

Sobre la estética en la ciencia

Compiladora

JUDITH WECHSLER

Dpto. de Lingüística General
y Teoría de la Literatura

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

GRANADA

Nº Documento 56.195

Nº Copia 56.709



FONDO DE CULTURA ECONÓMICA

MÉXICO

BIBLIOTECA DE LA
FACULTAD DE LETRAS
GRANADA

Traducción de

DAVID HUERTA y PALOMA VILLEGAS

INTRODUCCIÓN

La sensibilidad estética desempeña el papel de un delicado tamiz.

HENRI POINCARÉ

LOS CIENTÍFICOS emplean, al hablar de su propio trabajo y el de otros científicos, los términos "belleza", "elegancia" y "economía" con la euforia elogiosa más característicamente aplicada a la pintura, la música y la poesía. O bien, tenemos esa exclamación de reconocimiento, ese *¡Ajá!* que acompaña al descubrimiento de una relación o realización inesperada pero decididamente acertada, tanto en el arte como en la ciencia. Éstos son epítetos originados por la sensación de lo "adecuado", de que se ha encontrado la expresión más apropiada, evocativa y coherente para una realidad hasta entonces inarticulada y no percibida, pero sentida de manera intensa y activamente explorada. El formalismo o el modelo correcto que "captura" esta realidad parece casi mágico en su poder. Tanto el arte como la ciencia evocan lo que antes era inefable al hacer las ideas y los conceptos claros, convincentes y manipulables.

Heisenberg recuerda haber comentado con Einstein la impresión de reconocimiento que asocia con la experiencia estética:

Puede usted objetar que al hablar de la simplicidad y la belleza estoy introduciendo criterios estéticos de verdad, y con franqueza admito que me siento fuertemente atraído por la simplicidad y belleza de los esquemas matemáticos que la naturaleza nos presenta. Debe haber sentido esto usted también: la casi aterradora simplicidad y totalidad de las relaciones, que la naturaleza repentinamente despliega ante nosotros [...].¹

DEFINICIÓN

Pero el papel del juicio estético rara vez se menciona en el *corpus* de la ciencia y de las matemáticas.

Sin embargo, cuando los científicos reflexionan sobre su trabajo o sobre el desarrollo de los conceptos y las teorías que los exponen, es evidente que la intuición y la estética guían su sentido de "es así como tiene que ser", su sentido del acierto.

Es casi demasiado obvio decir que si uno cree que la ciencia tiene una relación singular y exclusiva con la realidad y supone que ésta es sinónimo de verdad, entonces la idea de una estética del juicio o conocimiento científico puede parecer caprichosa o marginal. Uno puede aun considerar los productos de la ciencia como bellos (la verdad es equiparable a la belleza). Pero si se considera que la ciencia intenta aproximarse a la realidad, que

¹ Werner Heisenberg, *Physics and Beyond*. Ed. Harper and Row, Nueva York, 1971, p. 68.

está sujeta a la experimentación pero no necesariamente a la verificación, entonces se cuenta con una holgura: se puede concebir que la elección de hipótesis alternativas está sujeta a factores estéticos. La teoría de Karl Popper según la cual "no es la *verificabilidad* sino la falsificabilidad de un sistema lo que ha de tomarse como criterio de demarcación", permite esa holgura. "[...] Debe ser posible que un sistema científico empírico sea refutado por la experiencia", escribe en *The Logic of Scientific Discovery* (1959).

El *Oxford English Dictionary* define la estética como "las cosas perceptibles para los sentidos; las cosas materiales" como opuestas a las "cosas pensables o inmateriales". Lo estético según esta definición puede parecer inaplicable a aquellas áreas de la ciencia cuyas operaciones parecen procesos puramente intelectuales-lógicos, formalismos matemáticos.

Kant comprendió las limitaciones de semejante definición cuando comentaba en la *Crítica de la razón pura*: "Los conceptos sin contenido factual están vacíos; los datos de los sentidos, sin conceptos, están ciegos. Los sentidos no pueden pensar. El entendimiento no puede ver. Sólo su unión puede producir el conocimiento."

Al ocuparse de "las cosas perceptibles por los sentidos", la estética entra en conflicto con las *relaciones*: estructura, contexto, esquemas, similitud/disimilitud, consonancia/disonancia. (Sobre las impresiones aisladas y simples de los sentidos la estética tiene poco que decir.) Estas relaciones,

que a veces están separadas de su "contenido factual" o su "sustrato perceptual" en la ciencia, están aún sujetas a la preferencia estética, como lo están en el arte o en la naturaleza, donde esta separación todavía no se da.

En este sentido, dice Kant, la estética es "la ciencia que se ocupa de las *condiciones* de la percepción sensible" (las cursivas son mías).

Existe en la ciencia una dicotomía entre quienes como Bohr asumen que su punto de partida y base de la verificación es la percepción por los sentidos, y quienes, como Heisenberg, creen que la percepción sensorial es una limitación innecesaria. Tal es el caso en el conflicto entre Hertz y Mach: Hertz defendía un proceso puramente intelectual en su "ciencia natural pura", mientras que Mach creía que "cada afirmación en la física ha de enunciar relaciones entre cantidades observables". Tanto la ciencia pura como la ciencia relacionada con la observación están sujetas al juicio estético. La estética de las relaciones puras atrae nuestra mente, como la música mediante las relaciones armónicas.

También la intuición, además de los juicios estéticos, opera en ambas concepciones de la ciencia. En el arte, lo mismo que en la vida, reconocemos el lugar de la estética y de la intuición, pero nos cuesta asociar estas dimensiones más tácitas con los procesos lógicos de la ciencia. Sin embargo, como observan Norbert Wiener y Arturo Rosenblueth,

La intuición de cuál será el aspecto general más importante nos da la base para seleccionar algunos de los experimentos significativos entre el número indefinido de experimentos triviales que podríamos realizar en esa etapa.

Así pues, generalizaciones considerablemente vagas y tácitas influyen en la selección inicial de datos.²

OBJETIVO

Los colaboradores de este libro sostienen unánimemente que la estética es un factor crucial en el proceso científico. Se habla de la estética en esta antología no como una disciplina filosófica, sino como un modo de discriminación y respuesta: una guía hacia la *propiedad* de una expresión científica (capítulos de Papert y Vickers).

También se asocia la estética a la visualización (Miller), la estructura (Smith), la metáfora, la imagen y la analogía (Morrison, Gruber). Se plantea la cuestión de cómo afectan las consideraciones estéticas a la forma, desarrollo y eficacia de los modelos.

La sensibilidad estética también participa en su modo apreciativo. Para la mayoría de los científicos practicantes, los criterios estéticos participan en las formas de respuesta. La estética del reconocimiento funciona cuando captamos una idea, entendemos cómo opera un principio o cómo se ha

² Arturo Rosenblueth y Norbert Wiener, "Roles of Models in Science", *Philosophy of Science*, XX, 1945, p. 317.

hallado una solución. (Todos los ensayos se ocupan de este tema.) Nuestra admiración por Copérnico o por Newton es de este orden y se puede comparar con nuestra apreciación estética de Cézanne, Bach o Milton. La ciencia también puede ser una fuente de deleite estético.

Como el arte, la estética está sujeta a estilos de época así como a estilos personales. Cambia en el tiempo, tanto en su objeto como en su lugar. Hay amplias pruebas de que se dan cambios en el estilo y el gusto científicos; en los problemas que se plantean y los métodos que se sugieren. Mientras que el sentido de lo "adecuado" puede ser intemporal, el contexto y las conexiones en que una teoría aparece por primera vez se ven afectados por los esquemas y la tradición.

En el siglo xx, la estética como apreciación de la forma se ha ampliado hasta incluir no sólo al producto sino también al proceso.

EL PROCESO

Este libro se ocupa particularmente del proceso en la ciencia: el tema sobre la creación de modelos. La obra terminada, lo mismo en la ciencia que en el arte, da evidencia de este proceso. Sin embargo, el equilibrio entre producto y proceso es distinto en la ciencia. En arte, es el cuadro, el soneto o la sonata terminados los que generalmente son objeto de nuestra crítica o apreciación. La ciencia no ofrece productos a la crítica estética en este sen-

tido; difícilmente existe un vocabulario reconocido de crítica y respuesta estéticas para la ciencia. El criterio general de "éxito" de un producto científico —una ecuación, un modelo físico o un trabajo escrito— es si funciona o no, es decir, si predice o explica. Los juicios estéticos operan en el proceso cognoscitivo por el que se llega a ese producto.

Nuestro actual interés por el proceso tiene su historia. A fines del siglo xix hubo innovaciones en las artes y las ciencias que cuestionaron la creencia en una realidad objetiva no mediada por el perceptor subjetivo. En la pintura, la crisis de la perspectiva "científica" significó el final de un modo *a priori*, establecido, de traducir la realidad a una superficie bidimensional. Cézanne afirmó la percepción subjetiva en forma de perspectivas cambiantes. Del mismo modo, en la literatura, James Joyce compuso sus novelas desde los múltiples puntos de vista de sus diversos personajes.

También en este periodo la ciencia empezó a reconocer el tamiz individual, perceptual e intelectual, en la construcción de modelos de la realidad; así por ejemplo, la defensa que hace Poincaré de la intuición o la teoría de la relatividad de Einstein. Estos desarrollos en las artes y las ciencias articularon la compleja relación fenomenológica del perceptor subjetivo y la realidad objetiva.

Ahora más que nunca atendemos al efecto del proceso en el arte y en la ciencia; nuestra época es particularmente consciente de los modos cog-

noscitivos. A partir de Freud, buscamos el contenido latente además del manifiesto. Los estudios de Piaget, Bruner y otros psicólogos del proceso cognoscitivo indican el papel que desempeñan los modelos en nuestro pensamiento. El análisis de sistemas y el arte conceptual nos preparan también para contemplar el proceso más bien que el producto.

Las predilecciones de los científicos se revelan a menudo en su elección de imágenes y metáforas. Niels Bohr, como recuerda Heisenberg, equiparaba el lenguaje de la poesía y la física:

[...] para hablar de los átomos, sólo puede usarse el lenguaje como se emplea en la poesía. También el poeta intenta más bien crear imágenes y establecer conexiones mentales que describir hechos [...] La teoría cuántica [...] nos proporciona una ilustración impresionante del hecho de que podemos entender completamente una conexión aunque sólo podamos hablar de ella en imágenes y parábolas [...].³

La estética considerada como un modo de conocimiento científico puede compararse con el punto de vista y la atención de un científico en otras áreas de la vida. Poincaré decía de los matemáticos que: "Es la naturaleza misma de su mente lo que los hace lógicos o intuitivos, y no pueden dejar de serlo cuando se enfrentan a un nuevo objeto."⁴ Werner Heisenberg y Niels Bohr se refirieron

³ Heisenberg, *op. cit.*, p. 210.

⁴ Henri Poincaré, *The Value of Science*. Dover Publications, Nueva York, 1958, p. 15. (Publicado originalmente en 1905.)

ron a menudo a estos vínculos. Gerald Holton ha examinado en la obra de Einstein la intervención de la vida personal en la ciencia.⁵

INTUICIÓN Y ESTÉTICA

Bohr, Dirac, Einstein, Heisenberg, Poincaré y otros reconocen que la intuición y el juicio estético son factores decisivos de la aceptación o el rechazo de un modelo particular.

Poincaré estaba convencido del papel de la intuición en el proceso científico.

La lógica pura nunca podría llevarnos más que a tautologías; no podría crear nada nuevo; ni puede surgir de ella ninguna ciencia. En un sentido estos filósofos tienen razón; para hacer aritmética, lo mismo que para hacer geometría, o cualquier ciencia, es necesario algo más que pura lógica. Para designar ese algo más no tenemos otra palabra que *intuición*.⁶

Poincaré va más allá y vincula la intuición a la estética:

Puede parecer sorprendente que deba hablarse de la sensibilidad en relación con las demostraciones matemáticas que, parecería, sólo pueden interesar al in-

⁵ Gerard Holton, "Mach, Einstein, and the Search for Reality", en *Thematic Origins of Scientific Thought: Kepler to Einstein*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1973.

⁶ Poincaré, *op. cit.*, p. 19.

telecto. Pero no será así si pensamos en el sentimiento de belleza matemática, de la armonía de los números y las formas y de la elegancia geométrica. Es un verdadero sentimiento estético que todos los matemáticos reconocen, y esto es ciertamente sensibilidad [...] Las combinaciones útiles son precisamente las más bellas [...].⁷

En apoyo de la confianza que Poincaré depositaba en el juicio estético, Dirac comentaba que Schrödinger no publicó su primera versión de la ecuación de las ondas porque entraba en conflicto con los datos empíricos:

creo que hay una moraleja de esta historia, a saber que es más importante que nuestras ecuaciones sean bellas que se adecuen a la experimentación [...] Al parecer, si uno trabaja para lograr la belleza de las ecuaciones, y si uno tiene una verdadera penetración acertada, es que se está en una línea segura de progreso. Si no hay completo acuerdo entre los resultados del trabajo y la experimentación, uno no debe desalentarse demasiado, porque la discrepancia puede muy bien deberse a rasgos menores que no están tomados en cuenta correctamente y que se aclararán en los desarrollos posteriores de la teoría.⁸

POLARIDADES

Tanto Dirac como Poincaré apelan a criterios estéticos, sin embargo el marco de su estética difiere.

⁷ *Idem, Science and Method*. Dover Publications, Nueva York, s.f., p. 59. (Publicado originalmente en 1908.)

⁸ P.A.M. Dirac, "The Evolution of the Physicist's Picture of Nature". *Scientific American*, mayo de 1963, p. 47.

La de Poincaré es una sensibilidad más geométrica; el de Dirac es un modo abstracto del razonamiento deductivo. Pero también Dirac se ocupa de la belleza de la forma, de la covariación o persistencia relativas de la forma. Según Dirac, la capacidad de visualizar no produce nuevas teorías, sino que refleja una necesidad más básica de retratar y representar.

Muchos científicos han comentado las polaridades e incluso la dialéctica de la imaginación científica. Gerald Holton ha descrito este fenómeno como el "tema y antitema" de la ciencia. Las dos formas básicas de pensamiento científico han sido caracterizadas como descriptiva *versus* estructural (Aristóteles *versus* Platón), "el concepto de espacio *versus* el concepto de número" (Ernst Cassirer), modelos pictóricos (proceso de las operaciones) *versus* modelos funcionales (mapas funcionales) (Wiener), lógicos y analistas *versus* intuituonalistas y géómetras (Poincaré).

Las formas contrastantes de imaginación científica son un tema recurrente en este libro. Vickers distingue entre los criterios estéticos y las deducciones racionales en la producción de juicios; Pappert entre la intuición y la lógica pura en las matemáticas; Miller entre la visualización y la no-visualización en la teoría cuántica y Gruber entre las imágenes clásicas y las románticas en la biología del siglo XIX.

Sabemos por el desarrollo de la teoría cuántica que pueden coexistir explicaciones alternativas, y ser complementarias: onda y partícula, continuidad

y discontinuidad, formalismo matemático y visualización, cada una de las cuales "describe" la naturaleza de los fenómenos atómicos. (Ambas se requieren porque ninguna de las dos soluciona *todos* los fenómenos.)

Puede ser más difícil especificar las propiedades estéticas de las relaciones matemáticas simbólicas que las de los modelos, metáforas e imágenes basadas en nuestra experiencia y observación.

La estética de las relaciones matemáticas puras y la fuerte emoción que evocan recuerda la estética formalista en el arte —aunque a un nivel más abstracto—, ya que las formulaciones matemáticas a veces evaden la visualización. El criterio principal en esta estética fue denominado "forma signifiicante" por los teóricos del arte Clive Bell y Roger Fry alrededor de 1914. La forma "significante implica una unidad y coherencia óptimas de los elementos que componen algo. La posición de Fry marcó el principio de una estética modernista en el arte, con su falta de interés por la representación y su atención por la belleza de las relaciones formales. La forma signifiicante evoca una clase particular de reacción que Fry describía como "emoción estética", que, según él mismo, es más intensa y concentrada que la emoción ordinaria que sentimos en nuestra vida diaria. Los matemáticos han dicho lo mismo acerca de su experiencia con las relaciones matemáticas puras.

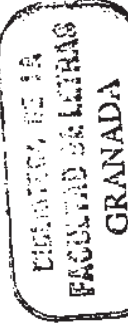
CONCLUSIÓN

La elección de una orientación no está necesariamente determinada en la ciencia por un problema sino por una manera de pensar. Aunque hay restricciones, no hay un modo epistemológico esencial y *a priori* de ver. Por tanto el modo cognoscitivo y la sensibilidad estética desempeñan un papel de suma importancia en la estructura y el estilo del proceso científico.

En resumen, la estética se presenta en este libro como un modo de conocimiento que atiende a las formas y metáforas empleadas en la conceptualización científica y en la creación de modelos. El examen del proceso en la ciencia y el arte conduce a considerar el papel que desempeñan los paradigmas (Kuhn) y el estilo personal en el descubrimiento y la invención.

Considerada como una forma de conocimiento, la estética en la ciencia se ocupa de la relación metafórica y analógica entre la realidad y los conceptos, teorías y modelos. La búsqueda de modelos que iluminen la naturaleza, en la ciencia, parece paralela a ciertos procesos cruciales en el arte, como señala Cyril Smith: comparten una cualidad evocativa fundamental.

Las formas de simbolización son fundamentales para estudiar la estética en la ciencia. La ciencia emplea un lenguaje simbólico, comúnmente las matemáticas. Los nuevos conceptos necesariamente expanden el vocabulario y la sintaxis de este lenguaje. El modo como se desarrollan las



nuevas formas simbólicas depende en parte de preocupaciones estéticas.

Las ideas científicas (modelos, hipótesis) se desarrollan al interior de un marco cultural arraigado en la época histórica en que vive el científico. Hay estilos y tradiciones culturales en los conceptos científicos. Aunque ha habido una apreciación históricamente recurrente de la economía y la elegancia, la ciencia victoriana, por ejemplo, a menudo prefería las formulaciones más complicadas. Un examen de los criterios estéticos, revela la presión ejercida por los sistemas de valores relacionados con el contexto social y cultural del científico. La capacidad para abandonar la predictabilidad de la física clásica y aceptar la indeterminación, la probabilidad y la complementariedad está asociada a la sensibilidad contemporánea. También lo está el énfasis dedicado al proceso por encima del producto.

Este libro examina la estética de las fórmulas, las teorías, los conceptos, los modelos y los procesos. Los factores estéticos del conocimiento —manifiestos tanto en el arte como en la ciencia, aunque más reconocibles hasta ahora en el arte— son continuos y más amplios que cualquiera de los dos. Los artículos de cuatro científicos y dos científicos sociales enriquecerán, esperamos, la concepción del lector acerca de la naturaleza del conocimiento estético en el proceso científico.

LA JERARQUÍA ESTRUCTURAL EN LA CIENCIA, EL ARTE Y LA HISTORIA*

CYRIL STANLEY SMITH

El ensayo de Cyril Smith se refiere a la estética de las relaciones estructurales y sus asociaciones metafóricas y analógicas. Examina el antiguo problema de las partes y los todos. Smith observa: "En cualquier sistema físico, conceptual o social, conforme uno sube o baja en la escala de magnitudes, hay una continua alternancia entre las cualidades externamente percibidas de las cosas en su conjunto y su estructura interior, que cambia en respuesta al contacto exploratorio externo [...] Los estilos en el arte, como la existencia de fases identificables en un sistema químico, dependen de la extensión de un patrón de asociación de las partes repetido y local [...]"

J.W.

* Este artículo es una extensión de las notas hechas para una charla informal en la serie dedicada al "Estilo" y organizada por el Seminario Arqueológico de Cambridge, en la primavera de 1974, y para una de las Conferencias Danz, en la Universidad de Washington, en marzo de 1975. El autor dedica este trabajo a la memoria de Lancelot Law Whyte en agradecimiento por sus estimulantes conversaciones durante más de un cuarto de siglo.