



<https://doi.org/10.15446/ideasyvalores.v71n8Supl.102057>

ESTILOS Y ESTRATOS PARA EL ESTUDIO DE CONTROVERSIAS CIENTÍFICAS



STYLES AND STRATA FOR THE SCIENTIFIC STUDY OF SCIENTIFIC CONTROVERSIES

OLGA VARELA MACHADO*

Universitat de València - Valencia - España /
Universidad Pontificia Bolivariana - Medellín - Colombia

JULIANA GUTIÉRREZ VALDERRAMA**

Universidad de los Andes - Bogotá - Colombia

* olga.varela@upb.edu.co / ORCID: 0000-0003-4468-5454

** j.gutierrezv@uniandes.edu.co / ORCID: 0000-0002-5433-9080

Cómo citar este artículo:

MLA: Valera Machado, Olga y Gutiérrez, Juliana. “Estilos y estratos para el estudio de controversias científicas.” *Ideas y Valores* 71.Supl. 8 (2022): 113-137.

APA: Valera Machado, O y Gutiérrez, J. (2022). *Estilos y estratos para el estudio de controversias científicas.* *Ideas y Valores*, 71 (Supl. 8), 113-137.

CHICAGO: Olga Varela Machado y Juliana Gutiérrez Valderrama. “Estilos y estratos para el estudio de controversias científicas.” *Ideas y Valores* 71, n.º Supl. 8 (2022): 113-137.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

RESUMEN

En el artículo planteamos una categoría para el estudio de controversias científicas, controversias sobre estilos, y proponemos una herramienta de análisis para dar cuenta de ellas. Para ello, hacemos uso de la noción de estilo de razonamiento de Ian Hacking y la metáfora de una historia por estratos. Mostraremos que las controversias sobre estilos tienen la particularidad de persistir en el tiempo, evolucionar e involucrar discusiones y debates en múltiples niveles. Para ilustrar nuestra propuesta, presentamos la controversia cuántica como un ejemplo de una controversia sobre estilos y hacemos uso de la herramienta que aquí sugerimos.

Palabras clave: controversias científicas, controversia cuántica, estilos de razonamiento, estratos.

ABSTRACT

In this article we propose a category for the study of scientific controversies, controversies about styles, and suggest a tool of analysis to give an account of this sort of disagreement. To do this, we use Ian Hacking's notion of style of reasoning and the metaphor of a stratified history. We will show that controversies of styles have traits: they persist over time, evolve, and include discussions and debates on multiple levels. We present the quantum controversy as a case of a controversy about styles and make use of the tool we have suggested to illustrate our proposal.

Keywords: scientific controversies, quantum controversy, styles of reasoning, strata.

Introducción

El estudio de controversias científicas abarca ya una amplia literatura que presenta distintas alternativas de clasificación y caracterización, tanto para el análisis de las controversias como para el estudio de sus resoluciones. Estas categorías de análisis resultan sumamente útiles a la hora de realizar estudios de caso, pues facilitan la identificación de los distintos elementos que están en juego en cada desacuerdo. En este contexto, autores como Aristides Baltas o Ernan McMullin presentan taxonomías que permiten identificar los diferentes tipos de controversias que pueden surgir en el desarrollo de la ciencia. Sin embargo, a partir de algunos estudios de caso previos, hemos detectado un vacío en estas categorías. Un ejemplo paradigmático de este vacío lo encontramos en los diferentes estudios sobre la que se ha llamado la *controversia cuántica*, que cumple más de un siglo de vigencia. Durante este periodo, encontramos un amplio conjunto de subcontroversias interrelacionadas: sobre la interpretación de las leyes estadísticas, sobre la naturaleza de la causalidad, sobre el carácter ontológico o epistémico del indeterminismo, sobre la estructura de la materia e, incluso, sobre los límites y propósitos de la propia física y sus prácticas científicas. Frente a este conjunto de discusiones, que abarca múltiples niveles, tanto metodológicos, teóricos y ontológicos como observacionales, ¿qué herramientas o categorías filosóficas tenemos a la mano para poder dar cuenta de ellas? ¿Es este episodio aislado y único en la historia de la ciencia?

Si acudimos a las clasificaciones existentes, encontramos, por ejemplo, a Ernan McMullin, quien propone una taxonomía de controversias científicas e identifica cuatro tipos: controversias *sobre hechos*, *sobre teorías*, *sobre principios* y *mixtas*. Con esta clasificación a la mano, el autor describe la controversia cuántica como una *controversia sobre principios* –metodológicos u ontológicos–. Sin embargo, en esta caracterización McMullin hace alusión a un momento y a unos actores particulares en el marco de más de un siglo de controversia, a saber, las críticas de Einstein, Bohm, Vigier y otros a las interpretaciones indeterministas de la mecánica (cf. 74-75). Con esto, el resto de debates y científicos que rodean a la controversia sobre la mecánica cuántica quedan excluidos, y con ellos la riqueza y complejidad del conjunto. La categoría *controversia sobre principios* no da luces sobre la evolución y las distintas fases de esta controversia a través del tiempo.

Por otra parte, Aristides Baltas ha sugerido otras categorías de controversias científicas. El autor identifica tres tipos de controversias: *superficiales*, *intermedias* y *profundas*, según el nivel o grado de profundidad de las *presuposiciones de trasfondo* que están en discusión. Estas presuposiciones pueden ser *constitutivas* (las más profundas), *interpretativas*, de *participación* y de *preferencia* (las más superficiales). Con

esto en mente, Baltas clasifica un momento particular de la controversia cuántica, *i. e.* la controversia Einstein-Bohr, como una *controversia intermedia*, en la cual el punto de debate es la interpretación del formalismo (*cf.* 46). No obstante, ¿qué podríamos decir de los otros periodos y actores, y de las razones por las cuales los puntos de debate y desacuerdo han evolucionado en el transcurso de más de cien años? Si se analiza esta controversia más de cerca, es posible ver que esta ha atravesado todos los niveles señalados por Baltas. Necesitamos, por lo tanto, categorías y herramientas nuevas para dar cuenta de controversias como esta.

Por todas estas razones, vemos necesario plantear una nueva categoría de controversias, pues creemos que la controversia cuántica es una *controversia sobre estilos*, es decir, esta surge por la introducción de un nuevo estilo de razonamiento en la física, a saber, el *estilo estadístico*. Como mostraremos, introducir un estilo nuevo en el contexto de una disciplina trae desacuerdos, y las controversias desencadenadas tienen ciertas particularidades asociadas a la *evolución* del estilo en cuestión, *i. e.* la controversia tiende a persistir en el tiempo –dependiendo de la rapidez de aceptación o rechazo del estilo por la comunidad–, abarca diferentes niveles de discusión y da lugar a varias subcontroversias relacionadas que pueden aparecer por la introducción de elementos novedosos o porque estos elementos chocan con los estilos preexistentes. Estos aspectos aún no logran ser analizados con las categorías filosóficas disponibles.

Adicionalmente, también hace falta ofrecer una herramienta para poder capturar, en primer lugar, cómo estas controversias cambian y evolucionan a través del tiempo –más aún cuando implican una larga duración– y, en segundo lugar, los distintos niveles en los cuales puede desarrollarse el debate. Para esto, nos basamos en la noción de *estilo de razonamiento* de Ian Hacking y hacemos uso de la metáfora de la historia por *estratos* que James Elwick introduce en el estudio de los estilos. Con ambos conceptos podemos ver cómo ciertas prácticas científicas –o formas de “pensar y hacer” (*cf.* Hacking 2012)– pueden sedimentarse o salir a la superficie y motivar distintos debates en un periodo de tiempo. También nos permitirá precisar el análisis de las diferentes etapas por las que puede pasar una *controversia sobre estilos*, lo que enriquecerá el análisis.

En la primera sección, presentamos la categoría de *controversias sobre estilos* y la noción de *estilo de razonamiento* de Ian Hacking, así como algunos ejemplos de controversias sobre estilos con el fin de ganar claridad sobre esta nueva clasificación. En la segunda sección, presentamos la interpretación de los estilos de razonamiento de Elwick como condiciones estratificadas de posibilidad y exponemos nuestra

herramienta de análisis para poder dar cuenta de las *controversias sobre estilos* (cf. 2012). En este punto, hacemos énfasis en el carácter *evolutivo* de los estilos de razonamiento y, adicionalmente, en la forma como estos constituyen *estratos* de condiciones de posibilidad de la práctica científica, los cuales pueden cambiar de nivel de profundidad en el tiempo, esto es, pueden ser acogidos de forma explícita y luego de forma completamente tácita, o pueden pasar de lo tácito y ciegameamente aceptado a ser un objeto de discusión. En la tercera sección, mostraremos cómo la *controversia cuántica*, en la primera mitad del siglo xx, puede ser analizada bajo el lente de *controversias sobre estilos* y con nuestra herramienta.

Controversias sobre estilos

Como mencionamos en la introducción, en este artículo queremos postular una nueva categoría de controversias científicas: *controversias sobre estilos*. Este tipo de desacuerdos han sido identificados en la literatura (cf. Shapin y Schaffer; Cremaschi y Dascal; Gutiérrez; Fujimura y Chou; Boon) y, en ese sentido, no somos las primeras en afirmar que existen controversias alrededor de los estilos utilizados por las comunidades científicas. Incluso McMullin y Baltas las mencionan y las clasifican dentro de sus propias categorías: McMullin, en las *controversias sobre principios*; Baltas, en las *controversias superficiales*. Sin embargo, estas controversias, al tener ciertas características que no logran ser captadas por las categorías filosóficas en la literatura, requieren de un lente especial y nuevas herramientas de análisis para dar cuenta de sus dinámicas y evolución y, por eso mismo, creemos importante tratarlas como una categoría aparte. Para delimitarlas adecuadamente vamos a presentar primero la noción de *estilo de razonamiento*, con el fin de aclarar qué entendemos por *controversias sobre estilos*.

Estilos de razonamiento y controversias científicas

La noción de *estilo de razonamiento* tiene una larga historia y múltiples aplicaciones y definiciones. Muchos autores han usado el concepto de *estilo de pensamiento* o de *razonamiento* como un instrumento útil para el análisis del pensamiento científico europeo. Ludwik Fleck, por ejemplo, utilizó la idea de *estilo de pensamiento* [*Denkstil*] y *colectivo de pensamiento* [*Denkkollektiv*] para referirse a un conjunto de prácticas, formas de preguntar y responder, modos de investigar (entre otros) de una comunidad científica particular (cf. 1979). Alistair Crombie, por su parte, sugirió el término *estilo de pensar* [*style of thinking*], pero agrupando comunidades mucho más amplias tanto espacial como temporalmente (cf. 1994). Sobre esta base Ian Hacking postula sus *estilos de razonamiento* (cf. 1982).

Aunque son varios los autores que han hablado sobre *estilos*, nosotras usaremos exclusivamente la definición de Ian Hacking, especialmente la versión que presenta en “LTR 30 years later”.¹ Nuestro objetivo aquí no es debatir ni complementar esta noción. Antes bien, vamos a usarla tal y como está planteada en Hacking con el fin de bosquejar este tipo particular de controversias. Sabemos que la noción de *estilos* ha sido foco de diferentes debates, pero este no es el interés de nuestro artículo. Adicionalmente, Hacking no aplica específicamente su noción de *estilos* al estudio de controversias científicas. Así pues, este sí es un aporte que haremos tanto a la noción de estilo, como al estudio de las controversias.

La propuesta de Hacking hace énfasis en el hecho de que la ciencia es una empresa social e histórica, basada en un conjunto de personas y prácticas que apunta a asegurar algún tipo de objetividad y a establecer, en la medida de su desarrollo, qué cuenta como una buena razón (cf. Hacking 2012 601). Estos diversos conjuntos de prácticas –que surgen en un contexto histórico y social particular, pero que, no obstante, trascienden sus condiciones de emergencia– son, precisamente, los estilos de razonamiento. En palabras de Hacking, los estilos “han establecido lo que es ser objetivo (las verdades de cierto tipo son solo lo que obtenemos al realizar ciertos tipos de investigaciones, respondiendo a ciertos estándares)” (1992b 4). Los estilos entonces tienen las siguientes características: i) delimitan lo que puede considerarse como una proposición científica dentro de una disciplina específica (es decir, cuáles declaraciones son candidatas a ser verdaderas o falsas) y ii) determinan cómo llegar a la verdad de estas proposiciones científicas.

Es importante tener en mente que los estilos –aunque definan lo que cuenta como una proposición científica– no determinan la verdad o la falsedad de estas proposiciones. Estos solo proporcionan las condiciones en las que la verdad puede determinarse de manera objetiva. Por este motivo, un estilo no constituye un conjunto de creencias bien definidas; es, en cambio, un conjunto de prácticas de las cuales emergen ciertas maneras de ofrecer y pedir razones para una determinada proposición científica, así como modos de preguntar y responder. Así las cosas, podemos pensar en los estilos de razonamiento como *estratos* de condiciones de posibilidad para el conocimiento científico, tal y como lo propone James Elwick (cf. 2012).

1 Aunque en “LTR 30 years later” Hacking sugiere utilizar la categoría de *estilo de pensar y hacer* [*style of scientific thinking & doing*] siguiendo la idea original de Crombie, aquí hemos decidido conservar la denominación *estilos de razonamiento* por ser un término ya reconocido en la literatura (cf. Hacking 2012 600-601).

Hacking presenta una lista no exhaustiva de estilos de razonamiento que toma de Crombie: a) estilo geométrico o de postulación y deducción en la matemática, b) estilo de investigación experimental, c) estilo analógico o de construcción hipotética de modelos, d) estilo taxonómico o de ordenamiento de la variedad por comparación, e) estilo estadístico o análisis de regularidades estadísticas en las poblaciones, y f) estilo histórico genético. En su artículo “Language, Truth and Reason”, Hacking incluye, además, g) el estilo de laboratorio y h) el estilo algorítmico.² Todos estos estilos nacieron en una época, sociedad y comunidad científica particular. A pesar de las condiciones situadas de su emergencia, los estilos pasan por un proceso de estabilización o *crystalización* y logran independizarse de su contexto de nacimiento (cf. Hacking 2012), pues demuestran su éxito para determinar los valores de verdad de las proposiciones que ellos mismos introdujeron. Es decir, los estilos se *autoautentican* [self-authenticate] (cf. Hacking 1982 49).

Lo interesante de usar la categoría de estilo de razonamiento para el estudio de controversias científicas es que nos permite identificar cómo se han dado los procesos de aceptación y evolución de dichos estándares de racionalidad y objetividad y, además, las dinámicas de los desacuerdos que estos procesos traen consigo, *i. e. controversias sobre estilos*. Como ya dijimos, los estilos, desde el nacimiento hasta su posterior aceptación, atraviesan un proceso de *crystalización*, en el cual la comunidad pasa de discutir la pertinencia de un estilo a adoptarlo de forma generalizada y como *necesario* para el conocimiento científico. Dado que cada estilo introduce nuevas proposiciones, nuevos objetos, nuevas preguntas y nuevos métodos, la comunidad, por un lado, puede enfrentar desacuerdos sobre el sentido y pertinencia de estas novedades y, por otro, desacuerdos sobre las posibles interpretaciones del mundo a partir de estas nuevas estructuras. Puede suceder, además, que el estilo nuevo se enfrente con estilos ya existentes en la comunidad. Pero esto no sucede en todos los casos.

En ese orden de ideas, la introducción de un *estilo de razonamiento* no es trivial para una comunidad científica. Existen muchas razones para resistirse a la adopción de estas novedades, pues es necesario que la comunidad ponga a prueba la viabilidad y pertinencia del nuevo *estilo* y, más aún, que revise qué aspectos y presuposiciones son desestabilizados o puestos en duda al introducirlo. Existen, adicionalmente, contingencias históricas que pueden jugar a favor o en contra de su

2 Sin embargo, en 2012 Hacking incluye estos dos últimos dentro de la plantilla de los seis originales de Crombie, proponiendo diferentes estados de desarrollo o evolución de cada estilo –más adelante ahondaremos en esto–; de esa forma, el *estilo de laboratorio* se considera un estado de desarrollo dentro del *estilo experimental*, y el *estilo algorítmico* pasa a ser parte del *estilo geométrico* como una nueva etapa.

aceptación. De este modo, no todas las *controversias sobre estilos* van en la siguiente dirección: primero, aparece un nuevo estilo; luego, la comunidad discute al respecto y, finalmente, lo adoptan. Al contrario, pueden encontrarse ejemplos de intentos de introducción de un nuevo estilo en una comunidad que terminan con el rechazo y la exclusión del estilo, así como casos en los que un estilo que estaba siendo utilizado ampliamente entra en desuso (cf. Hacking 2012 607). Todas estas posibilidades constituyen un amplio espectro de *controversias sobre estilos*. Nótese que *controversias sobre estilos* no hace referencia únicamente a desacuerdos *entre* estilos. La categoría que proponemos pretende abarcar los desacuerdos y debates que se desatan a raíz de la *introducción* de un nuevo estilo en una disciplina. Dichos debates pueden ser por choques con estilos previos en la disciplina, pero, como mencionamos, también por la legitimidad o pertinencia de los elementos novedosos que son introducidos por el nuevo estilo (evidencia, proposiciones, objetos, instrumentos, etc.).

Ejemplos históricos de controversias sobre estilos

En la historia de la ciencia podemos encontrar varios ejemplos de *controversias sobre estilos*. El episodio narrado por Shapin y Schaffer en *Leviathan and the Air-Pump* es una buena ilustración de una controversia que se desató al interior de la comunidad científica como consecuencia de la introducción del estilo experimental en la física. Se trató de una controversia cuyas cabezas más visibles fueron Hobbes y Boyle. El desacuerdo giró principalmente sobre la pregunta “¿qué cuenta como evidencia científica?”. Y, como nos muestran los autores, también sobre elementos más profundos relacionados con la introducción del nuevo estilo. Otro ejemplo lo encontramos en la controversia sostenida entre Hermann von Helmholtz y Ewald Hering en el marco de la óptica fisiológica en la Alemania del siglo XIX. Dicha controversia puede interpretarse como un caso de desacuerdo motivado, por un lado, por la introducción del estilo analógico y experimental en la fisiología y, por otro, por el rechazo de lo que podríamos llamar un estilo *romántico* u *holístico* (cf. Gutiérrez). Creemos que también pueden rastrearse este tipo de controversias en las discusiones que se dieron en biología y geología a lo largo del siglo XIX. Este amplio conjunto de desacuerdos puede leerse como controversias sobre estilos producidas por la introducción del estilo histórico genético, que luego se trasladaron a la sociología durante la segunda mitad del siglo XIX y que se desarrollaron alrededor de las teorías del evolucionismo social.

Finalmente, el ejemplo que usaremos en nuestro artículo es el relativo a la controversia cuántica. De acuerdo con nuestra lectura del caso, esta controversia puede interpretarse como una controversia

sobre estilos desatada por la introducción del estilo estadístico en la física. Si lo pensamos de ese modo, la controversia tendrá que extenderse desde mediados del siglo XIX –con el desarrollo de la estadística Maxwell-Boltzmann–, hasta las primeras décadas del siglo XX –con la postulación y aceptación de la teoría cuántica– o incluso hasta nuestros días. Vamos a mostrar cómo esta nueva lectura de la controversia cuántica nos permite articular diferentes niveles de controversias que se desataron durante la introducción y asimilación del estilo estadístico en la física, dándonos luces sobre la forma en que se transformó la visión del mundo desde una mecánica determinista hasta la postulación de un azar subyacente. Algunos autores ya han sugerido de diferentes modos esta lectura de la controversia, haciendo énfasis en el impacto que los métodos estadísticos tuvieron en la física de este periodo (e. g. Kuhn, Brush, Monaldi). Sin embargo, nuestra propuesta es mucho más enfática a la hora de delimitar los diferentes niveles por los que pasó el desarrollo del estilo y la influencia de estos en la adaptación de una nueva imagen del mundo coherente con este nuevo estilo.

Así pues, la caracterización de Hacking de los *estilos de razonamiento* permite dar cuenta de las presuposiciones que un estilo trae consigo –objetos, métodos, instrumentos, etc.– y de su proceso de sedimentación a partir del cual el estilo se cristaliza, formando *estratos* de condiciones de posibilidad para la construcción del conocimiento científico. Como mostraremos, una de las ventajas de la introducción de la metáfora de los estratos es que facilita la identificación de los diferentes niveles que pueden tener las *controversias sobre estilos*. Con esto en mente, en la próxima sección, presentaremos en detalle una herramienta de análisis que hace énfasis en los estilos de razonamiento como condiciones *estratificadas* de posibilidad para i) identificar las etapas de evolución de los estilos de razonamiento en el contexto de una disciplina científica y ii) caracterizar los momentos por los que pueden pasar las controversias –desatadas por la introducción de un estilo– de acuerdo con el nivel de profundidad en el que se desarrollan las discusiones.

Estilos de razonamiento como condiciones estratificadas de posibilidad

Como ya hemos señalado, Hacking propone la metáfora de la *cristalización* (cf. 2012) para referirse a los periodos concretos en los que los *estilos*, por diferentes contingencias históricas, se precipitan hacia el proceso de autoautenticación, o se fusionan con otros estilos, o se aplican a nuevos fenómenos, haciéndose más universales. Por ejemplo, si bien Crombie rastrea el *estilo experimental* hasta la Edad Media, Hacking afirma que la cristalización de este estilo no se dio sino hasta

el siglo xvii con episodios como el ilustrado por Shapin y Schaffer en *Leviathan and the Air-Pump*. También el *estilo estadístico*, a pesar de tener algunos antecedentes anteriores a Pascal, no se cristalizó sino hasta la segunda mitad del siglo xvii (cf. Hacking 1975).

Adicionalmente, la metáfora de la *cristalización* viene acompañada de la idea de que los estilos pueden llegar a tener diferentes estados de desarrollo. Por ejemplo, el estilo geométrico se cristalizó con la introducción, por parte de los griegos, de la prueba formal en geometría, pero su proceso no termina ahí, pues este tipo de prueba se extendió a las demás ramas de las matemáticas y, luego, a otras disciplinas. Recientemente, también se ha introducido la demostración generada por computadora –lo que Hacking había llamado el *estilo algorítmico*– que, según el autor, no es un estilo nuevo, sino una etapa de desarrollo del *estilo geométrico* (cf. Hacking 2012). Cada una de estas etapas produce cambios en el estilo, lo generaliza, lo hace autónomo a través de nuevas formas y permite ampliar la colección de objetos y proposiciones que se hacen inteligibles gracias a él. Este escenario es sumamente fértil para la aparición de controversias.

La visión estratificada de la historia nos parece idónea para explicar los diferentes estados de desarrollo de los estilos, así como para comprender la dinámica de las controversias que se generan a causa de estos movimientos. La idea de *estrato* traída desde la geología sugiere un proceso de sedimentación que lleva diferentes elementos desde una superficie menos firme hacia un fondo más sólido, es decir, diferentes estratos ocupan diferentes niveles de profundidad. Sin embargo, al igual que los estratos geológicos, la profundidad no garantiza la permanencia y mucho menos la inmovilidad, pues en la medida en la que los estratos se mueven de la superficie hacia el fondo, algunas de las capas ya formadas podrían moverse para salir a la superficie. En el ejemplo que vamos a presentar más adelante, veremos cómo presuposiciones muy profundas –como la naturaleza determinista de la realidad– salen a la superficie y se convierten en tema de controversia debido a la introducción del estilo estadístico.

Estratos de condiciones de posibilidad

Son varios los autores que han usado la metáfora de los estratos para referirse a la formación de los conceptos a lo largo de la historia (cf. Braudel; Jardine; Galison; Pickstone; Lloyd y Sivin). Sin embargo, Elwick señala que, en el caso de Ian Hacking, la influencia más fuerte sobre la metáfora de la estratificación viene, sin duda, de Foucault y su *arqueología* (cf. 2012). Así pues, el concepto de *estilo de razonamiento* hace énfasis en las condiciones de posibilidad que se han dado en un momento específico para el surgimiento de un conjunto de conocimientos

particulares. La emergencia de un estilo concreto necesita de ciertas condiciones históricas (instituciones, relaciones entre las instituciones, prácticas sociales, eventos históricos, estilos cognitivos, entre otros) (cf. Cotgrove). Sin este conjunto de condiciones de posibilidad, estilos particulares no serían posibles. A su vez, el surgimiento de estos estilos posibilita ciertas prácticas, conceptos, objetos, declaraciones y estándares científicos, entre otros. En este sentido, los estilos requieren de estratos de condiciones subyacentes y, asimismo, ellos son estratos que abren otras posibilidades.

Como argumenta Elwick, ver los estilos de razonamiento como requisitos previos necesarios, pero no suficientes para el conocimiento científico evita la tentación de usarlos como determinantes causales para explicar cómo piensan y actúan los científicos. Deja espacio para la contingencia, la mediación, los marcos institucionales, las culturas profesionales y otros factores locales en el surgimiento de programas, métodos, problemas y soluciones de investigación específicos. (Monaldi 309)

La metáfora de los estratos ofrece una analogía satisfactoria que permite presentar un modelo de cambio conceptual para el establecimiento de los diferentes estándares científicos. Las posibilidades que abre radican tanto en la movilidad como en la asimilación de creencias en diferentes niveles de profundidad. Pero esta movilidad no es homogénea: los estratos más profundos se mueven más lentamente que los estratos superficiales y estas diferentes velocidades de cambio son muy importantes para comprender la duración de las *controversias sobre estilos*. Del mismo modo, la imagen de los estratos ayuda a comprender la relación mutua entre contexto social, presuposiciones de trasfondo y la formación de los estilos. También permite visualizar diferentes niveles de condiciones de posibilidad que juegan algún papel en la formación y aceptación del estilo, así como la forma en que los estilos se profundizan y se convierten ellos mismos en condiciones de posibilidad.

Herramienta de análisis para controversias sobre estilos

A partir de estos conceptos que acabamos de mostrar queremos proponer una herramienta que facilitará el análisis de las *controversias sobre estilos*. En primer lugar, vamos a presentar un esquema de tres niveles de estratos en los que es posible ver cómo la emergencia de los estilos se relaciona con los contextos propios de cada época, al tiempo que se evidencia su propia influencia en las disciplinas científicas y los diferentes elementos que las componen (métodos, teorías, objetos, etc.) (figura 1). En segundo lugar, presentaremos un esquema que permite dar una mirada más detallada a la forma en que los estilos adquieren diferentes grados

de *sedimentación* de acuerdo con diferentes niveles de profundidad (figura 2). Para caracterizar cada nivel, hemos tenido en cuenta la clasificación que hace Baltas de las presuposiciones de trasfondo, dado que las características de dichas presuposiciones son idóneas para explicar las dinámicas de *sedimentación* de los estilos. Como mencionamos rápidamente en la introducción, Baltas distingue cuatro niveles de presuposiciones: *presuposiciones constitutivas* (en el nivel más profundo o ciegamente aceptado); por encima de estas se encuentran las presuposiciones *interpretativas*; en un nivel superior encontramos las presuposiciones de *participación* y, finalmente, en la parte más superficial, están las presuposiciones de *preferencia*. Más adelante veremos cómo se articulan estos niveles con la sedimentación de los estilos.

De una forma más global, en la figura 1, los estratos están agrupados en tres niveles, cuya profundidad depende de la relevancia entre las condiciones de posibilidad y lo que emerge de estas condiciones. Cuanto más relevante es un estrato para el desarrollo o sostenimiento de otro conjunto de estratos, más profundo es su nivel.

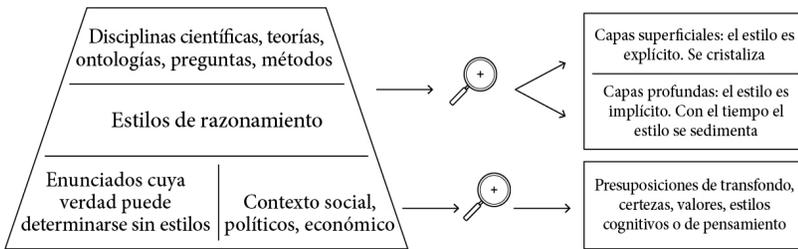


FIGURA 1. Niveles de estratos

Obsérvese que en el nivel más profundo (izquierda de la figura 1) hay todo un conjunto de enunciados –i. e. candidatos a verdadero o falso– que no dependen de un estilo de razonamiento para tener sentido. En palabras de Hacking,

[p]odemos saber bastante sin mucha especulación, razonamiento o reordenamiento activo o intervención sobre el mundo. Esto significa: no necesitamos *ningún* estilo de razonamiento para descubrir muchas cosas, porque no necesitamos, literalmente, razonar. Podemos sencillamente ir y mirar, y descubrir si algunos enunciados en efecto corresponden con cómo es el mundo. (1992a 133)

Dichas proposiciones sobre el mundo son, a su vez, las condiciones sobre las cuales pueden emerger maneras particulares de razonar y responder frente a situaciones problemáticas, cuyas soluciones demandan

algo diferente de solo “ir y mirar”. Junto a estas proposiciones también encontramos el contexto social, político y económico, y todo lo que pueda ser considerado como condición de posibilidad para la emergencia de situaciones problemáticas y preguntas.

A partir de este nivel, pueden emerger los estilos (nivel intermedio) que posibilitan, a su vez, prácticas, métodos, disciplinas, teorías y ontologías para afrontar dichos problemas y preguntas (nivel superficial). Cuando los elementos que están en la base hacen posible la emergencia de nuevos estilos de razonamiento, se produce la *cristalización* de un estilo en una comunidad científica determinada. Más adelante, el segundo esquema (figura 2) mostrará cómo es el proceso de desarrollo y asimilación de los estilos a través de diferentes niveles. Así como los estilos son posibles gracias a los estratos más profundos, ellos mismos son condiciones de posibilidad para la aparición de ciertas proposiciones que pasarán a considerarse como científicas en la medida en que el estilo cobre autonomía. Es importante subrayar aquí que no se trata de una teoría causal sobre la emergencia de los estilos. Es decir, los estilos no son causados por la capa más profunda, pero son posibles gracias a ella, y si las condiciones de posibilidad desaparecen antes de que el estilo cobre autonomía, entonces el estilo, sus proposiciones, preguntas, métodos y objetos también desaparecerán. Sin las condiciones establecidas en la base el estilo no sería posible; pero su surgimiento no es necesario, sino puramente contingente.

Si hacemos un acercamiento al interior de cada uno de estos niveles, es posible identificar otros elementos y estratos adicionales (derecha de la figura 1). La base contiene lo que podríamos llamar *formas de vida o certezas* (cf. Wittgenstein), *presuposiciones metafísicas* (cf. Collingwood), y *valores* de las comunidades científicas y de la sociedad de la época. En ese orden de ideas, este nivel contiene las condiciones de posibilidad más básicas que otorgan sentido a la construcción de una visión de mundo. Es importante aclarar que el carácter “básico” de estas condiciones no significa que son “incuestionables” o “inamovibles”. Son básicas en tanto que posibilitan, pero pueden transformarse, ser discutidas u incluso olvidadas, así sea lentamente. Justo por encima de ellas, en el nivel donde se ubican los estilos de razonamiento, encontramos otros estratos que se organizan según el *estado de sedimentación* del estilo. La figura 2 permite visualizar estos distintos grados de sedimentación.

A diferencia del esquema anterior, la figura 2 hace énfasis en el desarrollo *diacrónico* de los estratos y permite identificar las diferentes etapas de desarrollo de los estilos a través del tiempo. Utilizando las categorías de Baltas, queremos mostrar cómo, en la evolución de un estilo de razonamiento, este puede atravesar los diferentes niveles de presuposiciones de trasfondo, lo cual tiene un efecto importante en la

dinámica de las *controversias sobre estilos*. La figura 2, entonces, facilita la identificación del estado de evolución del estilo con miras a esclarecer el tipo de controversias predominantes en cada nivel. Vale decir que, si en algunos de los estadios de sedimentación el estilo es rechazado por la comunidad, las controversias de los siguientes niveles no tendrán lugar.

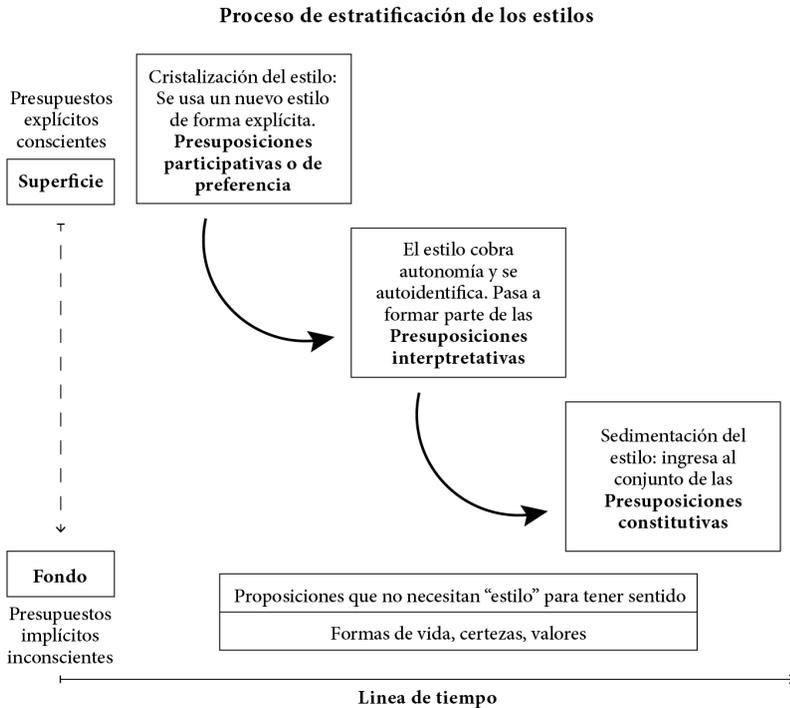


FIGURA 2. Estratificación de los estilos

En la figura 2 encontramos dos dimensiones: una obedece al grado de sedimentación de los diferentes estilos y presuposiciones –dimensión vertical– y la otra muestra de forma diacrónica cómo el grado de sedimentación se profundiza a lo largo del tiempo –dimensión horizontal–. Esto quiere decir que, para que un estrato pase de un nivel superior a uno inferior, es necesario que transcurra un periodo de tiempo que puede ser mayor o menor dependiendo del conjunto de condiciones de posibilidad en las que se inserte el estilo y sus controversias asociadas. En el fondo encontramos, como habíamos señalado en la figura 1, los enunciados que no necesitan un estilo de razonamiento, las formas de vida, las certezas, los valores y las presuposiciones metafísicas subyacentes. Como se puede ver, estos elementos se mantienen relativamente estables a través del tiempo y cambian lentamente. Adicionalmente,

también hacen parte de esta base de condiciones de posibilidad el contexto social, político y económico, que tiene sus propios ritmos de cambio.

Por encima de esto, encontramos los niveles en los cuales los estilos pueden sedimentarse. De arriba hacia abajo vemos lo siguiente. En el nivel más superficial, vemos los presupuestos más explícitos, es decir, aquellos que son adoptados conscientemente por algunos miembros de la comunidad científica –i. e. las presuposiciones de preferencia y las participativas–. En el marco de estas presuposiciones se da la cristalización de los estilos, en la que ciertos métodos, prácticas y preguntas entran a formar parte del estándar en comunidades científicas determinadas. Este cambio se da de forma explícita y generalmente mediado por múltiples controversias *superficiales* (cf. Baltas) que se desatan en diferentes frentes, principalmente asociadas a la legitimidad o la viabilidad del uso del estilo. Lo interesante en este punto es que, de acuerdo con la imagen de los estratos, si bien algunos desacuerdos causados por la introducción de un nuevo estilo pueden considerarse resueltos en este nivel, en la medida en que el estilo se sedimenta, los desacuerdos iniciales pueden transformarse en controversias cada vez más *profundas*.

Una vez que los estilos se cristalizan, las controversias iniciales sobre la legitimidad de su uso comienzan a desatar controversias de corte más epistémico. Esto sucede porque el estilo empieza a usarse para plantear enfoques teóricos que expliquen conjuntos cada vez más amplios de fenómenos, o se usa para plantear preguntas antiguas con nuevas formas y nuevos métodos. La generalización del estilo exige, entonces, que se construya una interpretación coherente del mundo en la que el nuevo estilo pueda jugar un papel en la construcción de nuevo conocimiento. Así es como el estilo se autoautentifica y cobra autonomía, pasando a niveles más profundos. Por esta razón, el siguiente nivel en los grados de asimilación de los estilos pertenece a las presuposiciones *interpretativas*, pues se convierten en parte de un suelo más sólido sobre el cual se pueden interpretar conjuntos o sistemas cada vez más amplios de fenómenos, y por eso se convierten en una herramienta para comprender el mundo. El tiempo que dure este nuevo estado de sedimentación depende de cada estilo y de cada disciplina, pues puede suceder que un estilo ya aceptado en una disciplina y por una comunidad científica particular no sea aceptado en principio por otra comunidad que se dedica a otra disciplina. Esto depende de los cambios en las condiciones de posibilidad dadas en la base.

El proceso de autoautenticación del estilo pasa por su aceptación en comunidades cada vez más amplias, hasta que logra independizarse de las condiciones de emergencia. Lo más particular de este nivel es que, como dijimos antes, las controversias que pueden desarrollarse alrededor de su implementación obedecen más a discusiones de tipo

epistémico: se discute principalmente el significado de los elementos novedosos que el estilo introduce. Ya el asunto de la legitimidad del estilo ha sido zanjado. La comunidad o diferentes comunidades están de acuerdo en la utilidad y adecuación del uso del estilo en ciertas explicaciones. Ahora lo que se debe resolver es cuál es su capacidad para ampliar el campo de fenómenos que pueden interpretarse a través de él y cómo este produce efectivamente nuevo conocimiento en cada campo. En este punto, los actores en disputa deben resolver el problema de cómo es la estructura conceptual del mundo a través de la mirada del nuevo estilo.

Finalmente, con el uso prolongado de un estilo de razonamiento, las comunidades pioneras en su uso terminarán adoptándolo de forma tácita, y así el estilo pasa a ser parte del estrato de las presuposiciones *constitutivas*. Las discusiones y controversias que se desataron en el proceso de cristalización del estilo se disuelven o se resuelven, así como las discusiones acerca de su significado. El estilo cobra completa autonomía, pero antes de hacerlo puede pasar por una serie de controversias *profundas*. En este nivel las discusiones pasan a tener un carácter más ontológico. Lo que deben resolver los actores de estas controversias es hasta qué punto el mundo –la realidad– es como el estilo de razonamiento propone. Ya nadie se pregunta por las razones por las cuales el estilo constituye un estándar para las comunidades científicas. Por el contrario, empieza a defenderse como la forma correcta de hacer ciencia. En palabras de Hacking,

[l]o que una vez fueron *arenas movedizas* se convirtió en lo que se experimenta como *la razón correcta y dura como una roca* [...] El sedimento, endurecido durante mucho tiempo por grandes presiones en la roca, es una colección de logros fundamentados en el ingenio humano, las propensiones innatas y la interacción con todo. Como cualquier depósito sedimentario, puede sufrir cambios radicales en el futuro, pero no se puede deshacer. (Hacking 2012 600, énfasis agregado).

En este nivel de sedimentación, los estilos pasan a ser presuposiciones constitutivas, pues determinan la identidad de las prácticas científicas y del mundo, y se convierten en presuposiciones tácitas, extendidas y generalizadas en muchos ámbitos de la ciencia. Con la cristalización, cambian los compromisos ontológicos de la comunidad, y los objetos introducidos por el estilo dejan de ser solo herramientas o conceptos. Ahora bien, lo interesante de todo esto, como ya lo hemos señalado, es que, aunque los estilos van ocupando estratos cada vez más profundos y, por tanto, tácitos, ello no quiere decir que no puedan abandonarse en algún momento. Como señala Hacking en la cita anterior, eso que se experimenta “como la razón dura como una roca [...]”

puede sufrir cambios radicales en el futuro” (2012 600). No hay ninguna garantía de que las presuposiciones que se asumen inconscientemente, en determinadas comunidades científicas, sigan permaneciendo inconscientes. Lo que sí se debe resaltar es que, cuanto más sedimentado esté un estilo, más aparatoso será el cambio si la comunidad decide ponerlo en duda. Más aún, cuanto más profundo es el estrato, más difícil será que el estilo llegue a generar nuevos desacuerdos.

Hasta aquí hemos mostrado cómo es posible integrar la noción de estilo de razonamiento con la imagen de los estratos para caracterizar las *controversias sobre estilos*, las cuales pueden cambiar en el tiempo y abarcar diferentes niveles de profundidad. Veamos a continuación el ejemplo de la *controversia cuántica* entendida como una *controversia sobre estilos*, derivada de la introducción del estilo estadístico en la física. A través del ejemplo será más fácil entender cómo se transforman las controversias desde los niveles más superficiales hasta los más profundos.

Controversia cuántica: una controversia sobre el estilo estadístico en la física

Veamos, a modo de ejemplo, el caso de la sedimentación del estilo estadístico en la física y algunas de las controversias que aparecieron, como consecuencia, durante la segunda mitad del siglo XIX y la primera del siglo XX. Aunque pueden encontrarse ejemplos de la continuación de este proceso en la actualidad, para ilustrar nuestro modelo vamos a limitarnos a este periodo. Si bien la *crystalización* del estilo estadístico se produjo –según Hacking (cf. 1975 1, 57, 176)– en la segunda mitad del siglo XVII a partir de la postulación de la teoría de la probabilidad por parte de Pascal, la aplicación más relevante de estos métodos en la física no se llevó a cabo sino hasta la formulación estadística de la segunda ley de la termodinámica por parte de Maxwell y Boltzmann (1861-1866).

Usando los esquemas de análisis, veremos entonces tres niveles de sedimentación del estilo, así como las condiciones de posibilidad subyacentes, correspondientes a las presuposiciones que hemos tomado de la taxonomía de Baltas: i) una parte más superficial de *crystalización* del estilo en la física, correspondiente a las presuposiciones de *preferencia o participación*, y que se ilustra con el desarrollo de la estadística Maxwell-Boltzmann; ii) un proceso intermedio, correspondiente a las presuposiciones *interpretativas* y que abarca la expansión del uso de los métodos estadísticos a diferentes fenómenos del dominio cuántico; iii) una etapa más profunda, relativa a las presuposiciones *constitutivas* y que se ilustra con la adopción del principio de indeterminación y la interpretación probabilista de la función de onda; iv) las condiciones de posibilidad subyacentes en las que sobre todo haremos una descripción

muy sucinta de algunos elementos del contexto sociopolítico de la época. De acuerdo con la herramienta de análisis propuesta, la sedimentación del estilo estadístico en la física se vería como se muestra en la figura 3.

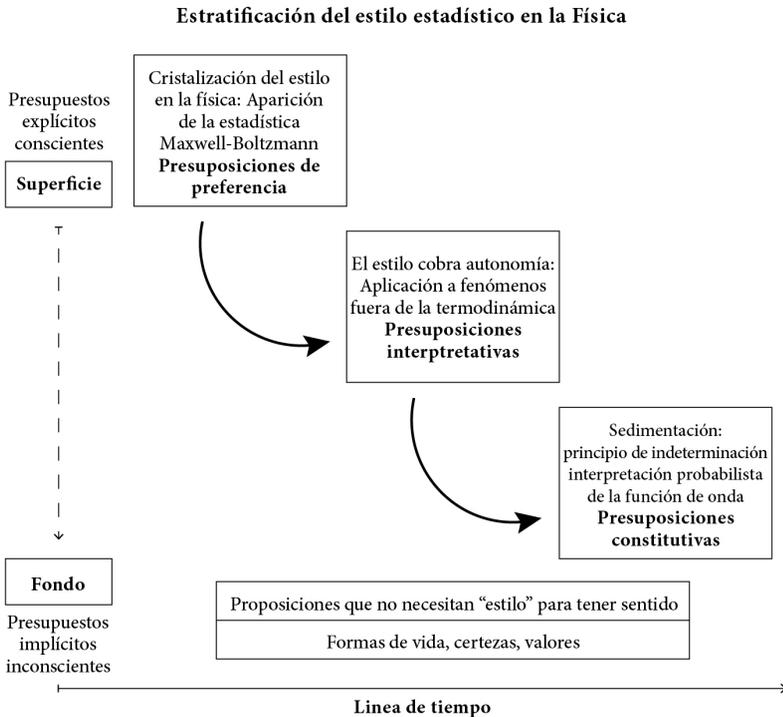


FIGURA 3. Estratificación del estilo estadístico

Etapa de las presuposiciones de preferencia o participación

En este primer nivel, el estilo estadístico es introducido como un método novedoso en la física. Al comienzo es solo una herramienta de cálculo útil para hacer predicciones sobre el estado de los sistemas termodinámicos. La introducción de este estilo implicó la introducción de nuevos objetos –la colectividad o *ensemble*–, la introducción de nuevas formas de explicación –la explicación estadística–, así como la introducción de nuevos métodos –el cálculo de probabilidades–. La decisión de introducir esta nueva herramienta por parte de Maxwell y Boltzmann debe ser considerada dentro de las *presuposiciones de preferencia o participación*, pues se trata de una decisión consciente y explícita de introducir un nuevo estilo dentro de un programa de investigación que aún no lo había utilizado. Durante el tiempo que duró este desarrollo –la primera formulación de Maxwell es de 1861 y

la versión final de la ley de distribución de Maxwell-Boltzmann es de 1877– y aún durante algunos años después –aproximadamente hasta 1895–, la comunidad científica discutió la pertinencia de adoptar este nuevo método. Las controversias que se desarrollaron durante esta primera etapa giraron alrededor de la legitimidad de esta herramienta para calcular el estado de un sistema termodinámico. La mecánica clásica usa herramientas de cálculo que permiten una relación de correspondencia uno a uno respecto a las causas de los fenómenos de los cuales pretende hacer predicciones, de ahí deriva la idea de necesidad y causalidad de la ley mecánica. En cambio, la ley estadística predice una tendencia, una inclinación del sistema como *colectividad* hacia ciertos comportamientos probables. Este cambio en la forma de calcular implicó, entonces, cambios en la forma de explicar, y esta diferencia y sus consecuencias se fueron desvelando en la medida en que las controversias se profundizaron.

Controversias tales como las que se dieron en torno de la irreversibilidad y la interpretación de los resultados probabilísticos en la mecánica fueron algunas de las más relevantes (cf. Brush 1976b; Lombardi; Kuhn). El desarrollo de estas controversias tuvo profundas consecuencias con la aceptación de nuevas formas de explicación de los fenómenos mecánicos. Es así como los temas de debate se mueven hacia estratos más profundos. Las primeras menciones sobre una interpretación puramente probabilista de la segunda ley aparecen en Boltzmann en 1877, en la respuesta a las objeciones que Loschmidt había planteado a su artículo de 1876. En esta respuesta hay un cambio respecto de las explicaciones cinéticas usuales: el comportamiento de las moléculas de un gas solía explicarse a partir de mecanismos de colisión entre ellas; el nuevo enfoque de Boltzmann recurre a la probabilidad de configuración de una cierta distribución de las moléculas. Con esto descarta la explicación mecánica y adopta una nueva forma de explicación puramente estadística. Las consecuencias de esto fueron profundas en la comprensión de la noción de causalidad ligada a la idea de necesidad, pues con la explicación estadística no puede hacerse un seguimiento unívoco de las causas eficientes, solo puede predecirse el estado más probable del sistema. Este precedente impactó la convicción de la comunidad en la posibilidad de tener teorías deterministas para la explicación de los fenómenos mecánicos.

Este periodo de fuertes controversias sobre la ley de distribución Maxwell-Boltzmann –1877-1895– se corresponde con la etapa de desarrollo del estilo estadístico que Hacking llamó *autonomía de la ley estadística* (cf. 1992a). En este periodo, la comunidad científica discutió y acordó adoptar la explicación estadística de la segunda ley como genuina de la física, y esta pasó a ser una forma más de interpretación

para los fenómenos termodinámicos. Sin embargo, con el tiempo, esta forma de explicación se fue aplicando a nuevos fenómenos, con lo que el estilo abandona la superficie y su estatus de *preferencia o participación* comienza a adentrarse en el nivel de la *interpretación*.

Etapas de las presuposiciones interpretativas

La primera aplicación de la ley estadística fuera del ámbito de la termodinámica la hizo Planck, quien aplicó la ley de distribución Maxwell-Boltzmann a la teoría de la radiación. Algunos años después, Einstein propuso nuevas aplicaciones para el movimiento browniano y para lo que hoy llamamos el efecto fotoeléctrico. La aplicación de la mecánica estadística a estos nuevos fenómenos no estuvo exenta de controversias. En cada caso, fue necesario rellenar los vacíos que surgieron como consecuencia de la introducción de nuevos objetos, nuevas proposiciones y nuevos modos de explicación. Las discusiones en esta etapa se dirigieron paulatinamente hacia el *significado* de los resultados probabilísticos en cada uno de estos fenómenos y hacia sus consecuencias explicativas. Como en esta etapa la asimilación del estilo por parte de la comunidad se dio en el nivel intermedio, se hizo cada vez más importante el rol interpretativo; en otras palabras, la explicación estadística se hizo cada vez más necesaria. Esta etapa presentó múltiples desacuerdos al interior de la comunidad: entre 1895 y 1912 –aproximadamente– se discutió la teoría del cuerpo negro y se depuró la noción de discontinuidad cuántica; dentro de estas controversias se discutió la hipótesis atómica, la estructura de la materia y la naturaleza ondulatoria o corpuscular de la luz (*cf.* Kuhn). También, una vez que la comunidad científica aceptó ciertas mediciones como evidencia de la existencia del átomo, se centralizó la discusión en la estructura atómica y el significado de las diferentes formulaciones que se plantearon para su descripción. En la medida en que estas discusiones se fueron desarrollando, las nociones de determinismo, causalidad y necesidad –que constituían el fondo “duro como la roca” de la interpretación mecanicista del mundo– fueron puestas en duda y, dado el carácter interpretativo que tiene en este nivel el estilo estadístico, la comunidad terminó por aceptar las limitaciones epistémicas del determinismo derivadas del cálculo de probabilidades.

Por esta razón una de las consecuencias de este proceso fue la renuncia al determinismo epistémico. Este concepto tan arraigado en la tradición científica ocupó, durante varios siglos, el nivel de las presuposiciones constitutivas. Sin embargo, la cristalización del estilo estadístico detonó un proceso de *erosión* –como lo llama Hacking– de esta noción tan sedimentada (*cf.* 1990). Fue la confluencia de diferentes condiciones de posibilidad las que condujeron a que se cambiara el determinismo de la mecánica clásica por las regularidades estadísticas.

Etapa de las presuposiciones constitutivas

La siguiente etapa en este proceso se da con la fusión del estilo estadístico y el estilo del modelado hipotético.³ Durante este periodo aparece la estadística Bose-Einstein que introduce una forma diferente de contar estadísticamente respecto a su antecesora, la estadística Maxwell-Boltzmann. En esta nueva estadística la noción de individuo se desdibuja aún más dando completa prioridad a la *colectividad* como elemento base de la realidad (cf. Monaldi). Más tarde aparecen las primeras formulaciones completas de la mecánica cuántica: la Mecánica Matricial, la Mecánica Ondulatoria y la Formulación de Dirac. La aparición de las dos primeras formulaciones introdujo un giro hacia el realismo en las controversias que se habían venido desarrollando, especialmente en la discusión sobre el determinismo. Cada una de estas formulaciones implicaba unos compromisos ontológicos incompatibles entre las dos versiones. Esto quiere decir que quienes aceptaban un formalismo necesariamente debían rechazar los presupuestos del otro, lo que condujo al surgimiento de nuevos enfrentamientos en la comunidad científica. Sin embargo, ambos formalismos tenían el mismo éxito predictivo para los mismos fenómenos. Lo que agudizó el debate sobre el realismo: ¿cómo puede decidirse cuál de los dos mundos descritos en estos formalismos era el mundo real? Este giro hacia el realismo se profundizó debido al uso generalizado de la mecánica estadística. Esto llevó a que no solo se limitara su uso para dar explicaciones probabilísticas de los fenómenos, sino que también se empezó a concebir la probabilidad como una analogía genuina de la realidad. En este sentido, la probabilidad se convirtió en un elemento constitutivo de los fenómenos que explica.

Con la formulación de la indeterminación como *principio*, y la ecuación de Schrödinger en la que el cuadrado de las amplitudes de onda se interpretó como densidad de probabilidad, se dio el paso que llevó al estilo estadístico al nivel de las presuposiciones constitutivas. Las principales controversias en este punto giraron en torno al significado del indeterminismo como principio fundamental de la teoría cuántica y sus implicaciones en la descripción cuántica del mundo, así como el significado de la función de onda en su interpretación probabilística y sus consecuencias para el realismo de la teoría. Estas discusiones necesariamente tuvieron un matiz realista: ¿es el mundo intrínsecamente probabilístico? ¿Existe un azar subyacente y fundamental a todos los fenómenos? Las discusiones que se desarrollaron en

.....
3 En este estilo prima la postulación de modelos por analogía para dar cuenta de los fenómenos. Estos modelos pueden ser matemáticos, geométricos o de otra índole. Un ejemplo paradigmático del uso de este estilo es Kepler (cf. Cardona).

el *v Congreso Solvay* (1927) alrededor de estos temas dejaron claro que la necesidad de introducir un principio de indeterminación trascendía la visión de un indeterminismo epistémico. Los partidarios de la interpretación estándar de la mecánica cuántica se limitaron a decir que no era función de la física el decidir sobre estas implicaciones realistas del indeterminismo o de la probabilidad. Sin embargo, el azar se instaló en la base de los fenómenos cuánticos.

Con el consenso logrado por la comunidad científica en el *v Congreso Solvay*, muchas de estas discusiones se consideraron resueltas. Con todo, después de varias décadas, las preguntas que habían quedado planteadas volvieron a surgir con nuevos argumentos. Por esta razón, no podemos afirmar que el estilo estadístico en la física haya logrado una sedimentación completa en la capa de las presuposiciones constitutivas, pues sigue generando desacuerdos en algunos puntos –como la controversia sobre mediciones débiles–, pero sí podemos afirmar que muchas de sus consecuencias ya son parte del nivel de las presuposiciones constitutivas de la ciencia actual.

Condiciones de posibilidad subyacentes

Finalmente, de acuerdo con la propuesta presentada, encontramos el nivel más profundo que está a la base de los estilos. Esta capa presenta una configuración, durante este periodo, en la que el contexto social, político y económico juega un papel muy importante. La complejidad de los procesos sociales, culturales y políticos que se desencadenaron en este tiempo tuvieron un fuerte impacto en el desarrollo del estilo y en el curso que tomaron las controversias vigentes. Con el surgimiento de la macrociencia, las prácticas científicas cambiaron considerablemente: aumentó el número de investigadores en cada programa de investigación, aumentó la colaboración internacional y cambiaron los tiempos de desarrollo de las investigaciones, así como los estándares de la comunidad. Esto impactó fuertemente sobre los estratos de las presuposiciones participativas. El aumento en la financiación de programas específicos, ya fueran de interés estatal o comercial, dirigió la atención a problemas muy concretos que tuvieron un fuerte impacto en el desarrollo de estas controversias, como lo fueron los problemas de la interacción radiación-materia y la estructura atómica. Por otro lado, las dos guerras mundiales volcaron los intereses de investigación hacia temas militares, lo que condicionó las capas más superficiales de los estratos de preferencia. Todo esto además tuvo un impacto en los valores, las formas de vida y las certezas. Pero haría falta un estudio más profundo para mostrar esta compleja relación. Al respecto, los estudios de Forman (cf. 1971), Brush (cf. 1976a), Schroeder-Godehus (cf. 1978) o Sánchez-Ron (cf. 2001), entre otros, pueden ser muy ilustrativos.

Conclusiones

En este artículo presentamos la categoría de *controversias sobre estilos* y ofrecemos una herramienta de análisis para identificar distintos *estratos* en el transcurso de su desarrollo. Las controversias sobre estilos tienen una estructura que presenta diferentes velocidades de cambio: mientras que unos elementos cambian rápidamente –en los estratos más superficiales–, otros se transforman más despacio –estratos intermedios– y algunos pueden permanecer inalterados durante el tiempo que duran las controversias. Asimismo, esta herramienta permite ver la forma en que evolucionan y surgen distintos tipos de subcontroversias asociadas a los múltiples niveles.

Si bien las controversias sobre estilos ya habían sido identificadas en la literatura, no existen categorías previas que permitan dar cuenta de la evolución de este tipo de controversias. Lo que mostramos aquí es que el enfoque de la historia por estratos, junto con el concepto de *estilos de razonamiento*, resulta sumamente enriquecedor. La imagen de los estratos favorece la comprensión del cambio conceptual en la medida en que permite identificar las relaciones entre diferentes condiciones de posibilidad y el surgimiento de ciertos conceptos y prácticas. Al aplicar esta visión al estudio de las controversias científicas, podemos identificar también cómo estos elementos juegan un papel en el desarrollo y posterior resolución de desacuerdos científicos.

Finalmente, hemos ofrecido un ejemplo de cómo la herramienta puede utilizarse para estudiar la *controversia cuántica* como un caso de una controversia sobre el estilo estadístico en la física y mostrar cómo esta ha evolucionado según los diversos estratos. Creemos que nuestra propuesta será útil para aproximarse a controversias cuya duración ha sido persistente en el tiempo y donde la dinámica de la discusión ha cobrado múltiples matices en distintos momentos de su desarrollo. En el ejemplo se evidencia cómo el concepto de *determinismo* y la percepción de la *probabilidad* sufren diferentes cambios en la medida en que el estilo de razonamiento estadístico se sedimenta. Se observa el cambio conceptual asociado a cada nivel de estratificación y las consecuencias en la configuración de los fenómenos y de la realidad misma.

Bibliografía

- Baltas, Aristides. "Classifying Scientific Controversies." *Scientific Controversies: Philosophical and Historical Perspectives*. Edited by Peter K. Machamer et al. Oxford University Press, 2000. 40-50.
- Boltzmann, Ludwig. "On the Relation of a General Mechanical Theorem to the Second Law of Thermodynamics [1877]." *The Kinetic Theory of Gases*. Translated by Stephen G. Brush. Imperial College Press, 2003.
- Boon, Mieke. "Two Styles of Reasoning in Scientific Practices: Experimental and Mathematical Traditions." *International Studies in the Philosophy of Science* 25.3 (2011): 255-278.
- Braudel, Fernand. *The Mediterranean and the Mediterranean World in the Age of Philip II*. Translated by Sian Reynolds. Harper & Row, 1972.
- Brush, Stephen George. "Irreversibility and Indeterminism: Fourier to Heisenberg." *Journal of the History of Ideas* 37.4 (1976a): 603.
- Brush, Stephen George. *The Kind of Motion We Call Heat: A History of the Kinetic Theory of Gases in the 19th Century*. North-Holland Publishing Company, 1976b.
- Cardona, Carlos Alberto. "Kepler: Analogies in the Search for the Law of Refraction." *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 59 (2016): 22-35.
- Collingwood, Robin G. *An Essay on Metaphysics [1940]*. Clarendon Press, 2004.
- Cotgrove, Stephen. "Styles of thought: science, romanticism and modernization." *British Journal of Sociology* 29.3 (1978): 358-371.
- Cremaschi, Sergio and Dascal, Marcelo. "Malthus and Ricardo: Two Styles for Economic Theory." *Science in Context* 11.2 (1998): 229-254.
- Crombie, Alistair C. *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition: The History of Argument and Explanation, Especially in the Mathematical and Biomedical Sciences and Arts*. Gerald Duckworth & Company, 1994.
- Elwick, James. "Layered history: Styles of reasoning as stratified conditions of possibility." *Studies in History and Philosophy of Science* 43 (2012): 612-627.
- Fleck, Ludwik. *Genesis and Development of a Scientific Fact*. Edited by Robert K. Merton and Thaddeus J. Trenn. Translated by Thaddeus J. Trenn and Fred Bradley. University of Chicago Press, 1979.
- Forman, Paul. "Weimar Culture, Causality, and Quantum Theory, 1918-1927: Adaptation by German Physicists and Mathematicians to a Hostile Intellectual Environment." *Historical Studies in the Physical Sciences* 3 (1971): 1-115.
- Fujimura, Joan H. and Chou, Danny. "Dissent in Science: Styles of Scientific Practice and the Controversy over the Cause of AIDS." *Social Science & Medicine* 38.8 (1994): 1017-1136.
- Galison, Peter. *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*. University of Chicago Press, 1997.
- Gutiérrez, Juliana. "Hermann von Helmholtz, Ewald Hering and Color Vision: A Controversy over Styles of Reasoning?" *Manuscrito* 44.1 (2021): 37-97.

- Hacking, Ian. *The Emergence of Probability: A Philosophical Study of Early Ideas about Probability, Induction and Statistical Inference*. Cambridge University Press, 1975.
- Hacking, Ian. "Language, Truth and Reason." *Rationality and Relativism*. Edited by Martin Hollis and Steven Lukes. The Massachusetts Institute of Technology Press, 1982.
- Hacking, Ian. *The Taming of Chance*. Cambridge University Press, 1990.
- Hacking, Ian. "Statistical Language, Statistical Truth, and Statistical Reason: The Self-Authentication of a Style of Scientific Reasoning." *The Social Dimensions of Science*. Edited by Ernan McMullin. University of Notre Dame Press, 1992a. 130-157.
- Hacking, Ian. "Style for historians and philosophers." *Studies in History and Philosophy of Science* 23.1 (1992b): 1-20.
- Hacking, Ian. "'Language, Truth and Reason' 30 years later." *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 43.4 (2012): 599-609.
- Jardine, Nicholas. *The Scenes of Inquiry: On the Reality of Questions in the Sciences*. Clarendon Press, 2000.
- Kuhn, Thomas. *La teoría del cuerpo negro y la discontinuidad cuántica, 1894-1912*. Traducido por Miguel Paredes Larrueca. Alianza Editorial, 1978.
- Lloyd, Geoffrey and Sivin, Nathan. *The Way and the World: Science and Medicine in Early China and Greece*. Yale University Press, 2002.
- Lombardi, Olimpia. "El problema de la irreversibilidad, de Fourier a la teoría del caos." *Espacios controversiales: hacia un modelo de cambio filosófico y científico*. Editado por Oscar Nudler. Miño y Dávila, 2009. 129-161.
- Loschmidt, Johann Josef. "Über den Zustand des Wärmegleichgewichtes eines Systems von Körpern mit Rücksicht auf die Schwerkraft." *Kais. Akad. Wiss. Wien, Math. Naturwiss* 73 (1876): 128-142.
- McMullin, Ernan. "Scientific controversy and its termination." *Scientific controversies: Case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology*. Edited by H. Tristram Engelhardt and Arthur L. Caplan. Cambridge University Press, 1987. 49-92.
- Monaldi, Daniela. "The Statistical Style of Reasoning and the Invention of Bose-Einstein Statistics." *Berichte Zur Wissenschaftsgeschichte* 42.4 (2019): 307-337.
- Pickstone, John V. "Ways of knowing: Towards a historical sociology of science, technology and medicine." *The British Journal for the History of Science*, 26 (1993): 433-458.
- Sánchez-Ron, José Manuel. *Historia de la física cuántica*. Crítica, 2001.
- Schroeder-Gudehus, Brigitte. *Les Scientifiques et La Paix: La Communauté Scientifique Internationale Au Cours Des Années 20*. Presses de l'Université de Montreal, 1978.
- Shapin, Steven and Schaffer, Simon. *Leviathan and the Air-pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*. Princeton University Press, 1985.
- Wittgenstein, Ludwig. *Sobre la certeza [1969]*. Editado por Elizabeth Anscombe y Georg Henrik von Wright. Traducido por Josep Lluís Prades y Vicente Raga. Gedisa, 2000.