente, al punto que rasgos con características distintas pueden tener el mismo efecto funcional. Mientras más general sea  $x$  (como las cuatro funciones que se plantean aquí a modo de ejemplo), se pone en cuestión la TCR propuesta por Gould y la convergencia queda asegurada.

Un claro ejemplo de esto es el estudio en el que se intenta demostrar que existe convergencia biológica respecto a la cognición. Sin embargo, para defender esta idea, se amplía el concepto de cognición de los organismos biológicos, de tal manera que se abandona la concepción mental y se adopta una concepción de cognición biológica corporeizada (BEC por sus siglas en inglés):

El estudio de la convergencia cognitiva llega a ser más amplio: la cognición biológica corporeizada, involucra un enorme dominio de organismos unicelulares, donde estilos de vida específicos pueden evolucionar, de manera que proporcionan importantes casos para estudios sobre convergencia. A este nivel, muchos o aún los más probables casos de convergencia, debe presumirse que ocurren a niveles de organización celular y molecular. Por ejemplo, la noción de un IQ bacterial, o sus derivados, pueden ser usados

<sup>14</sup> El término autopoyético define la química de automantenimiento de las células vivas, y se usa en general para hacer referencia a sistemas capaces de mantenerse y reproducirse por sí mismos.

como indicadores de convergencia, sugeridos por la necesidad de dar cuenta de nichos que requieren estilos de vida complejos. (Keijzer, 2017, p. 7)

En el ejemplo, la cognición aparece como una de esas funciones universales que cumplen los organismos vivos. Si se aplica este mismo enfoque a otros efectos funcionales generales como la homeostasis, o incluso a funciones más específicas, derivadas de aquella, como las involucradas en el metabolismo, la convergencia resulta inevitable. Estas funciones universales se convierten en puntos de convergencia biológica, teniendo claro que, tal como actúa la selección natural, la manera como se llevan a cabo es contingente, pues se pueden instanciar de múltiples maneras.

## 5. Conclusión

Frente a la posibilidad de imaginar qué ocurriría si se pudiera devolver todo el proceso evolutivo por selección natural para empezarlo de nuevo, hay tres formas básicas de entender la idea de que dicho proceso es contingente: en primer lugar, significa que hay una dependencia causal entre un estadio evolutivo y los precedentes, de manera que, sin la ocurrencia de estadios previos, los posteriores no se presentarán. En segundo lugar, la contingencia se concibe como impredecibilidad, pues dados ciertos estadios evolutivos, no es posible predecir cuáles serán los siguientes a los que lleve la selección natural. Y, en tercer lugar, la idea que se ha defendido a lo largo de este artículo es que el proceso es contingente, porque existe una separación entre las características morfológicas de los rasgos biológicos y la función que cumplen, de manera que una misma función se puede cumplir por diversos rasgos, con formas distintas.

Esta tercera interpretación del concepto de contingencia del proceso de evolución por selección natural, surge de explorar la manera como ésta opera. Según lo visto, en dicho proceso evolutivo el ambiente juega un papel esencial, lo cual está respaldado por la existencia de vestigios o de fenómenos adaptativos en los cuales un rasgo biológico adquiere una nueva función, tanto modificando sus características físicas, como sin hacerlo. Esta realidad lo que resalta es la poca atención que se ha prestado al hecho de que la aptitud biológica de un rasgo, o su capacidad para adaptarse al ambiente, no determina cómo deben ser sus características físicas. La adaptación superviene sobre las características físicas del rasgo, lo que significa que, en la adaptación, es fundamental la relación del rasgo con el medio, pues es finalmente el medio el que determina su aptitud.

Se dijo al principio del artículo que las dos primeras definiciones de contingencia no son contradictorias y que, incluso, son complementarias. Al analizar la relación de estas dos definiciones tradicionales con la elaborada en este trabajo, puede verse con claridad que, si bien la contingencia entendida como la separación entre forma y función biológica no riñe con la idea de que no es posible predecir el siguiente estadio evolutivo de determinada forma biológica, la dependencia causal entre un estado evolutivo y los precedentes se rompe, dada la importancia que tiene el medio en esta nueva manera de concebir la contingencia. En otras palabras, si la adaptación superviene sobre las características físicas del rasgo, poco importarán tales características para determinar el posible estadio evolutivo siguiente del rasgo, pues lo que importa finalmente es su respuesta al medio. Justamente los ejemplos que se ofrecieron en este artículo, apuntan a mostrar que cambios abruptos en el ambiente, modifican la adaptación del rasgo.

Sin embargo, más allá de las consecuencias que se generan para las relaciones conceptuales entre las tres definiciones ofrecidas de contingencia, lo que más interesa es evaluar si la definición elaborada en este artículo permite sostener o no la TCR, entendida como la idea de que comenzar todo el proceso evolutivo de nuevo, resultará en formas y funciones biológicas radicalmente diferentes a las que existen o han existido.

Lo que se encontró en el análisis es que, si bien la forma física de los rasgos resulta relativamente irrelevante para la adaptación, las funciones biológicas parecen gozar de cierta necesidad, y más si se generalizan, al punto de encontrar funciones universales que todo organismo ha de cumplir para considerarse “vivo”. Esto significa que, si bien inicialmente se dice que la selección natural no prevé, hay cierto sentido general en el que sí lo hace, el cual es el de buscar cumplir con esas funciones vitales básicas. Se han puesto, en este artículo, a manera de ejemplo, cuatro de tales funciones básicas; sin embargo, queda abierta la discusión sobre cuáles son y en qué medida corresponden a todo organismo vivo. Por ahora, basta con plantear que, en la medida en que existen funciones generales y universales a las que parece apuntar la evolución, la convergencia biológica está garantizada, porque no se da al nivel de la forma física, sino al nivel de las funciones. La manera como se cumplen tales funciones depende de los distintos caminos evolutivos que crean la variedad morfológica. Y como forma física y función están separadas, según lo que se argumentó en este trabajo, no importa si hay o no convergencia en la forma, la habrá en la función, por lo cual hay un sentido en el cual la contingencia no puede ser radical.

## Referencias

- Allen, C. & Bekoff M. (1995). Biological function, adaptation, and natural design. *Philosophy of Science*, 62(4), pp. 609-622. <https://www.jstor.org/stable/188555>
- Bartlett, S., & Wong, M. (2020). Defining life in the universe: From three privileged functions to four pillars. *Life*, 10(4), 42. <http://doi.org/10.3390/life10040042>
- Beatty, J. (2006). Replaying life's tape. *The Journal of Philosophy*, 103(7), 336-362. <http://www.jstor.org/stable/20619950>
- Caponi, G. (2010). Análisis funcionales y explicaciones seleccionales en biología. Una crítica de la concepción etiológica del concepto de función. *Ideas y Valores*, 59(143), 51-72. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/idval/article/view/36654>
- Cummins, R. (1975). Functional analysis. *The Journal of Philosophy*, 72(20), 741-765. <https://doi.org/10.2307/2024640>
- Darwin, C. R. (1872). *The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life* (6<sup>th</sup> ed.). Londres: John Murray. <http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F391&viewtype=text&pageseq=1>
- Emerson, S. B. (2001). A macroevolutionary study of historical contingency in the fanged frogs of Southeast Asia. *Biological Journal of the Linnean Society*, 73(1), 139-151. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2001.tb01352.x>
- Gould, S. J. (1989). *Wonderful life: The Burgess Shale and the nature of history*. New York: W. W Norton.

- Gould S. J., & Vrba, E. S. (1982). Exaptation –a missing term in the science of form. *Paleobiology*, 8(1), 4-15. <http://doi.org/10.1017/S0094837300004310>
- Griffiths, P. (1992). Adaptive explanation and the concept of a vestige. En P. Griffiths (Ed.), *Trees of life: Essays in philosophy of biology* (pp. 111-131). Londres: Springer.
- Keijzer, F. A. (2017). Evolutionary convergence and biologically embodied cognition. *Interface Focus*, 7(3), 20160123. <http://dx.doi.org/10.1098/rsfs.2016.0123>
- Losos, J. B., Jackman, T. R., Larson, A., de Queiroz, K., & Rodríguez-Schettino, L. (1998). Contingency and determinism in replicated adaptive radiations of island lizards. *Science*, 279(5359), 2115-2118. <http://doi.org/10.1126/science.279.5359.2115>
- Neander, K. (1988) What does natural selection explain? Correction to Sober. *Philosophy of Science*, 55(3), 422-426. <https://www.jstor.org/stable/187658>
- Neander, K. (1995). Pruning the tree of life, *The British Journal for the Philosophy of Science*, 46(1), 59- 80
- Powell, R., & Mariscal, C. (2015). Convergent evolution as natural experiment: The tape of life reconsidered. *Interface Focus*, 5(6), 20150040. <http://dx.doi.org/10.1098/rsfs.2015.0040>
- Rosenblum, E., Parent, C., & Brandt, E. (2014). The molecular basis of phenotypic convergence. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45, 203-226. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-120213-091851>
- Starr, T. N., Picton, L. K., & Thornton, J. W. (2017). Alternative evolutionary histories in the sequence space of an ancient protein. *Nature* 549, 409–413. <https://doi.org/10.1038/nature23902>
- Sober, E. (1984). *The nature of selection: Evolutionary theory in philosophical focus*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Sober, E. (2000). *Philosophy of biology* (2<sup>nd</sup> Ed.). Routledge.
- Solé, R., & Goodwin, B. (2000). *Signs of life: How complexity pervades biology*. New York: Basic Books.
- Travisano, M., Vasi, F., & Lenski, R. E. (1995). Long-Term experimental evolution in *Escherichia coli*. III. Variation among the replicate populations in correlated responses to novel environments. *Evolution*, 49(1), 189-200. <http://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1995.tb05970.x>
- Yedid, G., Ofria, C. A., & Lenski, R. E. (2008). Historical and contingent factors affect re-evolution of a complex feature lost during mass extinction in communities of digital organisms. *Journal of Evolutionary Biology*, 21(5), 1335–1357. <http://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2008.01564.x>
- Wong, T. Y. W. (2019). The evolutionary contingency thesis and evolutionary idiosyncrasies. *Biology & Philosophy*, 34(22). <https://doi.org/10.1007/s10539-019-9684-0>
- Wright, L. (1973). Functions. *The Philosophical Review*, 82(2), 139-68. <https://doi.org/10.2307/2183766>

# El despertar de la razón produce monstruos

Reseña: *Bedeviled* de Jimena Canales

Alan Heiblum Robles<sup>1</sup>

Recibido: 18 de febrero de 2021

Aceptado: 18 de mayo de 2021

---

*Bedeviled: A Shadow History of Demons in Science* de Jimena Canales. Princeton University Press. 2020. 413 pp. ISBN: 978-0-691-17532-4

---

*La sabiduría de los antiguos, del barroco y del gótico fue extirpada de nuestro repertorio de conocimientos avanzados. Sin embargo, a medida que los filósofos y los científicos intentan comprender el mundo reduciéndolo a sus elementos esenciales, acaban recurriendo a criaturas, categorías y conceptos imaginarios. La contradicción es cada vez más difícil de ignorar.<sup>2</sup>*

Jimena Canales (2020, p. 316)

Platón transcribió en diálogos los consejos de sus demonios. Siglos más tarde, Descartes, como Fausto, prefirió el soliloquio, que el diablo adora interrumpir. Laplace vislumbró una inteligencia capaz de ver el pasado y el futuro que el presente esconde. Maxwell imaginó un demiurgo que logra mantener los fluidos fuera de equilibrio térmico tras seleccionar la velocidad de sus moléculas. Desde entonces, de la astronomía a la termodinámica, de la selección natural a la bolsa de valores, del nacimiento de la cibernética a la computadora donde se escribe este texto, los demonios de la ciencia se multiplican.

Por fin la historia y filosofía de la ciencia han puesto plena atención a un tema que se mantenía en un letargo inducido. ¿A qué ritual se consagran los científicos cuando hablan de demonios? Quizá el primer tratado sistemático sobre el tema fue el libro *The Demons of Science: What They Can and Cannot Tell Us About Our World* de 2016. Allí, Friedel Weinert concluye que los demonios de la ciencia son experimentos mentales provocadores que ponen a prueba la coherencia del conocimiento existente. Aunque las peroratas audaces de estos seres imaginarios pueden llegar a abrir el camino a conclusiones alternativas, difícilmente resultan concluyentes, pueden ser engañosos y no aportan al acervo de conocimientos empíricos.

La aproximación al tema que hace Weinert es directa. Primero aclara (con base en la obra de Irving, 1991) la función de los experimentos mentales, luego introduce los

---

<sup>1</sup> Investigador independiente

<sup>2</sup> Todas las traducciones son del autor.

✉ [mulbieh@gmail.com](mailto:mulbieh@gmail.com) |  0000-0003-1678-9686

Heiblum Robles, Alan (2021). El despertar de la razón produce monstruos: Reseña de *Bedeviled* de Jimena Canales. *Epistemología e Historia de la Ciencia*, 5(2), 105–111.

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/article/view/32197>



demonios. La colección comienza con el famoso argumento de Arquitas sobre la infinitud del universo en el que llegado a los límites del espacio, el explorador podría estirar su mano.

Aunque los humanos carecen de la posibilidad física de explorar los límites del espacio, el viajero espacial de Arquitas –en tanto demonio– no sufre tales limitaciones. Lo que sigue siendo una mera posibilidad lógica para los humanos sin violar las leyes de la naturaleza –caminar sobre el agua, volar sin ayuda por el aire–, se convierte en una posibilidad física para un demonio. El viajero espacial de Arquitas debe ser un demonio. (Weinert, 2016, p. 55)

Después de mencionar los demonios de Freud, Descartes y Mendel, la discusión toma mayor calado a partir de las audaces aseveraciones de los demonios de Laplace, Maxwell y Nietzsche:

El Demonio de Laplace sostiene que el mundo es determinista, lo que parece privarnos de las flechas del tiempo y del libre albedrío. El Demonio de Maxwell muestra que la Segunda Ley de la Termodinámica es probabilística, en lugar de determinista, lo que parece cuestionar la noción de entropía como medida útil de la anisotropía del tiempo. El Demonio de Nietzsche anuncia que el universo es cíclico, condenándonos a una eterna recurrencia de acontecimientos. Los demonios son como jóvenes exaltados, pero una consideración calmada de sus afirmaciones revela puntos de vista más equilibrados con respecto a las flechas del tiempo y la mente humana. Las provocaciones de los demonios son, sin embargo, ejercicios útiles porque – como toda buena filosofía– nos obligan a detenernos y a reconsiderar nuestros supuestos filosóficos. (Weinert, 2016, p. 229)

Del libro de Weinert puede señalarse su novedad y utilidad, pues suma herramientas críticas a la literatura de los experimentos mentales. Aun así, palidece en comparación con la obra de Canales. No solo las referencias de Canales son más robustas y culturalmente enriquecidas, el tratamiento dado permite al libro escapar del trillado estante de la filosofía de la ciencia y colocarse como un tomo de la historia de la tecnología dedicado a la imaginación, un elogio al *Homo imaginor*. No quisiera dejar de resaltar la tensión, la palabra “tecnología” ni siquiera aparece en el libro de Weinert.

Si bien es claro que la tecnología desencanta al mundo, no es menos claro, paradójicamente, que la tecnología se desarrolla en términos de encantamiento. Situada entre los demonios de la tecnología y la tecnología de los demonios, Canales sabe que debe aclarar su postura, por ello anticipa la introducción con un prefacio literario y redondea las conclusiones de diez largos capítulos con un epílogo filosófico. Curiosamente, es en las notas donde Canales pule su diatriba contra el momento “¡eureka!” y esas otras caricaturas con las que hemos oscurecido la importancia de la imaginación en el conocimiento:

En la furia por entender la ciencia como una actividad que trasciende las artimañas de la ficción, la seducción de la poesía, las vicisitudes de la política, la imprecisión de los sentimientos y la intolerancia de la religión, la mayoría de los académicos han descuidado el estudio del papel de la imaginación en la ciencia. En los escasos casos en que se toma en consideración, se suele considerar que pertenece al “contexto de descubrimiento”, delimitado a esos oscuros (y en gran medida míticos) momentos de inspiración ocasional, en los que las mentes preparadas obtienen de repente la idea correcta, como de la

nada. . . . [Así,] [l]a mayoría de los relatos de los estudios sobre ciencia y tecnología (CTS) siguen pensando en la imaginación como una actividad que precede al trabajo científico y que es más evidente en disciplinas ajenas a la ciencia, como la ciencia ficción y la literatura, desde donde se siente su impacto. Un ejemplo de esta postura lo representa el argumento de que “la innovación tecnológica suele seguir los pasos de la ciencia ficción, rezagando la imaginación de los autores por décadas”. Mi enfoque contrasta con ese planteamiento al estudiar el uso de la imaginación en la ciencia de forma concurrente con ella, no antes o fuera de ella, sino simultáneamente y dentro de ella. (Canales, 2020, pp. 325-326)

Muchos de los demonios del mundo se creían reales y ya han sido desmentidos, todos los demonios de la ciencia fueron imaginarios y, sin embargo, algunos ya han sido contruidos. Gracias a este sombrío libro, el lector descubre que la mayoría de los momentos de la ciencia más divulgados tuvieron como punto de partida argumentos donde figuraban demonios. Darwin mismo redactó *El origen de las especies* pensando en demonios. Por su parte, Asimov (1962, p. 79) creyó que había acuñado el término “Demonio de Darwin” en analogía al demonio de Maxwell. No podía estar más errado. Como Canales muestra en detalle, el término se venía extendiendo con fluidez entre físicos y biólogos por igual, en especial, gracias al trabajo de Pittendrigh sobre “El relojero ciego”, que luego Dawkins retomaría (Canales, 2020, p. 257).

Entre condes, duques y príncipes del infierno, en *Ars Goetia*, el popular grimorio anónimo del siglo XVII, se clasifican 72 demonios. En *Bedeviled* se cuentan más de treinta. La lista la encabezan los demonios de Descartes, Laplace, Maxwell y Darwin. Siguen el demonio de la gravedad exorcizado por Einstein según Eddington (p. 106) y Einstein mismo como demonio según Ehrenfest (p. 120). Después llegan los demonios de Marie Curie (que permiten “obtener diferencias debidas a las leyes de radiación descritas estadísticamente, al igual que los demonios de Maxwell nos permiten obtener diferencias debidas a las consecuencias de los principios de Carnot”, p. 115) y el demonio mecánico de Maxwell de Compton (que mide la energía cinética de distintas moléculas, p. 121). Por otra parte, Henry Adams creyó ver al presidente Roosevelt como el demonio de Maxwell de EUA (p. 140). Grete Hermann habló del asistente del demonio de Laplace (p. 148). También están los demonios brownianos, metaestables y cibernéticos de Weiner (“organismos vivos, como el propio ‘Hombre’, pero también eran elementos no vivos, como ‘enzimas’ y otros ‘catalizadores’ químicos” p. 162). Broullin, por su parte, otorgó una linterna al demonio de Maxwell (“El demonio simplemente no ve las partículas, a menos que lo equipemos con una linterna” p. 166). También están el demonio imperfecto de Maxwell de Gabor (p. 169), el demonio cuántico-causal de Rothstein<sup>3</sup> (“que puede ver de una manera completamente diferente y ajena a la de los humanos, pero no físicamente imposible”, p. 173) y el demonio de Bohm (“simplemente capaz de ver las variables ocultas del sistema”, p. 176). En el terreno de la computación se encuentran las series de demonios y sub-demonios de Selfridge (“En lugar de que las computadoras sigan unas reglas establecidas de antemano, los programas con demonios probarían diferentes estrategias y opciones y se ajustarían sobre la marcha, en función del éxito o el fracaso

<sup>3</sup> Al parecer, Rothstein consideraba que el lenguaje de los demonios era útil porque obligaba a los físicos a alejarse de la jerga y volver a la sustancia: ‘El uso de demonios puede ser una especie de higiene semántica –dijo–, para evitar que los científicos digan tonterías sin darse cuenta’” (p. 179).

en la realización de la tarea”, p. 188); los demonios basados en microchips de Ehrenberg (“Estos dispositivos son análogos a los hipotéticos artilugios que traducen el movimiento ascendente y descendente de una partícula browniana en un movimiento puramente ascendente, que realizan el viejo truco del demonio de permitir que sólo las moléculas rápidas vayan de izquierda a derecha”, p. 199); los demonios de Charniak (“que enseñan a las computadoras a entender las historias”, p. 202); y los demonios y *daemonios* de UNIX (p. 239). “Bekenstein conjuró una nueva criatura llamada ‘demonio de Wheeler’. Esta criatura podía hacer desaparecer la entropía creada en un proceso termodinámico dejándola caer en un agujero negro” (p. 216). También está el demonio de Feynman (“una serie de máquinas vivas y no vivas que podían producir trabajo a partir de fluctuaciones casi aleatorias”, p. 233). Una variación distinta es el demonio de la elección de Zureck (“versión inteligente y selectiva del demonio de Maxwell”, p. 244). Según Diersh, el demonio de Maxwell existe, somos nosotros (p. 248). Para Schrödinger, la verdadera morada del demonio de Laplace es la biología (p. 250). “Monod concluyó que las ‘fibras polipeptídicas’, portadoras de información genética, ‘desempeñan el papel que Maxwell asignó a sus demonios hace cien años’” (p. 262). No todos los demonios van sueltos, Eigen concibió sus tres demonios encadenados: “El primero, el demonio de Maxwell, explicaba el sentido unidireccional disipativo de la naturaleza. El segundo, el demonio de Loschmidt, mostraba sus aspectos reversibles. El tercero, el demonio de Monod, creó los efectos aparentemente irreversibles que a menudo se atribuyen a los seres vivos” (p. 265). Por su parte, “Morton describió el ‘trabajo del gerente’ como ‘la innovación de la innovación’” (p. 274). Bourdieu escribió que “El sistema escolar actúa como el demonio de Maxwell. Mantiene el orden preexistente, es decir, la diferencia entre alumnos con cantidades desiguales de capital cultural” (p. 275). La lista sigue con el demonio de la suerte de Maurice Kendall, que actúa en el mercado financiero (p. 280). “Según Georgescu-Roegen, la acción básica que sustenta toda la actividad económica es la ‘clasificación’. Por ello, el *Homo economicus* podría entenderse como un demonio de Maxwell” (p. 282). Por supuesto, no podía faltar el demonio de Searle (mejor conocido como “el cuarto chino”, que busca minar el programa fuerte de IA, p. 218). Por último, Hofstadter invocó dos demonios, el demonio-S y el demonio-H, uno antropomórfico y el otro no, para mostrar las falencias del argumento de Searle (p. 225). Con todo esto, Canales logra –como en su libro anterior (Canales, 2016)– poner en realce a figuras sustanciales del pensamiento científico, que por distintas razones –nada obvias–, quedaron rezagados a un segundo plano en los recuentos usuales.

Si hay elogio en los párrafos anteriores es porque se trata de un libro bien meditado. Aun así, sus lagunas no son pocas ni poco hondas. Desde la mitad del tratado queda claro que no todos los demonios ni sus artífices reciben un tratamiento igualmente sustancioso. Algunas de las ambiciosas páginas del libro se reducen a un mero anecdotario y simplemente terminan por desviarlo de su leitmotiv. El resultado, un catálogo demasiado corto si se pretendía exhaustivo; demasiado largo, si abocado a su premisa. Aun acordando que el tratado no empiece con Arquitas como hace Weinert, o con Agrippa como podría haber sugerido Borges, ¿dónde están los demonios de Arrhenius<sup>4</sup> y de Landsberg (1996), por mencionar únicamente a la cosmología?

---

<sup>4</sup> Así acuñado por Poincaré (1911/2002, p. 101).

En el libro de Weinert el lector no encuentra una genealogía de los demonios ni una discusión sobre lo que la presencia de estos seres pre-modernos implica en la modernidad, aspectos finamente trabajados en la obra de Canales. Lamentablemente esta última tampoco escapa a sus deudas. Canales presenta invocaciones y exorcismos, pero no disecciones. Falta una lección de anatomía que deje expuesto el interior de los demonios.

La insistencia en que la incapacidad de conocer simultáneamente la posición y el momento de las partículas en la mecánica cuántica vuelve promesa vacía al demonio de Laplace, ha robado luz a otros análisis no menos importantes. Más interesante resulta advertir que, cada vez que el demonio de Laplace ha sido puesto en la mesa de operaciones, nuevos amasijos epistémicos han sido revelados. “El famoso rompecabezas de la calculadora de Laplace está lleno de confusiones...”, se lee en una exquisita referencia clásica que Canales no incluye,

“Defiende, de hecho, poco más que la proposición de que en cualquier momento de la existencia del mundo, el futuro del mundo ‘será lo que será’. Pero lo que será no puede predecirlo, porque el mundo mismo está en el Tiempo, en perpetuo crecimiento, produciendo nuevas y frescas combinaciones” (Alexander, 1920, p. 328).

Para el filósofo australiano, el tiempo era tan real y vivo que ni dios mismo podría predecir su propio futuro. Alexander tuvo razón al denunciar, tempranamente además, que el demonio confundía determinismo y predictibilidad, que el determinismo era compatible con la impredecibilidad, y la libertad con la predictibilidad.

Por su parte, Cassirer también auscultó detenidamente a este demonio. La referencia sí se encuentra en el libro, pero Canales le dio un uso muy limitado. Cassirer encuentra que “la fórmula de Laplace es tan capaz de una interpretación científica como de una puramente metafísica, y es precisamente este doble carácter el que explica la fuerte influencia que ejerció” (Cassirer, 1954, p. 5). Ya entrado en la disección, Cassirer se pregunta cómo puede el demonio laplaciano ser susceptible de conocer un instante de todo el universo. Si lo hace de manera mediata –midiendo como nosotros humanos lo hacemos–, entonces sus mediciones portan indefectiblemente el error introducido por los aparatos. De manera que solo le resta hacerlo de manera inmediata. Pero una inteligencia así equipada, no necesita pasar por el cálculo para llegar al futuro, ya que puede acceder intuitivamente a cualquier instante de la realidad. La conclusión inevitable es que el demonio combina dos tendencias heterogéneas e incompatibles. Alexander ya había sentenciado de manera similar esta imposibilidad: “Ya sea, pues, que la mente calculadora infinita de la hipótesis es incapaz de predecir, o es supuesto por una *petitio principii* que puede saber más de lo que realmente sabe, y toda predicción es innecesaria” (Alexander, 1920, p. 329).

Una aporía distinta es la siguiente. No obstante que el demonio sea ciego a la flecha del tiempo, en tanto predictibilidad no se reduce a determinismo, la equiparación entre retrodicciones y predicciones debe ser asegurada y no supuesta. En otras palabras, en una vivisección se encontrará que el demonio de Laplace no es uno sino la fusión de

dos seres distintos: un predictor (oráculo) y un retrodictor (dialabio<sup>5</sup>). Cabe señalar que desde siempre la retrodicción ha permanecido a la sombra de la predicción. Difícilmente se la encuentra en índices enciclopédicos y en dado caso es adentro de paréntesis. De cualquier forma, que la predicción a futuro es esencialmente equivalente a una sobre el pasado, no es sino un fuerte presupuesto heredado del demonio de Laplace, que debiera hacerse al menos explícito, si no exorcizar de una vez por todas.

A todas luces el libro está bien escrito y cuenta con una erudición notable, ello no lo libra de ciertos reparos literarios. Por razones de brevedad, considérese una única y pequeña línea de la página 60: “Maxwell’s demon was small, but milquetoast he was not”. El adjetivo no podría ser más provinciano. Hace referencia cerrada a una caricatura estadounidense cuya fama llevó a Webster, su autor, a la portada de la revista *Time* el 26 de noviembre de 1945. La nota dice que millones de estadounidenses conocen a Caspar Milquetoast tan bien como conocen a Tom Sawyer y mucho mejor que a figuras mundiales como Don Quijote, porque lo conocen casi tan bien como a sus propias debilidades. Entonces, en un vasto mundo agobiado por las referencias de unos pocos, ¿por qué insistir en más de lo mismo? Qué lejos, en todo caso, queda la directriz de Santayana para escribir con propia mente en *lingua franca*: “to say plausibly in English as many un-English things as possible” (Santayana, 1940/ 2009, p.7).

No son pocas las preguntas que Canales no responde y no son menos las que ni siquiera formula: ¿Dónde están los demonios de la química? ¿Las conjeturas en matemáticas juegan un lugar análogo a los demonios en la física? La literatura sobre el pasaje de Laplace es legión, ¿por qué no hay ni una sola ilustración del demonio? Ni el demonio de Descartes ni el de Laplace nacieron como demonios, fueron bautizados así más tarde, ¿hay casos de criaturas primeramente llamadas demonio que perdieron luego el apelativo? No obstante, Canales debe ser aplaudida por traer al banquete un plato tan fino como difícil de digerir. Contada desde sus demonios, la historia de la ciencia yace definitivamente más cerca del discurso de sus artífices que de sus comentaristas.

## Referencias

- Alexander, S. (1920). *Space, time and deity: The Gifford lectures at Glasgow, 1916-1918* (Vol. II). London: Macmillan & Company.
- Asimov, I. (1962). Science: The modern demonology. *Magazine of Fantasy and Science Fiction*. (January), 73–83.
- Canales, J. (2015). *The physicist & the philosopher: Einstein, Bergson, and the debate that changed our understanding of time*. Princeton University Press.
- Cassirer, E. (1954). *Determinism and indeterminism in modern physics; historical and systematic studies of the problem of causality*. Yale University Press.

---

<sup>5</sup> La mitología está llena de criaturas que vaticinan el futuro. Asombrosamente parece estar vacía de estos otros monstruos que solo miran el pasado, situación por la cual me permito introducirlos: Tras penosas marchas uno puede encontrar un Dialabio, el gran retrodictor, y entonces confiarle un objeto desconocido, algún resto de algo que no es más. El Dialabio tendrá un rapto, no sabremos si intuye, rememora o calcula, pero al final escupirá la historia perdida, haya o no memoria para comprobarlo.

- Irvine, A. D. (1991). Thought experiments in scientific reasoning. En T. Horowitz & G. Massey (Eds.), *Thought experiments in science and philosophy* (pp. 149–166). Lanham: Rowman & Littlefield.
- Poincaré, H. (2002). Le Demon d'Arrhenius. En H. Poincaré, L. Rollet (Ed.), & L. Rougier (comp.) *Scientific opportunism - L'Opportunisme scientifique: an anthology* (pp. 101–4). Birkhäuser. (Obra original de 1911)
- Landsberg, P. T. (1996). Irreversibility and time's arrow. *Dialectica*, 50(4), 247–258. <https://www.jstor.org/stable/42970694>
- Santayana, G. (2009). A general confession. En *The essential Santayana: Selected writings* (pp. 4–22). Indiana University Press. (Obra original de 1940)
- Weinert, F. (2016). *The demons of science: What they can and cannot tell us about our world*. Springer.

# Reseña: *Against Nature* de Lorraine Daston

David Antolínez<sup>1</sup>

Recibido: 11 de marzo de 2021

Aceptado: 14 de abril de 2021

---

*Against Nature* de Lorraine Daston. Cambridge, MA: MIT Press. 2019. 96 pp. ISBN: 978-0262537339

---

El nuevo libro de Lorraine Daston es un breve ensayo que recapitula ideas previamente desarrolladas en sus dos conferencias Tanner “The Morality of Natural Orders: The Power of Medea” y “Nature’s Customs versus Nature’s Laws” (Daston, 2002), además de los dos libros editados *The Moral Authority of Nature* (Daston & Vidal, 2004) y *Natural Law and Laws of Nature in Early Modern Europe* (Stolleis & Daston, 2008). Los lectores asiduos de la filósofa germano-estadounidense encontrarán que *Against Nature* no tiene la erudición y la densidad conceptual de sus predecesores, pero sí una retórica más ligera y penetrante. La prosa de esta obra es diáfana, habiendo sido escrita tanto en alemán como en inglés por la misma autora, manteniendo un estilo liviano bastante alejado de la pesadez que otrora fue característica del pensamiento producido en Alemania. Pero, curiosamente, este libro se inscribe con gracia dentro de un tema propio de la tradición filosófica germana: la antropología filosófica enmarcada por la obra de Kant. Hay cierta sensación de yuxtaposición a lo largo del libro, semejante al cruce de temporalidades presentes y pasadas en los sueños. Por momentos parece que Daston no se ha movido de la filosofía del siglo XVIII, pero al cambiar de página queda en evidencia que se trata de una pensadora contemporánea en el sentido fuerte del término. Esto, lejos de ser una contradicción que le reste mérito al libro, resulta en una fascinante experiencia de integración poco frecuente en la academia actual.

Si bien Daston no es una entusiasta de la lógica ni del lenguaje, encarna maravillosamente los valores propios de la filosofía analítica: claridad, sencillez y precisión. Sus referencias pictóricas o literarias no son oscuras ni de significado intrincado, sino ilustrativas y persuasivas. En este sentido, *Against Nature* puede ser un gran primer paso para los lectores no iniciados que quieran explorar la epistemología e historia de la ciencia, o simplemente ahondar más en la obra de la autora<sup>2</sup>. Sin embargo, de nuevo, este libro tiene una gran raigambre kantiana, no solo respecto del proyecto de una antropología filosófica sino en la mismísima formulación del problema: *¿cómo comprende el ser humano el mundo natural? ¿Qué implicaciones tiene esto para la creación*

---

<sup>1</sup> Universidad de la República, Uruguay.

<sup>2</sup> Es llamativo que Lorraine Daston, pese a ser una autoridad internacional en la filosofía actual, no ha gozado de gran difusión en otras lenguas, lo cual conlleva a que no sea muy conocida en latitudes hispanohablantes. De hecho, *Against Nature* es su primer libro traducido al español, publicado por Herder en febrero de 2021.

✉ [d.antolinez.uribe@gmail.com](mailto:d.antolinez.uribe@gmail.com) |  [0000-0002-2335-7681](https://orcid.org/0000-0002-2335-7681)

Antolínez, David (2021). Reseña: *Against Nature* de Lorraine Daston. *Epistemología e Historia de la Ciencia*, 5(2), 112–116.

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/article/view/32420>



*de órdenes morales?* Para entender mejor esta dualidad y complementariedad entre el tema de indagación y su método, es importante ubicar a la autora dentro del panorama intelectual de hoy en día. Como directora del Instituto Max Planck de Historia de la Ciencia (MPIWG), Daston habita aquella delgada línea entre filósofos analíticos y continentales: bebe de las antiguas tradiciones europeas, pero haciendo uso de un estilo expositivo y argumentativo anglosajón. Ciertamente este libro, tanto por su tema por su ejecución, resulta una curiosidad llamativa y apetecible.

Ahora bien, Daston no hace mayores preámbulos, sino que entra directamente en la discusión. Como ya se dijo, la investigación de este libro es, *prima facie*, sobre antropología filosófica. La autora es cuidadosa al señalar que, aunque usa casuística de archivo, no pretende hacer una antropología cultural ni histórica. No le interesan ejemplos concretos, sino explorar el núcleo duro de la razón humana en lo que respecta a la constante tendencia de vincular el orden natural con el orden moral. Los filósofos modernos como John Stuart Mill o Friedrich Engels consideran dicha tendencia una falacia y una obscena estratagema política, pero Daston mantiene una postura ecuánime y se abstiene de censurar o defender dicha inclinación de la razón humana. Como buena historiadora, insiste en que este fenómeno se ha presentado con bastante frecuencia en contextos culturales disímiles. Señala, además, que la legitimación de los valores por apelación a la naturaleza ha sido una herramienta útil para distintas ideologías políticas: tanto para quienes defendían la esclavitud y querían obstruir la educación superior para las mujeres, como para los promotores del matrimonio homosexual y el ecologismo. Así, detrás de su principal línea de investigación, *Against Nature* desarrolla sus argumentos tejiendo un vínculo recíproco entre la filosofía de la ciencia y la filosofía política; un gesto típico de los ascendentes *Science and Technology Studies* (Jasanoff, 2017). No es fácil dilucidar el rol de Daston en este nuevo campo disciplinar, pues, aunque no comparte las premisas metafísicas, las metodologías ni las aspiraciones de autores como Woolgar, Fuller o Haraway, sí mantiene preocupaciones comunes sobre cómo interactúa la esfera social con la científica.

Para ahondar en este problema, Daston clasifica tres concepciones recurrentes de las naturalezas específicas, locales y universales, las cuales han sido usadas como nociones legitimadoras. Esta cartografía predeterminada, en vez de profundizar reflexivamente sobre la problemática relación entre naturaleza y moral, termina siendo un ejercicio de clasificación taxonómica; el tipo de juegos botánicos que le dan a la filosofía analítica mala fama (Kusch, 2002). Los capítulos intermedios del libro buscan ilustrar a partir de descripciones históricas el modo en que se presentan estas nociones de naturalezas específicas, locales y universales. Además de la erudición archivística, Daston resalta bastante la dimensión plural de aquel “orden natural”. Lejos estamos de las ensoñaciones modernas de una teoría unificada o un robusto conjunto de principios consistentes para todos los fenómenos físicos y sociales. Esto da paso al capítulo de mayor densidad filosófica de *Against Nature*, una disertación sobre la mismísima idea de orden y la tesis del indeterminismo. Sin embargo, aquí hay una ambigüedad respecto a las premisas que asume la autora; quizá la corta extensión del ensayo no daba espacio suficiente para explicitarlas y justificarlas. El principal problema es que Daston traspasa de forma sutil el dominio ontológico y el terreno gnoseológico. No se atreve a adherirse a una formulación materialista, dialéctica o positivista sobre la realidad de los entes

naturales y la forma en que estos interactúan – ora caóticamente, ora de forma armoniosa. Tampoco es clara su posición respecto al realismo de las representaciones científicas o legales de dichos entes. En algunos pasajes la filósofa germano-estadounidense discute extensamente sobre objetos y artefactos no-humanos, pero luego evoca la doctrina kantiana de que ellos son fenómenos para la razón humana. ¿Para qué invocar el hiato entre sujeto y objeto si no se respetará consistentemente?

Lo anterior queda especialmente evidenciado cuando Daston secunda la antropología filosófica de Hacking (1983), según la cual los seres humanos, lejos de ser animales pensantes, políticos o económicos, basan su relación con el mundo a partir de las representaciones. El *homo depictor* necesita imágenes y apariencias para dotar de sentido su experiencia interna, los objetos del mundo exterior y las convenciones sociales que permiten la convivencia. Por ello, la naturaleza no puede permanecer en un estado indeterminado ni las leyes morales en una formulación abstracta, al menos al nivel del razonamiento humano. Para poder pensar y comunicar exitosamente ideas científicas y políticas, el ser humano necesita encontrar cierto orden en el mundo perceptible que a su vez sirva de analogía para la intangible esfera social; esto se asemeja a la aparente simetría anti-realista característica de algunos sociólogos de la ciencia (Bloor, 1999).<sup>3</sup> Pero, en otro sentido, este parece un argumento más cognitivista que filosófico, semejante a cuando los adeptos a las neurociencias sustentan sus teorías en el modo en que nuestros cerebros han evolucionado para recibir y procesar información del mundo. Así, para la antropología filosófica de Daston, poco importa que la naturaleza sea, *de facto*, heterogénea, pues la razón humana nunca accederá a los noúmenos, mucho menos si estos no obedecen a algún orden natural. En este aspecto, la autora no adopta la fértil propuesta del “realismo de entidades” propia de la filosofía de la ciencia de finales del siglo pasado, así como tampoco comulga con quienes insisten en cómo, dado que la naturaleza es errática, debemos aprender a pensar de un modo no-determinista (Prigogine & Stengers, 1997).

Cada vez que Daston parece inclinarse por una concepción particular de la naturaleza o un tipo de argumentación política, invoca otros ejemplos del vínculo entre orden natural y orden moral. No es del interés de la autora contrastar las doctrinas políticas utilitaristas o liberales en virtud de cuál evita con mayor éxito la falacia naturalista. Por el contrario, al insistir en que esta es una tendencia generalizada de la razón humana, se abre la invitación de cómo incluir este tipo de argumentación dentro de las amplias discusiones científicas y políticas que ocurren constantemente todos los días. No nos podremos desprender de nuestra necesidad de orden, de nuestra relación con la naturaleza ni de la estrategia de legitimar valores morales a partir de analogías con el mundo natural. La razón humana encarnada en cuerpos humanos es lo único que tenemos y debemos aprender a usarla correctamente, ya sea que represente fidedignamente la inmensa diversidad del cosmos o no. Pero esto no es algo necesariamente fatalista, continúa Daston, tratando de mantener una actitud neutra hasta el final del ensayo. Como bien se advierte al inicio, *Against Nature* no busca realizar

---

<sup>3</sup> No es coincidencia que el patriarca del Programa Fuerte actualmente esté vinculado al MPIWG, realizando investigaciones archivísticas semejantes a las de Daston. Quizá esta simetría anti-realista sea la mejor forma de mantener el compromiso entre la gnoseología de Kant y las exigencias fácticas de la historia de la ciencia.

una declaración al estilo de un manifiesto ni una crítica (a favor o en contra) de la naturalización como recurso legitimador. Más bien se trata de averiguar por qué esta tendencia de la razón humana es tan persistente y por qué los lúcidos intentos por combatirla han fracasado rotundamente. Si bien este predominio de la descripción y la comprensión puede ser aplaudido por distintos filósofos y científicos sociales, lo cierto es que dicha actitud resulta disonante con los esfuerzos previos de la autora por historiar la noción de objetividad, enfatizar la construcción social de dispositivos epistémicos y los procesos de disciplina de las comunidades científicas.

La conclusión del libro, si bien resolutoria y sustantiva, termina por reafirmar el carácter dual del pensamiento de Daston. Así su método de indagación predilecto sea el abordaje textualista, la filósofa germano-estadounidense construye su tesis articulando las ideas relativistas, de corte práctico-empírico e infundadas del pluralismo crítico propio de los filósofos de la ciencia de las últimas décadas. Incluso, como se aventuró previamente, es posible arriesgar una suerte de interés común por los temas centrales de los *Science and Technology Studies*. Pero, lejos de trabar diálogo con historiadores de la ciencia actuales como Hasok Chang o Henk de Regt o sociólogos de la tecnología como Trevor Pinch o Wiebe Bijker, Daston prefiere dialogar con los filósofos insignia de la modernidad: Locke, Bacon, Descartes, Hume y Kant. Esta es una autora con preocupaciones y argumentos semejantes a los de sus contemporáneos, pero que se expresa en un dialecto propio de la filosofía moderna (incluyendo guiños a las sagradas escrituras y recursos retóricos típicos del iluminismo). Quizá, de un modo sumamente respetuoso, se podría invitar a la directora del MPIWG que pase menos tiempo dentro de los archivos y conversara más con otros autores vivos. Tal intercambio sería beneficioso para ambas partes, tanto los delicados temas sobre la naturaleza como las disertaciones morales. En todo caso, hay que destacar que, pese al uso de las dicotomías de “esencia/apariencia” y “noúmeno/fenómeno”, Daston ofrece una reinterpretación que apuntala fuertemente el plano inmanente y la construcción de objetos que allí aparecen. Lo original de la conclusión de *Against Nature* no es disminuir nuestro terror ante la falacia naturalista, sino la inversión que se hace de la antropología filosófica kantiana para defender una filosofía basada en la contingencia, las prácticas colectivas (tanto científicas como políticas) y la integración de los grandes sistemas teóricos con nuestras condiciones de razonamiento humano.

Este brevísimo pero enriquecedor ensayo seguramente será del gusto de quienes trabajan en el área de la filosofía política, la epistemología, la historia de la ciencia y la antropología filosófica. No queda duda de la versatilidad de Lorraine Daston, aún más meritoria en tanto logra explorar múltiples aristas sin extenderse en demasía. Sin embargo, en *Against Nature* no se encuentran los pasajes más ingeniosos o eruditos de la filósofa germano-estadounidense, por lo cual es menester seguir indagando en su producción bibliográfica. Los lectores que disfrutan por igual de la filosofía analítica y continental podrán extraer mejor provecho de esta sucinta pero potente obra. Quizá quienes estén inclinados por la tradición anglosajona, con sus premisas científicistas y naturalistas, compartan la opinión de Philip Kitcher, quien saludó este libro por su elegante prosa y respuestas innovadoras; incluso algunos puedan llegar a sentir que las intenciones de Daston son subversivas a nivel filosófico y político al esbozar este atentado contra la idea de un orden natural. En cambio, los conocedores del estructuralismo

francés –Althusser, Canguilhem y Foucault– pueden sentir que Daston explora terreno conocido al indagar por la "naturalización" de los valores y las alianzas entre ciencia y política. Como todo buen libro, *Against Nature* despierta admiración, sentimientos encontrados e ideas refrescantes en la experiencia del lector.

### Referencias

- Bloor, D. (1999). Anti-Latour. *Studies in History and Philosophy of Science*, 30(1), 81-112.
- Daston, L. (2002). I. *The Morality of Natural Orders: The Power of Medea*, II. *Nature's Customs versus Nature's Laws*. The Tanner Lectures on Human Values. Harvard University. Recuperado de: [https://tannerlectures.utah.edu/\\_documents/a-to-z/d/daston\\_2002.pdf](https://tannerlectures.utah.edu/_documents/a-to-z/d/daston_2002.pdf)
- Daston, L., & Vidal, F. (Eds.). (2004). *The moral authority of nature*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Hacking, I. (1983). *Representing and intervening*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jasanoff, S. (2017). Science and Democracy. En U. Felt, R. Fouché, C.A. Miller, & L. Smith-Doerr (Eds.), *The Handbook of Science and Technology Studies*. Cambridge: The MIT Press, pp. 259-288.
- Kusch, M. (2002). Metaphysical déjà vu. *Studies in History and Philosophy of Science*, 33(3), 639-647.
- Prigogine, I., & Stengers, I. (1997). *The end of certainty*. Nueva York: The Free Press.
- Stolleis, M., & Daston, L. (Eds.). (2008). *Natural law and laws of nature in early modern Europe*. Aldershot: Ashgate.