

LIBRO DE INVESTIGACIÓN

EPISTEME CRÍTICO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

**Un análisis histórico y
terminológico**

ESCRITO POR

**JESSELLE ROXANA RODAS GARCÍA
ADLER ANTERO CANDUELAS SABRERA
MARISOL PAOLA DELGADO BALTAZAR
PAUL GREGORIO PAUCAR LLANOS
ELIO NOLASCO CARBAJAL
MARCO ANTONIO IBARRA CONTRERAS**

DEPÓSITO LEGAL NRO.: 202310601

ISBN: 978-612-5124-23-4



Episteme crítico de ciencias y humanidades: Un análisis histórico y terminológico

Jesselle Roxana Rodas García, Adler Antero Canduelas Sabrera, Marisol Paola Delgado Baltazar, Paul Gregorio Paucar Llanos, Elio Nolasco Carbajal, Marco Antonio Ibarra Contreras

© Jesselle Roxana Rodas García, Adler Antero Canduelas Sabrera, Marisol Paola Delgado Baltazar, Paul Gregorio Paucar Llanos, Elio Nolasco Carbajal, Marco Antonio Ibarra Contreras, 2023

Jefe de arte: Yelitza Sánchez

Diseño de cubierta: Yelitza Sánchez

Ilustraciones: Ysaelen Odor

Editado por: Editorial Mar Caribe de Josefrank Pernaleté Lugo

Jr. Leoncio Prado, 1355 – Magdalena del Mar, Lima-Perú. RUC: 15605646601

Libro electrónico disponible en http://editorialmarcaribe.es/?page_id=1909

Primera edición – noviembre 2023

Formato: electrónico

ISBN: 978-612-5124-23-4

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°: 202310601

Episteme crítico de ciencias y humanidades: Un análisis histórico y terminológico

Jesselle Roxana Rodas García

Adler Antero Canduelas Sabrera

Marisol Paola Delgado Baltazar

Paul Gregorio Paucar Llanos

Elio Nolasco Carbajal

Marco Antonio Ibarra Contreras

REPÚBLICA DE PERÚ, AÑO 2023

Tabla de Contenido

Prólogo.....	5
Capítulo I	17
Ciencias formales.....	17
Capítulo II	35
Ciencias fácticas I	35
Capítulo III.....	45
Ciencias fácticas II.....	45
Capítulo IV	52
Análisis filosófico de las ciencias	52
Conclusión	62
Bibliografía	65

Prólogo

El concepto de ciencia, en un sentido unitario, podría definirse como conocimiento, si apelamos a la fuente griega que lo sostiene. La *episteme* o ciencia se diferencia de la opinión o *doxa*, partiendo de la concepción disímil entre la razón y la percepción, tal y como la entendió Platón a partir del mito de la caverna y el símil de la línea:

“Piensa, entonces, como decíamos, cuáles son los dos que reinan: uno, el del género y ámbito inteligibles; otro, el del visible [...].

[...] Toma ahora una línea dividida en dos partes desiguales; divide nuevamente cada sección según la misma proporción, la del género de lo que se ve y otra la del que se entiende, y tendrás distinta oscuridad y claridad relativas; así, tenemos primeramente, en el género de lo que se ve, una sección de imágenes. Llamo ‘imágenes’ en primer lugar a las sombras, luego a los reflejos en el agua y en todas las cosas que, por su constitución, son densas, lisas y brillantes, y a todo lo de esa índole.

[...] Pon ahora la otra sección de la que ésta ofrece imágenes, a lo que corresponden a los animales que viven en nuestro derredor, así como todo lo que crece, y también el género íntegro de cosas fabricadas para el hombre.

[...] ¿Estás dispuesto a declarar que la línea ha quedado dividida, en cuanto a su verdad y no verdad, de modo tal que lo opinable es a lo cognoscible como la copia es a aquello de lo que es copiado?

[...] Ahora examina si no hay que dividir también la sección de lo inteligible.

[...] Por un lado, en la primera parte de ella el alma, sirviéndose de las cosas antes imitadas como si fueran imágenes, se ve forzada a indagar a partir de supuestos, marchando no hasta un principio sino hacia una conclusión. Por otro lado, en la segunda parte, avanza hasta un principio no supuesto, partiendo de un supuesto y sin recurrir a imágenes –a diferencia del otro caso–, efectuando el camino con Ideas mismas y por medio de Ideas.

[...] Creo que sabes que los que se ocupan de geometría y de cálculo suponen lo impar y lo par, las figuras y tres clases de ángulos y cosas afines, según lo que investigan en cada caso. Como si las conocieran, las adoptan como supuestos, y de ahí en adelante no estiman que deban dar cuenta de ellas, ni a sí mismos ni a otros, como si fueran evidentes a cualquiera; antes bien, partiendo de ellas atraviesan el resto de modo consecuente, para concluir en aquello que proponían al examen.

[...] Sabes, por consiguiente, que se sirven de figuras visibles y hacen discursos acerca de ellas, aunque no pensando en éstas sino en aquellas cosas a las cuales éstas se parecen, discurriendo en vista al Cuadrado en sí y a la Diagonal en sí, y no en vista de la que dibujan, y así con lo demás” (Platón, 1988, pp. 334-336).

El mundo sensible es de la opinión o *doxa*, subdividiéndose en la esfera de las imágenes o *eikasia* y en la esfera de las cosas o *pistis*. La opinión o *doxa*, en tanto imagen o cosa material, físico-química, son sombras del mundo de las ideas, que por tanto, las cosas son imágenes de las ideas, y las imágenes de las cosas son las imágenes de las imágenes de las ideas: se obedece a un doble grado de irrealidad, de no-ser. El mundo inteligible es de la ciencia o *episteme*, subdividiéndose en la esfera de las ideas matemáticas o *dianoia* –conocimiento deductivo o discursivo en general– y en la esfera de las ideas puras o *noesis*. El *episteme* o ciencia encapsula los objetos del conocimiento, cabiendo en ella la tendencia filosófica investigativa, el amor de la filosofía, en la búsqueda de la verdad y de la certeza.

El paso operado del mundo sensible al mundo inteligible, en las esferas desiguales planteadas con anterioridad, y viceversa, se denomina dialéctica ascendente y descendente, suponiendo la liberación del cuerpo como cárcel o prisión del alma, mediante del ejercicio en las ideas “anamnesis”, el uso de conceptos, y es el descenso hacia lo cotidiano de la vida en la acumulación de las certezas filosóficas: el control del cuerpo por el alma, la conducción anímica (Tabla 1).

Tabla 1: *Símil de la línea platónico*

Eikasia	Pistis	Dianoia	Noesis
Imágenes de las cosas	Objetos materiales	Ideas matemáticas	Ideas puras
<i>Artes</i>	<i>Física</i>	<i>Matemáticas</i>	<i>Dialéctica</i>
<i>Opinión Doxa</i>		<i>Ciencia Episteme</i>	
<i>Mundo sensible</i>		<i>Mundo inteligible</i>	

Nota: *Elaboración propia*

Por otra parte, el filósofo Immanuel Kant también concibe que las ciencias y saberes en general obedecen a una distribución perceptiva y de contenido propio, es decir, las ciencias y saberes se diferencian entre sí en que caen bajo dominios perceptivos distintos, y en la forma en como son ordenadas y distribuidas en un sentido formal (objeto formal *quod*).

“La ciencia histórica sin determinación de límites, se llama polihistoria.

[...] La polimathia es la ciencia de los conocimientos racionales. Las dos reunidas forman la pansofía. A la ciencia histórica pertenece la ciencia de los órganos de la erudición, la filología, que comprende el conocimiento crítico de las lenguas y de las obras (lingüística y literatura).

La simple polihistoria es una erudición ciclópica: le falta el ojo de la filosofía. Un cíclope en matemáticas, en historia, en física, en filología, etc., es un sabio que posee todas las partes de la una o de la otra de esas ciencias, de todas estas mismas ciencias, si se quiere, pero de ellas cree superflua la filosofía.

Las humanidades (humaniora), forman parte de la filología. Se entiende por humanidades el conocimiento de los autores antiguos, conocimiento que requiere la unión de la ciencia y del gusto; disipa la rudeza y la grosería; inspira un espíritu de sociabilidad y urbanidad, que forma en el fondo de la humanidad.

Las humanidades tienen, pues, por objeto, el conocimiento de lo que sirve a la cultura del gusto, según los modelos de la antigüedad. La elocuencia, la poesía, el conocimiento de los autores clásicos, etc., forman parte de ella.

Todos estos conocimientos humanísticos pertenecen a la parte práctica de la filología, que tiene por objeto inmediato la formación del gusto.

Mas nosotros distinguimos el simple filólogo del humanista, en que el primero busca en la antigüedad el órgano de la erudición, mientras que el segundo busca el órgano de la formación del gusto” (Kant, 2003, p. 29).

Para Kant, pues, la pansofía se distribuye en:

- **Polihistoria**
 1. *Lingüística*
 2. *Literatura*

- **Polimathia**

En lo que hace al objeto formal *quo*, el medio mediante el cual se procede en el conocer, se remite a la razón, en tanto sigue un proceso perceptivo que involucra tres estadios: sensibilidad, intelecto y voluntad.

“En cuanto al valor objetivo de nuestros conocimientos en general, se pueden establecer grados en la progresión siguiente:

1. ° El primer grado del conocimiento consiste en representar (*vorstellen*) alguna cosa.

2. ° El segundo consiste en representársela con conciencia o en percibirla, *percipere*.

3. ° El tercero, en conocer una cosa por comparación con otra, tanto en la relación de identidad como en la diversidad, *noscere*.

4. ° El cuarto en conocer con conciencia, *cognoscere*. Los animales conocen los objetos, más no con conciencia.

5. ° El quinto en entender, *intelligere*, es decir, en conocer por el entendimiento en virtud de nociones, o sea en concebir. Este hecho es muy diferente del de comprender. Se pueden concebir muchas cosas, aunque no se pueden comprender: así es que se puede concebir, por ejemplo, el movimiento continuo, cuya imposibilidad se demuestra en mecánica.

6. ° El sexto en distinguir (*erkennen*) o penetrar (*einsehen*) una cosa por medio de la razón, *perspicere*. Nosotros no alcanzamos en este sentido más que un pequeño número de objetos, y nuestros conocimientos disminuyen en tanto que queremos perfeccionarlos demasiado.

7. ° El sétimo, por último, en comprender (*begreifen*), *comprehendere* una cosa, es decir, en conocer por medio de la razón, o a priori, lo que basta a nuestros fines.” (Kant, 2003, pp. 43-44).

Para poder analizar a profundidad el significado de la progresividad en la razón, en tanto funge como objeto formal *quo*, se hace indispensable analizar al espacio y el tiempo, en tanto condiciones de percepción, juntos con las categorías insertas a todo conocer y decir, como condiciones de la logicidad.

“El espacio es una necesaria representación *a priori* que sirve de base a todas las intuiciones externas. Jamás podemos representarnos la falta de espacio, aunque sí podemos muy bien pensar que no haya objetos en él. El espacio es, pues, considerado como condición de posibilidad de los fenómenos, no como una determinación

dependiente de ellos, y es una representación *a priori* en la que se basan necesariamente los fenómenos externos” (Kant, 2005, p. 44)”.

“Espacio y tiempo son representaciones *a priori* que se hallan en nosotros como formas de nuestra intuición sensible antes de que, mediante la sensación, ningún objeto real haya determinado nuestro sentido de representarlo bajos esas relaciones sensibles” (Kant, 2005, p. 243).

“Tenemos ya dos clases de conceptos de índole completamente distinta, que coinciden, sin embargo, en referirse a objetos enteramente *a priori*, a saber, los conceptos de espacio y tiempo como formas de la sensibilidad, por una parte, y las categorías como conceptos del entendimiento, por otra” (Kant, 2005, p. 84).

El espacio y el tiempo, pertenecen en los grados del conocer antes expuestos a la representación, finalizando en la conciencia (desde el primer al cuarto grado, respectivamente).

Las categorías lógicas pertenecen al inteligir y a la perspicacia (quinto y sexto grados). En lo que hace a la expresión típica de los juicios, bajo la forma de un sujeto conectado con el predicado mediante su copula, en sus cuatro figuras **AEIO** (Tabla 2 – Figura 1), Boole nos dice:

“Una proposición es una oración que afirma o niega; por ej., Todos los hombres son mortales, Ninguna criatura es independiente. Una proposición posee necesariamente dos términos, como hombres, mortales; el primero de ellos, o aquel del que se habla, es el sujeto; el último, o lo que se afirma o niega del sujeto, es el predicado. Ambos términos están conectados por la cópula, es, o no es, o por cualquier otra forma del verbo sustantivo.

El verbo sustantivo es el único aceptado en Lógica; todos los otros se pueden reducir al verbo ser con un participio o adjetivo, por ejemplo, Los romanos vencidos; la palabra vencidos es a la vez cópula y predicado, siendo equivalente a fueron (cópula) derrotados (predicado). Una proposición puede ser afirmativa o negativa y también universal o particular. En consecuencia, tenemos en total cuatro clases de proposiciones categóricas puras.

- Universal-afirmativa, comúnmente representada por A.

Ejemplo, todas las X son Y.

- Universal-negativa, corrientemente representada por E.

Ejemplo, Ninguna X es Y.

- Particular-afirmativa, habitualmente simbolizada por I.

Ejemplo, Algunas X son Y.

- Particular-negativa, comúnmente representada por O.

Ejemplo, Algunas X no son Y” (Boole, 1960, pp. 64-65).

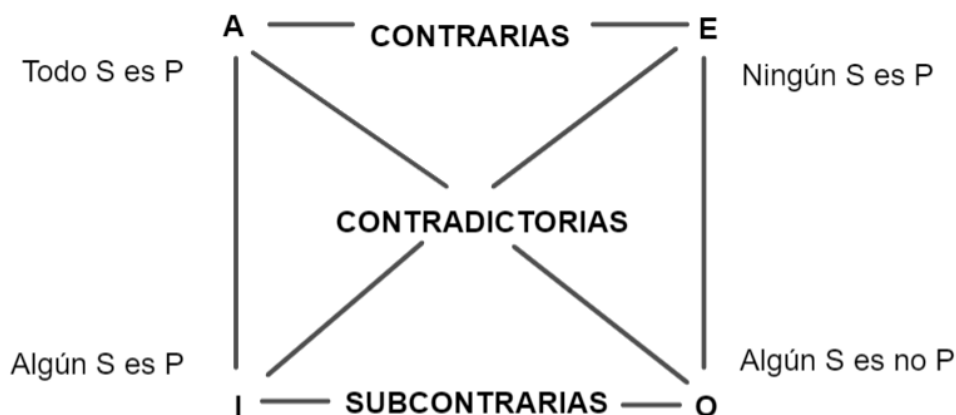
Tabla 2: *El conocimiento en cantidad, cualidad, relación y modalidad*

El conocimiento se establece mediante	Su clasificación relativa al juicio	Expresión típicamente lógica (sujeto copula predicado)	Categorías o elenco de predicamentos
<i>Cantidad</i>	Son: <i>Singulares</i> <i>Particulares</i> <i>Universales</i>	Solo un A es B Algún A es B Todo A es B	Unidad Pluralidad Totalidad
<i>Cualidad</i>	Son: <i>Indefinidos</i> <i>Negativos</i> <i>Afirmativos</i>	A es no B A no es B A es B	Limitación Negación Realidad
<i>Relación</i>	Son: <i>Disyuntivos</i> <i>Hipotéticos</i> <i>Categoricos</i>	A es B o C Si A , entonces B A es B	Acción recíproca Causa, efecto Sustancia/accidente
<i>Modalidad</i>	Son: <i>Apodícticos</i>	A es necesariamente B	Necesidad

	<i>Aseróricos</i>	A es realmente B	Existencia
	<i>Problemáticos</i>	A es probablemente B	Posibilidad

Nota: *Elaboración propia*

Figura 1: *Forma lógica de los juicios AEIO*



Nota: *Elaboración propia*

Queda establecido, por todo lo anterior expuesto, que el conocimiento no es un hecho unívoco, sino que en él son distinguibles múltiples aspectos tanto de forma, fondo y de modos de precisarlo, si es mediante el uso de la razón o a través de otro tipo de herramientas o metodologías. Así, Mario Bunge hace una distinción de las ciencias en formales y fácticas:

“No toda la investigación científica procura el conocimiento objetivo. Así, la lógica y la matemática —esto es, los diversos sistemas de lógica formal y los diferentes capítulos de la matemática pura— son racionales, sistemáticos y verificables, pero no son objetivos; no nos dan informaciones acerca de la realidad: simplemente, no se ocupan de los hechos. La lógica y la matemática tratan de entes ideales; estos entes, tanto los abstractos como los interpretados, sólo existen en la mente humana. A los

lógicos y matemáticos no se les da objetos de estudio: ellos construyen sus propios objetos. Es verdad que a menudo lo hacen por abstracción de objetos reales (naturales y sociales); más aún, el trabajo del lógico o del matemático satisface a menudo las necesidades del naturalista, del sociólogo o del tecnólogo, y por esto la sociedad los tolera y, ahora, hasta los estimula. Pero la materia prima que emplean los lógicos y los matemáticos no es fáctica sino ideal.

Por ejemplo, el concepto de número abstracto nació, sin duda, de la coordinación parte, y guijarros, por la otra; pero no por esto aquel concepto se reduce a esta operación manual, ni a los signos que se emplean para representarlo. Los números no existen fuera de nuestros cerebros, y aun allí dentro existen al nivel conceptual, y no al nivel fisiológico. Los objetos materiales son numerables siempre que sean discontinuos; pero no son números; tampoco son números puros (abstractos) sus cualidades o relaciones. En el mundo real encontramos 3 libros, en el mundo de la ficción construimos 3 platos voladores. ¿Pero quién vio jamás un 3, un simple 3?

La lógica y la matemática, por ocuparse de inventar entes formales y de establecer relaciones entre ellos, se llaman a menudo ciencias formales, precisamente porque sus objetos no son cosas ni procesos, sino, para emplear el lenguaje pictórico, formas en las que se puede verter un surtido ilimitado de contenidos, tanto fácticos como empíricos. Esto es, podemos establecer correspondencias entre esas formas (u objetos formales), por una parte, y cosas y procesos pertenecientes a cualquier nivel de la realidad por la otra. Así es como la física, la química, la fisiología, la psicología, la economía, y las demás ciencias recurren a la matemática, empleándola como herramienta para realizar la más precisa reconstrucción de las complejas relaciones que se encuentran entre los hechos y entre los diversos aspectos de los hechos; dichas ciencias no identifican las formas ideales con los objetos concretos, sino que interpretan las primeras en términos de hechos y de experiencias (o, lo que es equivalente, formalizan enunciados fácticos).

Lo mismo vale para la lógica formal: algunas de sus partes —en particular, pero no exclusivamente, la lógica proposicional bivalente— pueden hacerse corresponder a aquellas entidades psíquicas que llamamos pensamientos. Semejante aplicación de las ciencias de la forma pura a la inteligencia del mundo de los hechos, se efectúa asignando diferentes interpretaciones a los objetos formales. Estas interpretaciones son, dentro de ciertos límites, arbitrarias; vale decir, se justifican por el éxito, la conveniencia o la ignorancia. En otras palabras el significado fáctico o empírico que se les asigna a los objetos formales no es una propiedad intrínseca de los mismos. De esta manera, las ciencias formales jamás entran en conflicto con la realidad. Esto explica la paradoja de que, siendo formales, se "aplican" a la realidad: en rigor no se aplican, sino que se emplean en la vida cotidiana y en las ciencias fácticas a condición de que se les

superpongan reglas de correspondencia adecuada. En suma, la lógica y la matemática establecen contacto con la realidad a través del puente del lenguaje, tanto el ordinario como el científico.

Tenemos así una primera gran división de las ciencias, en formales (o ideales) y fácticas (o materiales). Esta ramificación preliminar tiene en cuenta el objeto o tema de las respectivas disciplinas; también da cuenta de la diferencia de especie entre los enunciados que se proponen establecer las ciencias formales y las fácticas: mientras los enunciados formales consisten en relaciones entre signos, los enunciados de las ciencias fácticas se refieren, en su mayoría, a entes extracientíficos: a sucesos y procesos. Nuestra división también tiene cuenta el método por el cual se ponen a prueba los enunciados verificables: mientras las ciencias formales se contentan con la lógica para demostrar rigurosamente sus teoremas (los que, sin embargo, pudieron haber sido adivinados por inducción común o de otras maneras), las ciencias fácticas necesitan más que la lógica formal: para confirmar sus conjeturas necesitan de la observación y/o experimento. En otras palabras, las ciencias fácticas tienen que mirar las cosas, y, siempre que les sea posible, deben procurar cambiarlas deliberadamente para intentar descubrir en qué medida sus hipótesis se adecuan a los hechos.

Cuando se demuestra un teorema lógico o matemático no se recurre a la experiencia: el conjunto de postulados, definiciones, reglas de formación de las expresiones dotadas de significado, y reglas de inferencia deductiva —en suma, la base de la teoría dada—, es necesaria y suficiente para ese propósito. La demostración de los teoremas no es sino una deducción: es una operación confinada a la esfera teórica, aun cuando a veces los teoremas mismos (no sus demostraciones) sean sugeridos en alguna esfera extramatemática y aun cuando su prueba (pero no su primer descubrimiento) pueda realizarse con ayuda de calculadoras electrónicas. Por ejemplo, cualquier demostración rigurosa del teorema de Pitágoras prescinde de las mediciones, y emplea figuras sólo como ayuda psicológica al proceso deductivo: que el teorema de Pitágoras haya sido el resultado de un largo proceso de inducción conectado a operaciones prácticas de mediciones de tierras, es objeto de la historia, la sociología y la psicología del conocimiento.

La matemática y la lógica son, en suma, ciencias deductivas. El proceso constructivo, en que la experiencia desempeña un gran papel de sugerencias, se limita a la formación de los puntos de partida (axiomas). En matemática la verdad consiste, por esto, en la coherencia del enunciado dado con un sistema de ideas admitido previamente: por esto, la verdad matemática no es absoluta sino relativa a ese sistema, en el sentido de que una proposición que es válida en una teoría puede dejar de ser lógicamente verdadera en otra teoría. (Por ejemplo, en el sistema de aritmética que empleamos para contar las horas del día, vale la proposición de $24 + 1 = 1$) Más aún las teorías matemáticas

abstractas, esto es, que contienen términos no interpretados (signos a los que no se atribuye un significado fijo, y que por lo tanto pueden adquirir distintos significados) pueden desarrollarse sin poner atención al problema de la verdad.

Considérese el siguiente axioma de cierta teoría abstracta (no interpretada): 'Existe por lo menos un x tal que es F '. Se puede dar un número ilimitado de interpretaciones (modelos) de este axioma, dándose a x y F otros tantos significados. Si decimos que S designa punto, obtenemos un modelo geométrico dado: si adoptamos la convención de que L designa número, obtenemos un cierto modelo aritmético, y así sucesivamente. En cuanto 'llenamos' la forma vacía con un contenido específico (pero todavía matemático), obtenemos un sistema de entes lógicos que tienen el privilegio de ser verdaderos o falsos dentro del sistema dado de proposiciones: a partir de ahí tenemos que habérnoslas con el problema de la verdad matemática. Aun así tan sólo las conclusiones (teoremas) tendrán que ser verdaderas: los axiomas mismos pueden elegirse a voluntad. La batalla se habrá ganado si se respeta la coherencia lógica esto es, si no se violan las leyes del sistema de lógica que se ha convenido en usar.

En las ciencias fácticas, la situación es enteramente diferente. En primer lugar, ellas no emplean símbolos vacíos (variables lógicas) sino tan sólo símbolos interpretados; por ejemplo no involucran expresiones tales como ' x es F ', que no son verdaderas ni falsas. En segundo lugar, la racionalidad —esto es, la coherencia con un sistema de ideas aceptado previamente— es necesaria pero no suficiente para los enunciados fácticos; en particular la sumisión a algún sistema de lógica es necesaria pero no es una garantía de que se obtenga la verdad. Además de la racionalidad, exigimos de los enunciados de las ciencias fácticas que sean verificables en la experiencia, sea indirectamente (en el caso de las hipótesis generales), sea directamente (en el caso de las consecuencias singulares de las hipótesis). Únicamente después que haya pasado las pruebas de la verificación empírica podrá considerarse que un enunciado es adecuado a su objeto, o sea que es verdadero, y aun así hasta nueva orden. Por lo que el conocimiento fáctico verificable se llama a menudo ciencia empírica.

En resumidas cuentas, la coherencia es necesaria pero no suficiente en el campo de las ciencias de hechos: para anunciar que un enunciado es (probablemente) verdadero se requieren datos empíricos (proposiciones acerca de observaciones o experimentos). En última instancia, sólo la experiencia puede decirnos si una hipótesis relativa a cierto grupo de hechos materiales es adecuada o no. El mejor fundamento de esta regla metodológica que acabamos de enunciar es que la experiencia le ha enseñado a la humanidad que el conocimiento de hecho no es convencional, que si se busca la comprensión y el control de los hechos debe partirse de la experiencia. Pero la experiencia no garantizará que la hipótesis en cuestión sea la única verdadera: sólo nos dirá que es probablemente adecuada, sin excluir por ello la posibilidad de que un

estudio ulterior pueda dar mejores aproximaciones en la reconstrucción conceptual del trozo de realidad escogido. El conocimiento fáctico, aunque racional, es esencialmente probable: dicho de otro modo: la inferencia científica es una red de inferencias deductivas (demostrativas) y probables (inconcluyentes).

Las ciencias formales demuestran o prueban: las ciencias fácticas verifican (afirman o desafirman) hipótesis que en su mayoría son provisionales. La demostración es completa y final; la verificación es incompleta y por eso temporaria. La naturaleza misma del método científico impide la confirmación final de las hipótesis fácticas (Tabla 3). En efecto los científicos no sólo procuran acumular elementos de prueba de sus suposiciones multiplicando el número de casos en que ellas se cumplen; también tratan de obtener casos desfavorables a sus hipótesis, fundándose en el principio lógico de que una sola conclusión que no concuerde con los hechos tiene más peso que mil confirmaciones. Por ello, mientras las teorías formales pueden ser llevadas a un estado de perfección (o estancamiento), los sistemas relativos a los hechos son esencialmente defectuosos: cumplen, pues, la condición necesaria para ser el estudio de las ciencias fácticas puede inducirnos a considerar el mundo como inagotable, y al hombre como una empresa inconclusa e interminable.

Las diferencias de método, tipo de enunciados y referentes que separan las ciencias fácticas de las formales, impiden que se las examine conjuntamente más allá de cierto punto. Por ser una ficción seria, rigurosa y a menudo útil, pero ficción al cabo, la ciencia formal requiere un tratamiento especial. En lo que sigue nos concentraremos en la ciencia fáctica. Daremos un vistazo a las características peculiares de las ciencias de la naturaleza y de la cultura en su estado actual, con la esperanza de que la ciencia futura enriquezca sus cualidades o, al menos, de que las civilizaciones por venir hagan mejor uso del conocimiento científico.

Los rasgos esenciales del tipo de conocimiento que alcanzan las ciencias de la naturaleza y de la sociedad son la racionalidad y la objetividad. Por conocimiento racional se entiende:

a) que está constituido por conceptos, juicios y raciocinios y no por sensaciones, imágenes, pautas de conducta, etc. Sin duda, el científico percibe, forma imágenes (por ejemplo, modelos visualizables) y hace operaciones; por tanto el punto de partida como el punto final de su trabajo son ideas;

b) que esas ideas pueden combinarse de acuerdo con algún conjunto de reglas lógicas con el fin de producir nuevas ideas (inferencia deductiva). Estas no son enteramente nuevas desde un punto de vista estrictamente lógico, puesto que están implicadas por las premisas de la deducción; pero no gnoseológicamente nuevas en la medida en que

expresan conocimientos de los que no se tenía conciencia antes de efectuarse la deducción;

c) que esas ideas no se amontonan caóticamente o, simplemente, en forma cronológica, sino que se organizan en sistemas de ideas, esto es en conjuntos ordenados de proposiciones (teorías).

Que el conocimiento científico de la realidad es objetivo, significa:

a) que concuerda aproximadamente con su objeto; vale decir que busca alcanzar la verdad fáctica;

b) que verifica la adaptación de las ideas a los hechos recurriendo a un comercio peculiar con los hechos (observación y experimento), intercambio que es controlable y hasta cierto punto reproducible.

Ambos rasgos de la ciencia fáctica, la racionalidad y la objetividad, están íntimamente soldados. Así, por ejemplo, lo que usualmente se verifica por medio del experimento es alguna consecuencia —extraída por vía deductiva— de alguna hipótesis; otro ejemplo: el cálculo no sólo sigue a la observación sino que siempre es indispensable para planearla y registrarla” (Bunge, s/f, pp. 6-10).

Tabla 3: *Las ciencias formales desde la visión de Mario Bunge*

Característica de las ciencias	Ciencia formal	Ciencia fáctica
<i>Tiene un objeto de estudio</i>	Ideas	Hechos
<i>Cuenta con una representación</i>	Signos, símbolos	Palabras
<i>Tiene un método de análisis</i>	Inducción, deducción, lógica	Método científico
<i>Comprobación</i>	Mediante el razonamiento	Mediante la praxis
<i>Sus tipos</i>	Lógica y matemáticas	Ciencias naturales y sociales

Nota: *Elaboración propia*

Capítulo I

Ciencias formales

La ciencia matemática es el estudio de los números, las relaciones y demás entes matemáticos, que analizan el esquema de la realidad misma, es decir, su formalización, bajo leyes de operación y de construcción. Aurelio Baldor (1985-1986) nos dice:

“Cuando consideramos las cantidades, es decir, los estados particulares de las magnitudes, podemos apreciar no sólo que pueden ser objeto de comparación y determinar igualdad o desigualdad entre esos estados, sino las variaciones que puede sufrir un mismo estado para tomar otros, en virtud de los fenómenos naturales (distancia entre dos móviles que aumenta o disminuye; volumen de un sólido que se hace mayor por la acción del calor; presión de un gas encerrado que varía al variar su volumen).

La ciencia matemática tiene por objeto el estudio tanto de las magnitudes como de las cantidades, que son las variaciones de aquéllas en el tiempo y en espacio (estados particulares).

[...] Los criterios que generalmente se fijan para clasificar la Ciencia Matemática en elemental y superior son algo arbitrarios.

Las tres ramas mejor caracterizadas de la Ciencia Matemática son, en general, la Aritmética, el Álgebra y la Geometría. Mas, siguiendo un criterio cuantitativo (suma total de asuntos estudiados) y otro cualitativo (complejidad de los asuntos objeto de estudio), cualquiera de esas tres ramas presenta una serie de niveles que pueden orientarse hacia lo elemental o hacia lo superior” (p. 10).

Por otra parte, en un enfoque más moderno, las matemáticas obedecen a diferentes criterios de disposición de los entes que estudia, a partir de las investigaciones decimonónicas sobre el número, las magnitudes, la axiomática y demás metodología. Boole perfila su identidad bajo el punto de vista algebraico:

“Se puede definir la Aritmética como la teoría de los números naturales y de las operaciones de adición y sustracción que los relacionan. El Álgebra clásica es la teoría de las operaciones necesarias para resolver una ecuación, o también, la teoría general de las ecuaciones. Así como el Álgebra es una generalización de la Aritmética, el Álgebra Abstracta lo es respecto de aquélla, por ser el resultado de un doble proceso de abstracción: a) generalización de la noción de número (independientemente, por supuesto, de las conocidas ‘extensiones’ del campo natural) y b) generalización del

concepto de operación. En las álgebras abstractas, en lugar de números se consideran entes abstractos y en vez de operaciones leyes de composición. Los entes abstractos son objetos cualesquiera y las leyes de composición son procedimientos regulares que a dos elementos de un dominio permiten asociar un nuevo elemento. Las propiedades fundamentales (conmutativa, asociativa, etc.) que deben cumplir estas leyes se llaman axiomas, y, mediante ellos, se define una estructura algebraica.

Es posible, en consecuencia, definir un álgebra abstracta como el estudio de ciertas leyes de composición, de sus propiedades fundamentales (axiomas) y de sus consecuencias, con independencia de la naturaleza de los entes a los cuales estas leyes se refieren. Es obvia, pues, la importancia de la noción de ley de composición (interna y externa) y su carácter eminentemente primitivo, en el sentido formulista del término. El álgebra moderna se puede caracterizar como una teoría de estructuras, lo que posibilita las extensiones sucesivas del respectivo dominio. En dichas extensiones la forma de los cálculos permanece constante variando, en cambio, la naturaleza de los entes, que constituyen aplicaciones posibles de la estructura abstracta. Hay una despreocupación por los entes y una focalización del interés en las relaciones. Una de las ventajas lógicas de la teoría de las estructuras algebraicas reside en la identidad estructural: dos conjuntos pueden diferir en sus elementos, en las propiedades de las operaciones definidas entre ellos, pero si tienen en común los axiomas (es decir, las propiedades fundamentales) pertenecerán al mismo tipo de estructura” (Boole, 1960, p. 30)

Como es de notar, los dos conceptos fundamentales en la matemática son el concepto de operación y el concepto de función, mediante los cuales se establece el concepto de composición (interna y externa).

Una operación $*$ es una aplicación $*$: $A \times B \rightarrow C$ que lleva el par $(a,b) \in A \times B$ al elemento $c = a*b \in C$.

Para entender qué es una operación se hace necesario definir el producto cartesiano, junto con el concepto intuitivo de operación.

“Un operador $*$ y dos operandos ‘ a ’ y ‘ b ’, de tal forma que $(a,b) \rightarrow a*b$ ”. La operación pues, relaciona dos elementos.

El producto cartesiano dado en dos conjuntos es una operación que da como resultado un tercer conjunto, compuesto por cada uno de los pares ordenados que se forman; al primer elemento del par le corresponde en igualdad un elemento del primer conjunto, mientras que al segundo elemento le corresponde uno del segundo conjunto

$$\mathbf{A \times B = \{(a,b) / a \in A \text{ y } b \in B\}}$$

En el mismo tenor de lo anterior, las operaciones pueden ser de dos tipos: cuando $A=B=C$, se dice que es una operación interna, en un caso distinto, se habla de operaciones externas.

+ :	$\mathbf{N \times N}$	\rightarrow	\mathbf{N}
	(n,m)	\rightarrow	$n+m$

Interna en \mathbf{N}

- :	$\mathbf{N \times N}$	\rightarrow	\mathbf{Z}
	(n,m)	\rightarrow	$n-m$

Externa de \mathbf{N} sobre \mathbf{Z}

* :	$\mathbf{R \times R}$	\rightarrow	\mathbf{R}
	(x,y)	\rightarrow	$x*y$

Interna en \mathbf{R}

/ :	$\mathbf{R \times R / \{0\}}$	\rightarrow	\mathbf{R}
	(x,y)	\rightarrow	x/y

Externa de $\mathbf{R \times R^}$ en \mathbf{R}*

A partir de una operación interna sobre un mismo conjunto, pueden establecerse las propiedades de dicha operación.

- **Conmutativa**
- **Asociativa**
- **Elemento neutro**
- **Elemento simétrico**
- **Elemento cancelable**
- **Distributiva**

Conmutativa: $a*b = b*a$ para todo $a, b \in A$

Asociativa: $a*(b*c) = (a*b)*c$ para todo $a, b, c \in A$

Elemento neutro: para todo $a \in A$, existe un $e \in A$ / $a*e = e*a = a$

Elemento simétrico: $b \in A$, es el simétrico si $a*b = b*a = e$

Elemento cancelable: $a \in A$ es cancelable si $a*b = a*c$, implicando que $b = c$ para todo $b, c \in A$

Distributiva: $a^\circ(b*c) = (a^\circ b)*(a^\circ c)$

Todo lo cual da paso a la formación de las estructuras algebraicas, dadas a partir de las propiedades implícitas a las operaciones, dependiendo del conjunto en el que se opere (un conjunto no vacío) (Tabla 4).

- **Magma**
- **Semigrupo**
- **Grupo**
- **Grupo abeliano**
- **Anillo**
- **Anillo conmutativo**
- **Dominio**
- **Cuerpo**

Tabla 4: Formación de las estructuras algebraicas

$(A, *)$	* es una operación interna en A * es asociativa en A	Semigrupo
$(A, *)$	* es una operación interna en A * es asociativa en A * tiene elemento neutro en A Todo elemento de A tiene simétrico por medio de *	Grupo
$(A, *)$	Grupo * es conmutativa	Grupo abeliano
$(A, *, \circ)$	\circ es operación interna en A \circ es asociativa en A \circ tiene elemento neutro en A \circ es distributiva respecto a *	Anillo
$(A, *, \circ)$	Anillo \circ es conmutativa en A	Anillo conmutativo
$(A, *, \circ)$	Anillo conmutativo y todo elemento de $A/\{e\}$ es cancelable por \circ	Dominio
$(A, *, \circ)$	Dominio y todo elemento de $A/\{e\}$ tiene un simétrico por \circ	Cuerpo

Nota: *Elaboración propia*

Ejemplos de las estructuras algebraicas los tenemos en las operaciones que se dan en ciertos tipos de conjuntos.

- **$(\mathbb{N}, +)$ es un semigrupo**
- **$(\mathbb{Z}, +)$ es un grupo abeliano**
- **$(\mathbb{Z}, -)$ es magma**
- **$(\mathbb{Q}, +)$ es un grupo conmutativo**

- $(\mathbf{R},+)$ es un grupo conmutativo
- $(\mathbf{Q},*)$ es un semigrupo
- $(\mathbf{R},*)$ es un semigrupo
- $(\mathbf{R}^*,*)$ es un grupo abeliano
- $(\mathbf{Z},+,*)$ es un dominio
- $(\mathbf{Q},+,*)$ es un cuerpo

Siendo que \mathbf{N} es el conjunto de los números naturales, \mathbf{Z} el conjunto de los números enteros, \mathbf{Q} el conjunto de los números racionales y \mathbf{R} el conjunto de los números reales, en tanto que “+” y “*” indican las operaciones de la adición y producto.

Asimismo y en el orden de lo anterior, otra forma típica de enfocar las matemáticas se da mediante la perspectiva geométrica sobre la misma, en la concepción euclidiana:

“Definición 1

Un punto es lo que no tiene partes.

Definición 2

Una línea es una longitud sin anchura.

Definición 3

Los extremos de una línea son puntos.

Definición 4

Una línea recta es aquella que yace por igual respecto de los puntos que están en ella.

Definición 5

Una superficie es aquello que sólo tiene longitud y anchura.

Definición 6

Los extremos de una superficie son líneas.

Definición 7

Una superficie plana es aquella superficie que yace por igual respecto de las líneas que están en ella.

Definición 8

Un ángulo plano es la inclinación mutua de dos líneas que se encuentran una a otra en un plano y no están en línea recta.

Definición 9

Cuando las líneas que comprenden el ángulo son rectas, el ángulo se llama rectilíneo.

Definición 10

Cuando una línea recta que está sobre otra hace que los ángulos adyacentes sean iguales, cada uno de los ángulos es recto, y la recta que está sobre la otra se llama perpendicular a la otra recta.

Definición 11

Un ángulo obtuso es un ángulo mayor que un ángulo recto.

Definición 12

Un ángulo agudo es un ángulo menor que un ángulo recto.

Definición 13

Un límite es lo que es extremo de algo.

Definición 14

Una figura es aquello que está contenido por cualquier límite o límites.

Definición 15

Un círculo es una figura plana comprendida por una sola línea (llamada circunferencia) de tal modo que todas las rectas dibujadas que caen sobre ella desde un punto de los que están dentro de la figura son iguales entre sí.

Definición 16

Y el punto se llama centro del círculo.

Definición 17

Un diámetro de un círculo es una recta cualquiera que pasa por el centro y que acaba en ambas direcciones en la circunferencia del círculo; esta línea recta también divide el círculo en dos partes iguales.

Definición 18

Un semicírculo es la figura comprendida entre el diámetro y la circunferencia cortada por él. El centro del semicírculo es el mismo que el del círculo.

Definición 19

Figuras rectilíneas son aquellas que están comprendidas por líneas rectas, triláteras las comprendidas por tres, cuadriláteras las comprendidas por cuatro y multiláteras las comprendidas por más de cuatro líneas rectas.

Definición 20

De los triángulos, el equilátero es el que tiene los tres lados iguales; isósceles el que tiene dos lados iguales y uno de desigual; y escaleno el que tiene los tres lados desiguales.

Definición 21

De los triángulos, triángulo rectángulo es el que tiene un ángulo recto, obtusángulo el que tiene un ángulo obtuso y acutángulo el que tiene los tres ángulos agudos.

Definición 22

De los cuadriláteros, cuadrado es el que tiene los lados iguales y los ángulos rectos; rectángulo el que es rectangular pero no equilátero; rombo el que es equilátero, pero no tiene los ángulos rectos; y romboide el que tiene los lados y los ángulos opuestos iguales, pero ni es equilátero ni tiene los ángulos rectos. Los otros cuadriláteros se llaman trapecios.

Definición 23

Rectas paralelas son aquellas que, estando en un mismo plano y siendo prolongadas indefinidamente en ambos sentidos, no se encuentran una a otra en ninguno de ellos.

Nociones comunes 1

Cosas iguales a una tercera son iguales entre sí.

Nociones comunes 2

Si a cosas iguales se añaden cosas iguales, los totales son iguales también.

Nociones comunes 3

Si a cosas iguales se quitan cosas iguales, los restos son iguales también.

Nociones comunes 4

Las cosas que coinciden entre sí son iguales entre sí.

Nociones comunes 5

El todo es mayor que la parte.” (Euclides, 1991, pp. 189-201).

Partiendo de la concepción de punto, se extiende a la línea, llegando a la superficie, hasta establecer las figuras planas: círculo y las figuras encerradas entre líneas rectas (triángulo, cuadrilátero, entre otras), hasta concebir la idea de lo paralelo (líneas que guardan la misma dirección (apertura angular) pero que no se tocan, por más que “sus extremos se extiendan”).

También es de notar que el círculo, figura encerrada por una sola línea, la circunferencia, es concebido desde la antigüedad como una figura perfecta, desde la filosofía antigua. Nosotros podemos observar con la precisión matemática el porqué de esta creencia.

En las ciencias en general se tiende a hablar de la unidad de principio: el que todas las cosas de la existencia se expliquen a través de una cuantía finita de principios, como sucede, por ejemplo, con la ley de la gravitación universal.

“Las nociones que forman parte de otras nociones, son positivas o negativas; conocemos por las primeras lo que es la cosa y por las últimas lo que no es.

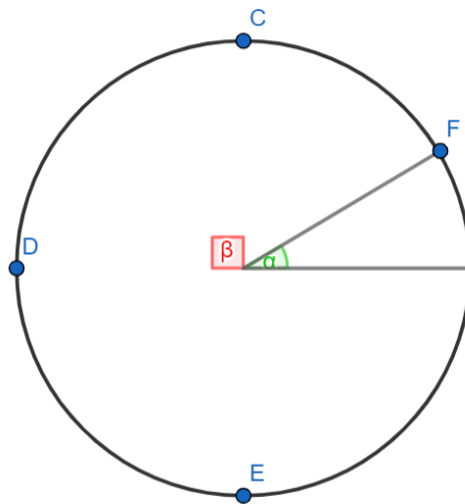
Las nociones negativas sirven para salvarnos del error; no son, pues, necesarias en el caso en que sea imposible engañarnos. Son muy necesarias y de suma importancia para la noción que nos formamos de un ser tal como Dios.

Por medio de las nociones positivas pretendemos, pues, comprender alguna cosa; por medio de las negativas (a las cuales pueden reducirse todas las parciales), únicamente estamos a salvo de comprender mal, o mejor dicho, no nos engañamos, pero acostumbrándonos a no conocer nada de la cosa.

Las nociones elementales son importantes y fecundas, o insignificantes y vacías. Una noción tiene el primero de estos caracteres, cuando constituye un principio de conocimiento abundante en consecuencias importantes, sea por razón de su aplicación interna o de derivación, en tanto que basta para conocer mucho de la cosa, sea por razón de su aplicación externa o de comparación, en tanto que sirve para conocer la semejanza de una cosa con otras muchas, como también la diferencia entre aquella y estas” (Kant, 2003, pp. 39-40).

De la misma forma, la circunferencia o línea que delimita a la figura plana del círculo parte de una misma y única línea, a partir de ella pueden explicarse múltiples fenómenos matemáticos, tales como π (3,141592654), los radianes, las identidades trigonométricas (seno, coseno), entre otras (Figura 2).

Figura 2: *Circunferencia, elementos identificables, generado con software Geogebra*



Nota: *Elaboración propia*

Si suponemos que el valor de los radios de la circunferencia es 1, de tal forma que todos los puntos identificables en la misma se unan con el centro mediante una línea cuya distancia es igual a 1, se puede obtener el valor de la función seno y coseno, en donde los valores de su variable independiente serán iguales a los puntos identificables en la circunferencia, o los radianes.

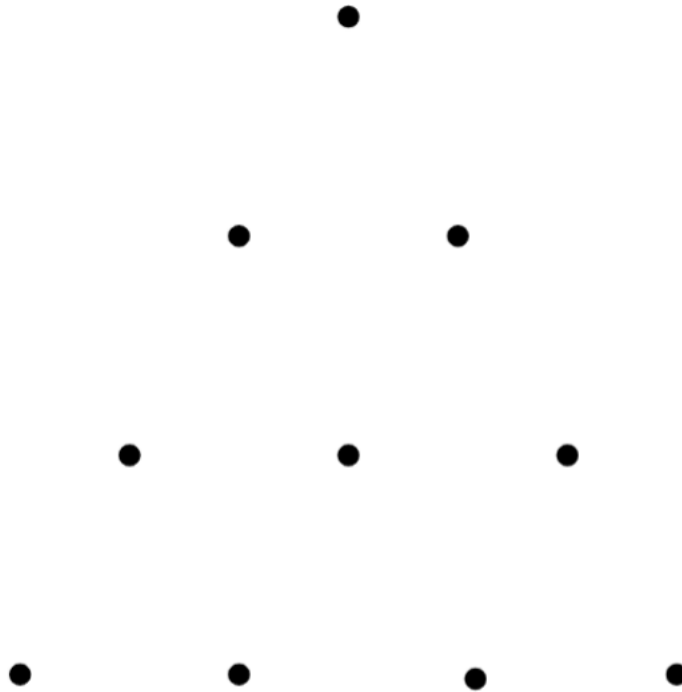
El sustrato del triángulo de Pascal, en su figura y profundidad, también esa hallada en la figura mítico-matemática de la tetraktys, suerte de expresión geométrica de los entes matemáticos.

“Los pitagóricos consideraron a la τετρακτύς (tetraktys), una suerte de ‘paradigma numérico’ del resto de los sistemas posibles. Ellos acostumbraban a arreglar números en formas geométricas, y no faltan registros de la antigüedad acerca de las propiedades de las formaciones triangulares, pentagonales, cuadradas, etc. Guthrie afirma que la observación de que las relaciones entre los diferentes tipos de ‘números geométricos’ siguen ciertos patrones definidos, seguramente propició la disputa pitagórica de que el estudio matemático es un camino importante hacia la percepción de leyes universales (Figura 3).

Parece ser muy apropiado afirmar que la τετρακτύς simboliza, como la escala musical, una imagen diferenciada de la Unidad, que procede desde el Uno (el punto), a través

de la línea (dos puntos), la superficie (tres puntos) para arribar finalmente al tetraedro, la primera forma tridimensional: ¡la Unidad surgiendo de la multiplicidad! Una verdadera cosmogénesis” (Gramaglia, s/f, p. 9).

Figura 3: *Tetraktys pitagórica, generado con software Geogebra*



Nota: *Elaboración propia*

Asimismo, dos de los entes más constantes que existen en las matemáticas son las progresiones, específicamente, la progresión geométrica y la progresión aritmética. La aritmética es aquella en la que la ley de continuidad se valúa en la diferencia entre los elementos de la sucesión: (1, 3, 5, 7, 9, 11, ..., n, n+2).

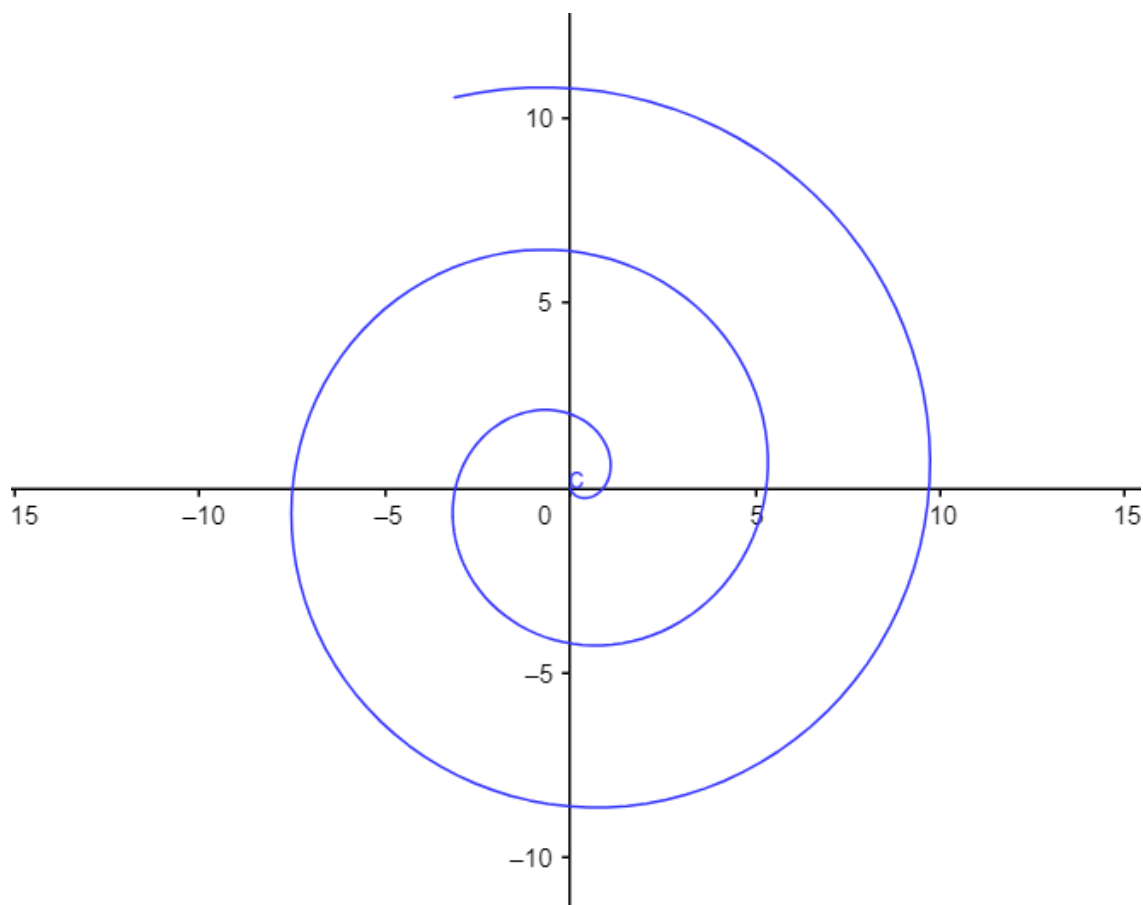
$$\mathbf{a \text{ y } d / a, a+d, a+2d, \dots, a+nd}$$

Mientras que la geométrica es aquella cuya ley de continuidad se valúa en el factor establecido entre los elementos de la sucesión: (2, 4, 8, 16, 32, ..., n, n*2).

$$\mathbf{a \text{ y } r / a, ar, ar^2, \dots, ar^n}$$

Las progresiones son usadas para analizar fenómenos de la realidad, como en la economía con el malthusianismo, consistiendo en la perspectiva de que la producción de alimentos será menor que la reproducción humana, o en el estudio de las leyes de la percepción, con Weber-Fechner, en las que las magnitudes de los fenómenos físicos serán mayores que las magnitudes de las percepciones. Como también en el estudio de las espirales, sea la espiral de Arquímedes y la espiral logarítmica (Figura 4).

Figura 4: *Espiral de Arquímedes, generado con software Geogebra*



Nota: *Elaboración propia*

Por otra parte, las matemáticas en su armazón conceptual como ciencia, se despliegan mediante una metodología, llamada método geométrico: parten de una serie de conceptos intuitivos, para concluir de manera deductiva sobre lo que se desea demostrar.

“En toda consideración sobre el carácter de una ciencia, hay que distinguir entre objetos y sus relaciones y propiedades de los objetos y sus relaciones.

Objeto, desde el punto de vista de la ciencia, no tiene que ser necesariamente una cosa material [...].

La inteligencia humana tiene conocimiento de los objetos de diversas maneras. Hay conocimientos puramente intuitivos, es decir, conocimientos que logramos por intuición sensible, por contacto directo con los objetos sin que medien para ello otros conocimientos anteriores. La mente los capta sin razonamiento alguno. De este tipo es el conocimiento de espacio, materia, unidad, pluralidad, ordenación y correspondencia, entre otros.

Estos conocimientos reciben el nombre de conceptos primitivos o intuitivos y también el de nociones intuitivas, y tienen mucha importancia como fundamento de la Ciencia Matemática. La definición expresa una noción compleja mediante la enumeración de las nociones más simples que la integran. Por eso se dice que los objetos representados por las nociones intuitivas no son definibles, por no existir nociones previas que las integren.

Las propiedades de los conceptos primitivos y de los conceptos definibles forman, por decirlo así, toda la armazón teórica de la Ciencia Matemática y se enuncian en forma de proposiciones lógicas, evidentes o no. Estas propiedades son los postulados y los teoremas. Del mismo modo que existen los conceptos primitivos, hay ciertas propiedades fundamentales de carácter también intuitivo y, por tanto, de captación espontánea. Son los postulados.

Postulado es una verdad intuitiva que tiene suficiente evidencia para ser aceptada como tal. Hay otras propiedades que han ido surgiendo a partir de un corto número de propiedades intuitivas. Tienen carácter eminentemente deductivo; requiriéndose este tipo de razonamiento lógico (demostración) para que puedan ser aceptados con el carácter de verdades absolutas. Son los teoremas.

Teorema es, pues, una verdad no evidente, pero demostrable. Tanto el teorema como el postulado tienen una parte condicional (hipótesis) y una conclusión (tesis) que se supone se cumple caso de tener validez la hipótesis. En el postulado este cumplimiento se acepta tácitamente. En el teorema es necesaria la demostración, que consiste en una serie de razonamientos eslabonados, los cuales se apoyan en propiedades intuitivas (postulados), en otros teoremas ya demostrados o en ambos.

El lema es un teorema que debe anteponerse a otro por ser necesario para la demostración de este último. El corolario es una verdad que se deriva como consecuencia de un teorema. El escolio es una advertencia u observación sobre alguna cuestión matemática” (Baldor, 1985-1986, pp. 10-12).

El estudio de la lógica es un preámbulo obligatorio de todas las ciencias, ya que este saber se considera que es un instrumento, *organon* o propedéutica, en la adquisición del pensar claro en los demás saberes.

“La lógica es el estudio de los métodos y principios que se usan para distinguir el razonamiento bueno (correcto) del malo (incorrecto). Esta definición no implica que sólo el estudiante de lógica pueda razonar bien o correctamente. Pensar así es tan erróneo como creer que para correr bien se requiere estudiar la física y la fisiología asociadas con esa actividad. Algunos atletas excelentes ignoran por completo los procesos complejos que tienen lugar en el interior de su cuerpo cuando están compitiendo. Sobra decir que los viejos profesores que saben mucho al respecto no se atreverían a incursionar en el terreno atlético. Aun con el mismo aparato nervioso y muscular básico, la persona que posee tales conocimientos no puede sobrepasar al ‘atleta natural’.

Pero dada la misma inteligencia nata, es más probable que una persona que ha estudiado lógica razone correctamente y menos probable que así razone una persona que nunca ha reflexionado acerca de los principios generales involucrados en esa actividad. Hay varias razones que explican esto. Primera, el estudio apropiado de la lógica la entenderá lo mismo como un arte que como una ciencia, y el estudiante se ejercitará en cada una de las partes de la teoría que está aprendiendo. En este como en cualquier otro caso, la práctica llevará al perfeccionamiento. Segunda, una parte tradicional del estudio de la lógica ha sido el examen y el análisis de las falacias, que son errores muy frecuentes y ‘naturales’ del razonamiento.

Esta parte del tema proporciona una visión más cabal acerca de los principios del razonamiento en general y de que la familiaridad con esas trampas nos ayuda a evitar caer en ellas. Por último, el estudio de la lógica proporcionará a los estudiantes técnicas y métodos para verificar la corrección de muchos tipos diferentes de razonamiento, incluyendo el suyo propio; y cuando los errores se pueden detectar fácilmente, es menos probable que perduren.

En ocasiones, la apelación a las emociones es un recurso eficaz. Pero la apelación a la razón es más efectiva a la larga y se puede verificar y evaluar mediante criterios que definen la corrección de un argumento. Si estos criterios no se conocen, entonces no se pueden aplicar. El estudio de la lógica ayuda a descubrir y utilizar estos criterios de corrección de argumentos que pueden usarse.

Frecuentemente, se ha definido a la lógica como la ciencia de las leyes del pensamiento. Pero esta definición, aunque proporciona una clave para comprender la naturaleza de la lógica, no es apropiada. En primer lugar, el pensamiento es estudiado por los psicólogos. La lógica no puede ser ‘la’ ciencia de las leyes del pensamiento porque la

psicología también es una ciencia que trata de las leyes del pensamiento (entre otras cosas). Y la lógica no es una rama de la psicología; es un campo de estudio diferente e independiente.

En segundo lugar, si 'pensamiento' se refiere a cualquier proceso que tiene lugar en la mente de las personas, no todos los pensamientos son objeto de estudio de los lógicos. Todo razonamiento es un pensamiento, pero no todo pensamiento es razonamiento. Así, uno puede pensar en un número del uno al diez, como sucede en un juego de salón, sin hacer 'razonamiento' alguno acerca de él. Hay varios procesos mentales o tipos de pensamiento que son diferentes del razonamiento.

Uno puede recordar algo, imaginarlo o lamentarse de él, sin hacer razonamiento alguno en torno a ello. O puede dejar que los pensamientos 'sigan su curso' en un ensueño o en una fantasía, haciendo lo que los psicólogos llaman asociación libre, en la cual una imagen reemplaza a otra en un orden que no es lógico.

La secuencia de pensamientos en esa asociación libre frecuentemente tiene mucho significado y algunas técnicas psiquiátricas recurren a ella. El conocimiento que se logra del carácter de una persona al internarse en el curso de su flujo de ideas es la base de una técnica literaria muy eficaz iniciada por James Joyce en su novela *Ulises*. Por el contrario, si de antemano se conoce bien el carácter de una persona es posible reconstruir, o aun anticipar, el curso del flujo de ideas de esa persona.

Sherlock Holmes, recordemos, acostumbraba a romper los silencios de su amigo Watson para responder la misma pregunta a la que el doctor Watson se había visto 'llevado' en sus meditaciones. Esto parece mostrarnos que hay algunas leyes que gobiernan la ensoñación, pero éstas no son objeto de estudio de los lógicos. Las leyes que describen el curso de la mente en el sueño son psicológicas, no lógicas. La definición de la 'lógica' como la ciencia de las leyes del pensamiento, la presenta como incluyendo demasiado. A veces se define a la lógica como la ciencia del razonamiento. Esta definición es mucho mejor, pero también resulta inapropiada.

El razonamiento es una forma especial de pensamiento en la cual se resuelven problemas, se realizan inferencias, esto es, se extraen conclusiones a partir de premisas. Es un tipo de pensamiento, sin embargo, y por lo tanto, forma parte de los temas que interesan al psicólogo. Tal como los psicólogos examinan el proceso de razonamiento, encuentran que es extremadamente complejo, altamente emotivo, consistente de procedimientos de ensayo y error iluminados por momentos súbitos, y en ocasiones en apariencia irrelevantes, de comprensión o intuición. Estos destellos son muy importantes para la psicología.

El lógico, empero, está interesado esencialmente en la corrección del proceso completo de razonamiento. El lógico pregunta: ¿Tiene solución el problema?, ¿se sigue la conclusión de las premisas que se han afirmado o supuesto?, ¿las premisas proporcionan buenas razones para aceptar la conclusión? Si el problema queda resuelto, si las premisas proporcionan las bases adecuadas para afirmar la conclusión, si afirmar las premisas constituye una verdadera garantía para afirmar la verdad de la conclusión, entonces el razonamiento es correcto. De lo contrario, es incorrecto. Esta distinción entre el razonamiento correcto e incorrecto es el problema central con el que trata la lógica. Los métodos y técnicas del lógico se han desarrollado con el propósito fundamental de aclarar esta distinción.

Todo razonamiento (independientemente de su objeto) es de interés para el lógico, pero fijando su atención especialmente en la corrección como punto central de la lógica” (Copi & Cohen, 2007, pp. 17-19).

Asimismo, el lenguaje lógico es especial frente a otros tipos de lenguaje. Es decir, no todo lenguaje cae bajo el dominio de la lógica como ciencia formal.

“Algún orden ha de imponerse en esa vertiginosa variedad de usos del lenguaje dividiéndolos en tres categorías generales: la informativa, la expresiva y la directiva. Esta triple división es, de hecho, una simplificación, quizás una sobresimplificación, pero muchos autores dedicados a la lógica y al lenguaje la han encontrado muy útil.

El primero de estos usos del lenguaje es comunicar información. Ordinariamente, esto se logra mediante la formulación y afirmación (o negación) de proposiciones. El lenguaje usado para afirmar o negar proposiciones, o para presentar argumentos, se dice que sirve a la función informativa. Aquí usamos la palabra ‘información’ para incluir la desinformación o la mala información; proposiciones falsas lo mismo que verdaderas, argumentos correctos e incorrectos. El discurso informativo se usa para describir el mundo y para razonar acerca de él. No importa si los hechos que se alegan son importantes o no, si son generales o particulares, en todo caso, el lenguaje se usa para describirlos o reportarlos, esto es, se usa informativamente.

Del mismo modo que la ciencia nos proporciona los ejemplos más claros de discurso informativo, así, la poesía lírica nos muestra los mejores ejemplos del lenguaje que sirve a una función expresiva. Las siguientes líneas de Quevedo:

*Es hielo abrasador, es fuego helado,
es herida, que duele y no se siente,
es un soñado bien, un mal presente,*

es un breve descanso muy cansado

desde luego no intentan informarnos de hechos o teorías concernientes al mundo. Aquí, el poeta no está interesado en el conocimiento, sino en los sentimientos y actitudes. El pasaje no ha sido escrito para describir información, sino para expresar ciertas emociones que el poeta siente y para evocar sentimientos similares en el lector. El lenguaje sirve a la función expresiva siempre que se usa para expresar o inducir sentimientos o emociones. Aquí hemos estado usando el término ‘expresar’ en una forma un poco más limitada de lo usual. Es perfectamente natural hablar de expresar un sentimiento, una emoción o una actitud. Pero uno habla también, de manera habitual, de expresar una opinión, una creencia o una convicción. Para evitar confundir las funciones informativa y expresiva del lenguaje, hablaremos más bien de enunciar o declarar una opinión o una creencia, y reservaremos el término ‘expresar’ en este capítulo, para referirnos a la revelación o comunicación de sentimientos, emociones y actitudes.

El lenguaje obedece a la función directiva cuando intenta ocasionar (o evitar) que se realicen ciertas acciones (Tabla 5). Los ejemplos más claros son las órdenes y las peticiones. Cuando un padre le dice a su hijo que se lave las manos antes de comer, la intención no consiste en comunicar una información o en expresar o evocar una emoción en particular. El lenguaje intenta, en este caso, obtener resultados, ocasionar la acción del tipo previsto. Cuando el asistente a una obra de teatro dice a la encargada de la taquilla ‘Dos, por favor’, el lenguaje se usa de nuevo en forma directiva para producir una acción. La diferencia entre órdenes y peticiones puede ser sutil, porque casi cualquier orden puede convertirse en una petición si se usa el tono adecuado de voz o se añade la expresión ‘por favor’. Una pregunta se puede clasificar también como un discurso directivo cuando, como sucede ordinariamente, se pide respuesta a ella» (Copi & Cohen, 2007, pp. 94-96).

Tabla 5: *Tipos de lenguaje y sus características*

Funciones del lenguaje	Características
<i>Informativo</i>	Comunica información
<i>Directivo</i>	Mandato imperativo
<i>Expresivo</i>	Expresa sentimientos y emociones, es figurativo.

Nota: *Elaboración propia*

Capítulo II

Ciencias fácticas I

Como vimos en el capítulo anterior, las matemáticas y la lógica hacen parte del esquema formal del mundo, sus fenómenos y expresiones, a tal punto que los saberes fácticos hacen uso de las mismas para abordar sus objetos materiales específicos. La física, por su parte, despliega su saber en el uso de las matemáticas, lo cual será patente entenderlo con la explicación de qué es una cantidad, y qué cantidad usa la física.

Las magnitudes y las cantidades son:

- *continuas*
- *discretas*
- *escalares*
- *vectoriales*

“Magnitudes continuas son aquellas que, como la longitud y el volumen, dan idea de totalidad, sin partes o elementos naturales identificables [...]. Magnitudes discontinuas son las pluralidades de cosas, como las pluralidades de libros, de mesas, de rectas, etc. Estas magnitudes también se llamas discretas. Magnitudes escalares son las que no poseen dirección, como la longitud, el peso, el área, el volumen, el tiempo. Estas magnitudes quedan completamente definidas por un número que expresa su medida. Magnitudes vectoriales son las que poseen dirección y sentido, como la fuerza y la velocidad. Para que estas magnitudes queden definidas no basta conocer su valor, representado por un número, sino que es necesario, además, conocer su dirección y su sentido” (Baldor, 1985-1986 pp. 8-9).

En la física, como puede verse, se hace uso de las magnitudes escalaras y vectoriales, puesto que sus entes son conocidos mediante su valor y si tienen dirección, son posicionados en tanto vectores.

“El propósito de la física es proporcionar un entendimiento del mundo material mediante el desarrollo de teorías que surgen de observaciones experimentales. Una teoría física, por lo general expresada de manera matemática, describe cómo funciona un sistema físico. La teoría establece ciertas predicciones respecto al sistema físico que pueden ser verificadas después. Si las predicciones que se producen corresponden fielmente a lo que se observa en la realidad, entonces se establece la teoría, aunque permanezca provisional. Actualmente ninguna teoría ha proporcionado una descripción completa de todo fenómeno físico, incluso dentro de una determinada subdisciplina de la física. Cada teoría es una obra de mejoramiento. Las leyes fundamentales de la física

incluyen cantidades físicas como fuerza, velocidad, volumen y aceleración, las cuales se describen en términos de cantidades básicas. En mecánica, son convención las tres cantidades longitud (L), masa (M) y tiempo (T); las otras cantidades físicas pueden ser estructuradas a partir de estas tres.

Para reportar el resultado de una medida de cierta cantidad física, debe definirse una unidad para la cantidad. Si, por ejemplo, se define la unidad básica de longitud que sea 1.0 metro y alguna persona que está familiarizada con el sistema de medida reporta que una pared es de 2.0 metros de alto, entonces la altura de la pared es dos veces la unidad básica de longitud. De la misma manera, si la unidad básica de la masa se define como 1.0 kilogramo y se dice que una persona tiene una masa de 75 kilogramos, entonces la persona tiene una masa 75 veces más grande que la unidad básica de masa. En 1960 una comisión internacional coincidió en un sistema patrón de unidades para las cantidades básicas de la ciencia, denominado SI (Système International). Sus unidades de longitud, masa y tiempo son el metro, kilogramo y segundo, respectivamente.

Longitud

En 1799 el metro se convirtió en el patrón legal de longitud en Francia, definido como una diezmillonésima de la distancia a partir del Ecuador hasta el Polo Norte. Hasta 1960, la longitud autorizada del metro fue la distancia entre dos líneas en una barra específica de una aleación de platino-iridio almacenado bajo condiciones controladas. Este modelo fue abandonado por varios motivos; el principal es que la medida de la separación entre las líneas no son lo suficientemente precisas. En 1960 el metro fue definido como 1650763.73 veces la longitud de onda de la luz rojo anaranjada emitida por una lámpara de kriptón-86. En octubre de 1983 esta definición también fue abandonada y el metro se redefinió como la distancia recorrida por la luz en el vacío durante el intervalo de tiempo de $1/299792458$ segundos. Esta última definición establece la rapidez de la luz en 299792458 metros por cada segundo.

Masa

La unidad de masa en el SI, el kilogramo, se define como la masa de un cilindro específico de aleación de platino-iridio que se guarda en la International Bureau of Weights and Measures en Sèvres, Francia (parecido al que se muestra en la figura 1.1a). [...] La masa es una cantidad que se utiliza para medir la resistencia a un cambio en el movimiento de un objeto. Es más difícil provocar una alteración en el movimiento de un objeto de masa considerable, que un objeto con una masa más pequeña.

Tiempo

Antes de 1960, el estándar de tiempo se definió en términos de la extensión promedio de un día solar en el año 1900. (Un día solar es el tiempo entre las apariciones consecutivas del Sol en el punto más alto que logra en el cielo cada día). La unidad básica de tiempo, el segundo, se define como $(1/60)(1/60)(1/24) = 1/86400$ del promedio del día solar. En 1967 el segundo fue definido una vez más al tomar ventaja de la alta precisión lograda con un reloj atómico, que aplica la frecuencia característica de la luz emitida a causa del átomo de cesio-133 como su ‘reloj de referencia’. Ahora el segundo se define como 9192631700 veces el periodo de oscilación de radiación a causa del átomo de cesio” (Serway & Vuille, 2012, pp. 1-2).

Antes de abordar los fenómenos propios de la física como ciencia, hay que entender a profundidad qué es lo que se quiere decir con “unidad”, eso que posibilita el entendimiento de las diferentes expresiones físicas. Contar y medir son dos operaciones que nacen de la conjunción del juego entre los tipos de cantidades y magnitudes, de cómo se relaciona la continuo y lo discreto, partiendo de la coordinación de conjuntos:

“Dos conjuntos son coordinables cuando entre sus elementos puede establecerse una correspondencia biunívoca o perfecta, de modo que a cada elemento del primer conjunto corresponda uno y sólo uno del segundo conjunto, y a cada elemento del segundo conjunto corresponda uno y sólo un elemento del primer conjunto.

A los conjuntos coordinables se les llama también equivalentes. [...] La serie o sucesión de conjuntos finitos en la cual cada conjunto tiene un elemento más que el conjunto anterior y en la que puede suponerse que A es un conjunto de un solo elemento, que tiene un elemento más que el conjunto nulo anterior o conjunto que carece de elementos, representa la sucesión fundamental de los conjuntos finitos. Añadiendo un elemento a un conjunto cualquiera de la sucesión fundamental, que eventualmente quisiera considerarse como el último, obtenemos uno mayor (siguiente). Añadiendo a éste un elemento más, obtenemos el que le sigue, y así sucesivamente.

En esta sucesión no hay dos conjuntos que sean coordinables entre sí. Por tanto, todo conjunto finito cualquiera es coordinable con uno y sólo con uno de la sucesión fundamental.

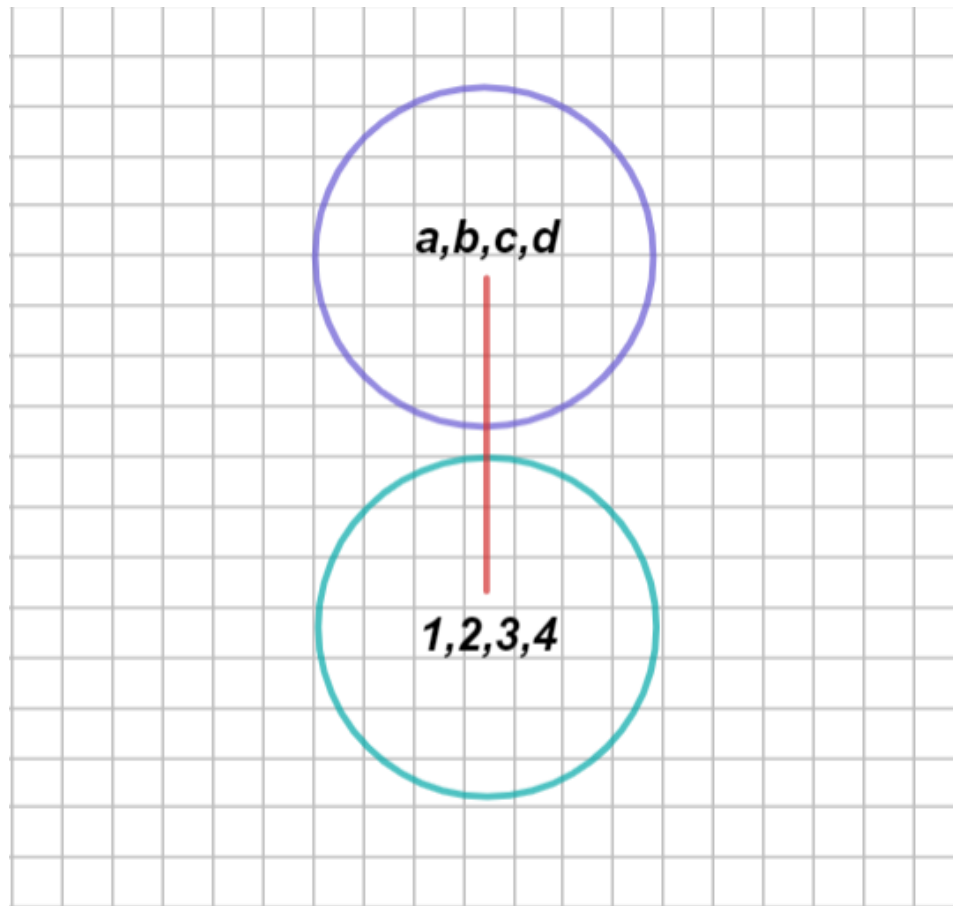
[...] Número natural es, pues, un concepto abstracto que simboliza cierta propiedad común a todos los conjuntos coordinables entre sí.

[...] El número cardinal de un conjunto representa el conjunto.

El número cardinal de un conjunto siempre es el mismo, cualquiera que sea el orden en que se cuenten sus elementos.

Todos los conjuntos coordinables entre sí tienen el mismo número cardinal, cualquiera que sea la naturaleza de sus elementos. El número cardinal representa todos los conjuntos coordinables entre sí, prescindiendo de la naturaleza y del orden de sus elementos” (Baldor, 1985-1986 pp. 17-24).

Figura 5: *Coordinación de conjuntos: a_1, b_2, c_3, d_4 , generado con software Geogebra*



Nota: *Elaboración propia*

La coordinación de conjuntos es una operación que con frecuencia se realiza. Para contar los objetos y coordinar conjuntos cuando sea necesario, se utiliza como conjunto de referencia un conjunto fijo que es el conjunto de los números naturales. Contar un conjunto es coordinar sus elementos con una parte de la serie de los números naturales comenzando por el 1.

[...] Cuando una cantidad continua ha sido real o imaginariamente seccionada en elementos artificiales iguales, el conjunto de estos elementos se comporta de una manera similar a las cantidades discretas y puede, por tanto, ser objeto de conteo.

El agua contenida en un recipiente (cantidad discreta) puede vaciarse en una serie de frascos iguales para después contar los frascos que resultan llenos, es decir, las porciones de agua contenidas en aquél. La distancia entre dos puntos (cantidad continua) puede ser también seccionada en partes iguales por varios puntos, para luego contar las distancias entre cada dos puntos consecutivos.

Medir es comparar dos cantidades homogéneas. Supongamos la longitud de una mesa y la longitud de una regla (cantidades homogéneas). Llevemos la longitud de la regla sobre la longitud de la mesa, y supongamos que cabe exactamente doce veces. Hemos medido la longitud de la mesa con la longitud de la regla. Una de las cantidades, en este caso la longitud de la regla, se llama unidad de medida. La otra cantidad es la cantidad que se mide. Pudiera medirse también en forma similar la superficie de la pizarra con la superficie de una hoja de papel; el peso de un libro con el peso de otro libro, etc.

A diferencia de lo que sucede con las cantidades discretas, las unidades de medida no son naturales, sino convencionales” (Baldor, 1985-1986, pp. 21-22). Como ya se ve, medir es una forma particular de contar, que se traduce en coordinar un conjunto particular con otro fijo, sea este el conjunto de la sucesión fundamental de los números.

Entre las múltiples expresiones que completan el mundo físico, tenemos:

- **Fuerza**
- **Energía**
- **Estados de la materia**
- **Termodinámica**
- **Vibraciones y ondas**

“Todas las fuerzas fundamentales conocidas en la naturaleza son campos de fuerza. Éstas son, en orden de intensidad decreciente, 1) la fuerza nuclear fuerte entre partículas subatómicas, 2) las fuerzas electromagnéticas entre cargas eléctricas, 3) la fuerza nuclear débil que surge en ciertos procesos de decaimiento radiactivo y 4) la fuerza gravitacional entre objetos. La fuerza fuerte mantiene el núcleo de un átomo en vuelo separado debido a la fuerza eléctrica repulsiva de los protones. La fuerza débil se incluye en la mayoría de los procesos radiactivos y juega un papel importante en las reacciones nucleares que genera la emisión energética del Sol. Las fuerzas fuerte y débil funcionan sólo a escala nuclear, con un alcance muy corto del orden de 10^{-15} m. Fuera de este alcance, no tienen influencia. De

cualquier modo, la física clásica sólo se relaciona con las fuerzas gravitacional y electromagnética, que tienen un alcance infinito” (Serway & Vuille, 2012, p. 87).

Tabla 6: *Fuerzas fundamentales y sus características*

Tipos de fuerza	Características
<i>Nuclear fuerte</i>	Relación de las partículas subatómicas
<i>Electromagnetismo</i>	Relación entre las cargas eléctricas (procesos entre fotones)
<i>Nuclear débil</i>	Relación en el decaimiento radioactivo
<i>Fuerza gravitacional</i>	Relación entre la masa y el campo gravitacional

Nota: *Elaboración propia*

“[...] Energía es uno de los conceptos más importantes en el mundo de la ciencia. El uso cotidiano de la energía se asocia con el combustible necesario para el transporte y calefacción, con electricidad para la iluminación y aparatos eléctricos y con los alimentos que consumimos. De cualquier modo, estas asociaciones no dicen qué es la energía, sólo lo que hace, y lo que produce requiere combustible.

La energía está presente en el Universo en una variedad de formas, que incluyen energía mecánica, química, electromagnética y nuclear. Incluso la masa inerte de la materia común contiene una gran cantidad de energía. Aunque la energía se puede transformar de una clase a otra, a la fecha todas las observaciones y experimentos sugieren que la cantidad total de energía en el Universo nunca cambia. Esto también es verdadero para un sistema aislado, un conjunto de objetos que pueden intercambiar energía entre sí, pero no con el resto del Universo.

Si una forma de energía en un sistema aislado disminuye, entonces otra forma de energía debe aumentar en el sistema. Por ejemplo, si el sistema consiste en un motor conectado a una batería, ésta convierte la energía química a energía eléctrica, y el motor convierte energía eléctrica a energía mecánica. En todas las ciencias es esencial comprender cómo cambia la energía de una forma a otra” (Serway & Vuille, 2012, p. 124).

“[...] La materia se clasifica normalmente al encontrarse en uno de tres estados: sólido, líquido o gas. Frecuentemente, este sistema de clasificación se extiende para incluir un cuarto estado de la materia llamado plasma. Cada día, la experiencia nos enseña que un sólido tiene un volumen y forma definidos. Un ladrillo, por ejemplo, mantiene su peculiar forma y tamaño en todo momento. Un líquido tiene un volumen definido, pero no una forma definida. Cuando se llena el tanque de una cortadora de césped, la gasolina cambia su forma: de aquella del contenedor original a la forma del tanque; sin

embargo, el volumen no cambia. Un gas se diferencia de los sólidos y líquidos en que no tiene forma ni volumen definidos; no obstante, dado que el gas puede fluir, comparte muchas propiedades con los líquidos.

Toda la materia está compuesta por alguna distribución de átomos. Los átomos en un sólido, unidos por fuerzas que son principalmente eléctricas, están localizados en posiciones específicas con respecto a unos y otros y vibran sobre dichas posiciones. A bajas temperaturas, la vibración es poca y los átomos pueden considerarse esencialmente fijos. Cuando se introduce energía al material, la vibración aumenta. Un átomo que vibra puede verse como si estuviese unido a otros átomos vecinos por medio de resortes que limitan la posición a un estado de equilibrio [...]. Es posible imaginar fuerzas externas aplicadas a los resortes cuando éstos se comprimen. Cuando dichas fuerzas son eliminadas, el sólido tiende a regresar a su forma y tamaño originales. En consecuencia, se dice que el sólido tiene elasticidad. Los sólidos pueden clasificarse ya sea como cristalinos o amorfos. En un sólido cristalino, los átomos tienen una estructura ordenada. Por ejemplo, en un cristal de cloruro de sodio (sal de mesa común), los átomos de cloro y sodio se sitúan alternadamente en las esquinas de un cubo [...]. En un sólido amorfo, como el vidrio, los átomos están arreglados casi de manera aleatoria [...]. Para cualquier sustancia, el estado líquido existe a temperaturas mayores que en el estado sólido.

Las fuerzas intermoleculares en un líquido no son lo suficientemente grandes para mantener las moléculas en posiciones fijas, por lo que éstas deambulan en forma aleatoria a través del líquido. Tanto sólidos como líquidos comparten la propiedad de que cuando se les intenta comprimir, grandes fuerzas atómicas repulsivas actúan internamente para resistir la compresión. En estado gaseoso, las moléculas están en constante movimiento aleatorio y ejercen sólo fuerzas débiles entre ellas. La distancia promedio entre las moléculas en un gas es bastante grande comparada con el tamaño de éstas. Ocasionalmente, las moléculas colisionan entre ellas, pero la mayor parte del tiempo se mueven casi en completa libertad sin interacción alguna. Como resultado de esto, a diferencia de los sólidos y líquidos, los gases pueden comprimirse fácilmente. Se hablará más acerca de los gases en los capítulos siguientes. Cuando un gas es calentado a altas temperaturas, muchos de los electrones que rodean cada átomo son liberados del núcleo.

El sistema resultante es una colección de partículas libres cargadas eléctricamente: electrones cargados negativamente y iones cargados positivamente. Un estado de la materia altamente ionizado que contiene cantidades iguales de cargas positivas y cargas negativas es llamado plasma. A diferencia de un gas neutral, las fuerzas eléctricas y magnéticas de largo alcance permiten a los constituyentes del plasma interactuar entre ellos. Los plasmas se encuentran dentro de las estrellas y en discos añadidos alrededor

de hoyos negros, por ejemplo, y son mucho más comunes que los estados sólido, líquido y gaseoso, ya que existen muchas más estrellas alrededor que otra forma de materia celeste.

La materia común, sin embargo, constituye sólo cerca de 5% de toda la materia en el Universo. Observaciones en los últimos años han apuntado a la existencia de una materia oscura invisible, la cual afecta el movimiento de las estrellas que orbitan en el centro de las galaxias.

La materia oscura podría comprender hasta 25% de la materia en el Universo, muchas veces más que la cantidad de materia común. Finalmente, “*la rápida aceleración del Universo en expansión podría conducir a un estado aún más misterioso de la materia llamado energía oscura, la cual podría constituir 70% de la materia en el Universo*” (Serway & Vuille, 2012, p. 277-279).

“[...] ¿Cómo puede el agua atrapada hacer volar la cima de un volcán en una gran explosión? ¿Qué causa que una acera o un camino se fracturen y se deformen espontáneamente cuando cambia la temperatura? ¿Cómo puede la energía térmica aprovecharse para hacer un trabajo, haciendo funcionar motores y turbinas que hacen casi todo posible en la vida moderna? Contestar estas y otras preguntas relacionadas está en el dominio de la física térmica, el estudio de la temperatura, el calor y cómo afectan la materia. Las descripciones cuantitativas de fenómenos térmicos requieren de definiciones cuidadosas de los conceptos de temperatura, calor y de la energía interna. El calor conduce a cambios en la energía interna y, a su vez, a cambios en la temperatura que causan la expansión o la contracción de la materia. Tales cambios pueden dañar los caminos y los edificios, crear fracturas y tensiones en el metal y hacer que materiales duros y rígidos se hagan flexibles y frágiles; esto último nos puede llevar a desastres que nos desafían y que hay que enfrentar. Los cambios de energía interna también se pueden aprovechar para el transporte, la construcción y la preservación de alimentos. Los gases se aprovechan de manera que la energía térmica produzca un trabajo. Dentro de rangos normales de temperatura, un gas que actúa como un gran conjunto de partículas que no interactúan recíprocamente, se llama un gas ideal. Tales gases se pueden estudiar en una escala macroscópica o microscópica. En la escala macroscópica, la presión, el volumen, la temperatura y el número de partículas asociadas a un gas se pueden relacionar en una sola ecuación conocida como ley de los gases ideales. En la escala microscópica, un modelo llamado la teoría cinética de los gases representa los componentes de un gas como partículas pequeñas. Este modelo nos permitirá entender cómo los procesos en escala atómica afectan características macroscópicas como la presión, la temperatura y la energía interna.”

La temperatura se asocia comúnmente con qué tan caliente o frío se siente un objeto cuando lo tocamos. Nuestros sentidos nos proveen de información cualitativa de la temperatura, pero esta información no es confiable y a menudo es engañosa. Por ejemplo una bandeja de metal con hielo se siente más fría en la mano, que un paquete de vegetales congelados a la misma temperatura, porque los metales conducen la energía térmica más rápidamente que un paquete de cartón. Lo que necesitamos es un método más confiable y reproducible para hacer medidas cuantitativas, que lo que establecen los subjetivos ‘caliente’ o ‘frío’ relativos al método de los objetos asociados solamente con la temperatura. Para hacer tales mediciones, los científicos han desarrollado diferentes tipos de termómetros. Cuando están colocados en contacto mutuo, dos objetos de diferentes temperaturas iniciales, alcanzarán eventualmente una temperatura intermedia común. Por ejemplo, si una taza de café caliente se refresca con un cubo de hielo, el hielo eleva su temperatura y se derrite mientras que la temperatura del café disminuye. Entender el concepto de temperatura requiere comprender las ideas de contacto térmico y equilibrio térmico. Dos objetos están en contacto térmico si pueden intercambiar energía entre ellos. Dos objetos están en equilibrio térmico si están en contacto térmico y no hay intercambio neto de energía entre ellos. Al intercambio de energía entre dos objetos debido a sus diferencias de temperatura se le llama calor [...]. Usando estas ideas, podemos desarrollar una definición formal de la temperatura. Considere dos objetos A y B que no están en contacto térmico uno con el otro y un tercer objeto C que actúa como termómetro, un dispositivo calibrado para medir la temperatura de un objeto. Deseamos determinar si A y B estarían en equilibrio térmico si fueran colocados en contacto térmico. El termómetro (objeto C) se coloca primero en contacto térmico con A hasta que se alcanza el equilibrio térmico, como en la figura 10.1a, con lo cual la lectura del termómetro se registra. Después, el termómetro se coloca en contacto térmico con B y su lectura se registra otra vez cuando se establece el equilibrio. Si las dos lecturas son iguales, entonces A y B están en equilibrio térmico uno con el otro. Si A y B se colocan en contacto térmico uno con otro, como en la figura 10.1c, no hay transferencia neta de energía entre ellos” (Serway & Vuille, 2012, pp. 331-332).

“El movimiento periódico, desde masas sobre resortes hasta vibraciones de átomos, es una de las clases más importantes de comportamiento físico. [Con] la ley de Hooke, donde la fuerza es proporcional al desplazamiento, tendiendo a restaurar a los objetos a una cierta posición de equilibrio. Una gran cantidad de sistemas físicos se pueden modelar con éxito con esta simple idea, incluyendo las vibraciones de cuerdas, la oscilación de un péndulo y la propagación de las ondas de todas las clases. Todos estos fenómenos físicos involucran un movimiento periódico. Las vibraciones periódicas pueden causar perturbaciones que se mueven en un medio bajo la forma de ondas. Muchas clases de ondas se observan en la naturaleza como ondas acústicas,

ondas del agua, ondas sísmicas y ondas electromagnéticas” (Serway & Vuille, 2012, p. 437).

Capítulo III

Ciencias fácticas II

Se cree que desde la perspectiva filosófica en las ciencias fácticas, el aprendizaje implica un número significativo de problemas que no les importan los científicos, porque estos no son sus propios problemas de la praxis, definición y clasificación de conceptos científicos, cuestiones de condiciones de aprendizaje teórico, la naturaleza de los derechos científicos, lógica, evolución y cambio de teorías científicas, contraste experimental de hipótesis y teoría, lógica de conclusiones científicas. Estos temas y muchos otros temas están interesados en la filosofía o la ciencia teórica son la naturaleza de los métodos, la lógica, la conciencia de los ensayos y la semántica que agotó el tema de la filosofía científica es la disciplina. Mientras que la ciencia descubre el mundo, la teoría de la investigación científica, ósea la filosofía de la ciencia tiene en cuenta tanto los problemas sistemáticos de la actividad científica como sus aspectos históricos, es decir, los cambios científicos.

Pero en cuanto a la naturaleza de la teoría científica, también es necesario preguntarse si es una materia empírica dedicada a describir y determinar la estructura lógica de los productos y métodos científicos y desarrollar conocimiento o no, por el contrario, si le corresponde idear los principios que guían la actividad científica práctica. La frecuente apelación a la afirmación de que la tarea de la filosofía de la ciencia es lograr una reconstrucción racional de la ciencia, Es un remanente del antiguo modelo formal de la filosofía de la ciencia, que dominó en gran medida hasta finales del siglo 20. Pero esto no está exento de dudas, porque todo la reconstrucción racional de la ciencia se lleva a cabo desde una perspectiva filosófica particular, o susceptible a una determinada interpretación filosófica, como la biología; es un saber que tuvo interés desde tiempos de Aristóteles: cómo compartimos un tronco común con otras especies. Así, con Charles Darwin y su naturalismo descubrimos que existen leyes operatorias en las que caen todos los seres vivos:

“Tenemos buen fundamento para creer [...] que los cambios en las condiciones de vida producen una tendencia a aumentar la variabilidad, y en los casos precedentes las condiciones han cambiado, y esto sería evidentemente favorable a la selección natural, por aportar mayores probabilidades de que aparezcan variaciones útiles. Si no aparecen éstas, la selección natural no puede hacer nada. No se debe olvidar nunca que en el término variaciones están incluidas simples diferencias individuales. Así como el hombre puede producir un resultado grande en las plantas y animales domésticos sumando en una dirección dada diferencias individuales, también lo pudo hacer la selección natural, aunque con mucha más facilidad, por tener tiempo incomparablemente mayor para obrar.

No es que yo crea que un gran cambio físico, de clima, por ejemplo, o algún grado extraordinario de aislamiento que impida la inmigración, es necesario para que tengan que quedar nuevos puestos vacantes para que la selección natural los llene, perfeccionando algunos de los habitantes que varían; pues como todos los habitantes de cada región están luchando entre sí con fuerzas delicadamente equilibradas, modificaciones ligerísimas en la conformación o en las costumbres de una especie le habrán de dar muchas veces ventaja sobre otras, y aun nuevas modificaciones de la misma clase aumentarán con frecuencia todavía más la ventaja mientras la especie continúe en las mismas condiciones de vida y saque provecho de medios parecidos de subsistencia y defensa. No puede citarse ningún país en el que todos los habitantes indígenas estén en la actualidad tan perfectamente adaptados entre sí y a las condiciones físicas en que viven que ninguno de ellos pueda estar todavía mejor adaptado o perfeccionado; pues en todos los países los habitantes indígenas han sido hasta tal punto conquistados por producciones naturalizadas, que han permitido a algunos extranjeros tomar posesión firme de la tierra. Y como los extranjeros han derrotado así en todos los países a algunos de los indígenas, podemos seguramente sacar la conclusión de que los indígenas podían haber sido modificados más ventajosamente, de modo que hubiesen resistido mejor a los invasores” (Darwin, 1859, pp. 69-70).

Por otra parte, la exposición biologicista de Darwin parte de las interpretaciones naturalistas de su entorno, es decir, no son directamente científicas, a diferencia de Mendel, quien postuló sus famosas leyes:

Primera ley de Mendel o ley de la uniformidad. Si se cruzan dos razas o líneas puras que difieren para un determinado carácter, los descendientes de la primera generación son todos iguales entre sí e iguales a uno de los progenitores.

Segunda ley de Mendel o ley de la segregación. Los dos tipos de factores hereditarios, responsables de la aparición de los caracteres dominante y recesivo, que se encuentran reunidos en los híbridos de la F1, se separan o segregan en los gametos y se reúnen nuevamente y al azar para formar la F2, en la cual reaparece el carácter recesivo en proporción de $\frac{1}{4}$ frente a $\frac{3}{4}$ que presentan el carácter dominante.

Las interpretaciones biológicas de los seres vivos, cayendo bajo el dominio de leyes, dio paso a postulación de ideas de orden psicológico, enlazándose pues la biología con teorías de corte psicológicas, como el behaviorismo o conductismo. ¿Por qué la gente se comporta de la forma como lo hace? Probablemente ésta fue primero una pregunta práctica: ¿cómo podría una persona anticipar y, por tanto, prepararse para lo que otra persona iba a hacer? Luego se tornaría práctica en otro sentido: ¿cómo se podría inducir a una persona a comportarse de una

cierta manera? Eventualmente se convirtió en el problema de entender y explicar el comportamiento. Siempre se la podría reducir a una pregunta acerca de las causas.

Tenemos tendencia a decir, y a menudo temerariamente, que si una cosa sigue a otra, probablemente ésta cause a aquélla, siguiendo el antiguo principio de que post hoc, ergo propter hoc ('después de esto, por lo tanto, a causa de esto'). Entre los muchos ejemplos que se pueden encontrar en la explicación del comportamiento humano, uno es de especial importancia aquí. La persona con quien estamos más familiarizados somos nosotros mismos; muchas de las cosas que observamos inmediatamente antes de comportarnos ocurren en el interior de nuestro cuerpo, y es fácil que las tomemos como causa de nuestro comportamiento. Si se nos pregunta por qué hemos hablado hostilmente a un amigo, podemos responder 'Porque sentí ira'. Es verdad que sentimos ira antes o mientras hablamos, y así tomamos nuestra ira como causa de nuestra conversación hostil. Cuando se nos pregunta por qué no tomamos la cena, podemos decir «Porque no tengo hambre». Con frecuencia sentimos hambre cuando comemos y, por tanto, concluimos que comemos porque sentimos hambre.

Cuando se nos pregunta por qué vamos a nadar, podemos responder: Porque me siento con deseos de nadar. Parece que dijésemos: Antes, cuando me sentí de esta manera, me comporté de tal y tal modo. Los sentimientos se producen justamente en el momento preciso para servir como causas del comportamiento, y durante siglos se les ha mencionado como tales. Nosotros suponemos que las otras personas sienten como sentimos nosotros cuando se comportan como nosotros nos comportamos.

Pero ¿dónde están esos sentimientos y estados de la mente? ¿De qué están hechos? La respuesta tradicional es la de que están localizados en un mundo de dimensiones que no son físicas llamado mente, y que son mentales. Pero entonces surge otra pregunta: ¿cómo puede un hecho mental causar o ser causado por un hecho físico? Si queremos predecir lo que hará una persona, ¿cómo podemos descubrir las causas mentales de su comportamiento, y cómo podemos producir los sentimientos y estados de la mente que la inducirán a comportarse de una manera determinada?

Es posible creer que el comportamiento expresa sentimientos, anticipar lo que una persona hará adivinándolo o preguntándole cómo se siente, y cambiar el ambiente con la esperanza de cambiar los sentimientos, mientras se presta poca o ninguna atención a los problemas teóricos. Quienes no se sienten muy cómodos con esta estrategia se refugian a veces en la fisiología. Se dice que, eventualmente, se encontrará una base física para la mente. Como dijo recientemente un neurólogo, hoy todos aceptan el hecho de que el cerebro proporciona una base física para el pensamiento humano. Freud creía que a su complicadísimo aparato mental se le encontraría una naturaleza fisiológica, y los primeros psicólogos introspectivos llamaban a su disciplina.

La biología pone en evidencia la propia dinámica interna de la investigación científica, el funcionamiento de leyes. De determinado componente material se siguen una serie de efectos, los cuales permiten formalizarlos mediante ciertos métodos, hasta hallar una ley de funcionamiento. Es la causa y efecto, perfilada en la física newtoniana: “*actioni contrariam semper et aequalem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse aequales et in partes contrarias dirigi*” (Newton, 1871, p.14), rescatada por la filosofía de Comte:

“[...] Esta larga serie de preámbulos necesarios conduce al fin a nuestra inteligencia, gradualmente emancipada, a su estado definitivo de positividad racional, que se debe caracterizar aquí de un modo más especial que los dos estados preliminares. Como tales ejercicios preparatorios han comprobado espontáneamente la radical vaciedad de las explicaciones vagas y arbitrarias propias de la filosofía inicial, ya teológica, ya metafísica, el espíritu humano renuncia desde ahora a las investigaciones absolutas que no convenían más que a su infancia, y circunscribe sus esfuerzos al dominio, desde entonces rápidamente progresivo, de la verdadera observación, única base posible de los conocimientos accesibles en verdad, adaptados sensatamente a nuestras necesidades reales. La lógica especulativa había consistido hasta entonces en razonar, con más o menos sutileza, según principios confusos que, no ofreciendo prueba alguna suficiente, suscitaban siempre disputas sin salida. Desde ahora reconoce, como regla fundamental, que toda proposición que no puede reducirse estrictamente al mero enunciado de un hecho, particular o general, no puede ofrecer ningún sentido real e inteligible. Los principios mismos que emplea no son ya más que verdaderos hechos, sólo que más generales y más abstractos que aquellos cuyo vínculo deben formar. Por otra parte, cualquiera que sea el modo, racional o experimental, de llegar a su descubrimiento, su eficacia científica resulta exclusivamente de su conformidad, directa o indirecta, con los fenómenos observados. La pura imaginación pierde entonces irrevocablemente su antigua supremacía mental y se subordina necesariamente a la observación, de manera adecuada para constituir un estado lógico plenamente normal, sin dejar de ejercer, sin embargo, en las especulaciones positivas un oficio tan principal como inagotable para crear o perfeccionar los medios de conexión, ya definitiva, ya provisional. En una palabra, la revolución fundamental que caracteriza a la virilidad de nuestra inteligencia consiste esencialmente en sustituir en todo, a la inaccesible determinación de las causas propiamente dichas, la mera investigación de las leyes, es decir, de las relaciones constantes que existen entre los fenómenos observados. Trátese de los efectos mínimos o de los más sublimes, de choque y gravedad como de pensamiento y moralidad, no podemos verdaderamente conocer sino las diversas conexiones naturales aptas para su cumplimiento, sin penetrar nunca el misterio de su producción” (Comte, 1844, pp. 12-13).

Con base en esto, la teoría del conocimiento denominada *Fisicalismo* afirma que, cuando hacemos introspección o tenemos sentimientos, observamos estados o actividades de nuestros cerebros. Pero las principales dificultades son de carácter práctico: no podemos anticipar lo que hará una persona mirando directamente sus sentimientos o su sistema nervioso, ni podemos cambiar su comportamiento cambiando su mente o su cerebro. En cualquier caso, no parece que estemos peor si ignoramos los problemas filosóficos” (Skinner, 1994, pp. 12-14).

En el proceso de consolidar la filosofía científica actual, distinguimos entre tres etapas muy diferentes: el realismo lógico del círculo de Viena, completando la tarea de reconstruir el raciocinio científico, completamente emergente de su historia. El importante racionalismo de Popper (1985), en el que debe aprender la motivación de la ciencia y su dominio, aunque en el análisis científico del proceso de la composición normativa, es especialmente reconocido; y la conciencia de ensayo sociológico de Kuhn, en el que podemos conducir a la orientación histórica en la teoría científica, que ha sido iniciada por Popper, es un reconocimiento adicional de la naturaleza social de las hormigas (conciencia científica). Ahora, como se muestra al comienzo del capítulo, esto regresa en la percepción del ensayo (estructura de Kuhn) comienza treinta años antes de la mano de Flack Ludwicka. Kuhn admitió que la ampliamente conocida monografía de Ludwik Fleck, publicada en 1935, no sólo anticipó muchas de sus propias ideas sino que también lo llevó a considerarlas dentro de la sociología de la ciencia. Años más tarde, en el prefacio de la edición inglesa de 1979 del libro de Fleck, Kuhn se hizo eco de este punto: “El conocimiento del texto de Fleck también me ayudó a comprender que los problemas que encontré *“El fenómeno en cuestión tiene esencialmente un aspecto sociológico”* (Kuhn, 1979: p. 9).

Para Fleck (1987), la cognición es, por supuesto, la actividad humana más intensamente determinada socialmente, y el conocimiento es simplemente un producto social. Por tanto, cualquier teoría del conocimiento que no tenga en cuenta los factores sociales que determinan todo conocimiento es puro juego. Según Fleck, incluso la experiencia científica se origina en condiciones sociales e históricas particulares, lo que supone un rechazo explícito de la doctrina neopositivista de una base final sobre la cual el conocimiento puede construirse racionalmente y, por tanto, refutar la teoría de los fundamentos empíricos de reimaginar una comunidad científica en el momento adecuado.

El pensamiento al que pertenece Fleck es un estilo que determina la verdad científica, y la verdad no es más que resolver un determinado problema de acuerdo con un estilo de pensamiento general. En este sentido, para Fleck la Verdad es aquello que, en un determinado momento del desarrollo de un estilo particular de pensamiento, estamos dispuestos a reconocer como una verdad científica genuina (Rivadulla, 1987).

¿La ciencia moderna apoya el concepto de realidad en alguna de sus versiones o quizás una interpretación instrumentalista del conocimiento científico? Por supuesto, no hay mejor manera de explicar la certeza con la que la ciencia inspiró a los físicos del siglo 19 que recordar la inteligencia a la que habló Newton o Laplace en sus ensayos filosófico sobre fuerza, trabajo y potencia, permitiéndonos conocer todos los vectores que posee la naturaleza en cualquier momento. La animación y la posición de cada uno de sus cuerpos tendrían tanto el pasado como el futuro presentes ante sus ojos. De hecho, la física newtoniana (dinámica) predijo con mucha precisión fenómenos naturales, tectónicos, astronómicos, entre otros y también tuvo mucho éxito en predecir la física nuclear y la mecánica cuántica.

En retrospectiva, la filosofía de la ciencia surgió en el contexto de un debate sobre la naturaleza de la metodología científica: ante la cuestión central del positivismo, del empirismo lógico o del neopositivismo: ¿cuál es la base de certeza a la que se reduce el conocimiento?. Popper (1979) propuso la siguiente característica posicional de su visión, que más tarde se conoció como racionalismo crítico: ¿Cómo podemos criticar de manera óptima nuestras teorías?. Esta diferencia fundamental también define dos enfoques diametralmente opuestos a los criterios que distinguen a la ciencia de la pseudociencia, a la demostrabilidad en el sentido de la lógica de Popper en oposición a los criterios del subjetivismo, al neopositivismo, a la comprobabilidad de los principios y a la capacidad de la lógica inductiva o teoría para aprender de la experiencia.

Popper insiste que las leyes de la naturaleza no pueden comprobarse; su verdad no puede ser probada por la experiencia, pero sí pueden ser falsificadas o refutadas. Sólo la experiencia puede decidir, pero deductivamente, sobre la falsedad de los enunciados. Como resultado, las afirmaciones científicas supuestamente universales están sujetas a rechazo y, en última instancia, pueden fracasar en la práctica. Las proposiciones empíricas universales pueden ser falsificadas empíricamente de manera única; es decir, pueden fracasar en la experiencia (Popper, 1980). El problema de delimitar teorías se convierte así para Popper (1980) en el enfoque fundamental de la epistemología, que, a partir de un enunciado único, intenta deducir deductivamente la falsedad de un enunciado universal.

En el caso de las afirmaciones científicas, a lo mejor fue Kant, argumentó Popper (1972), quien fue el primero en reconocer que la objetividad de las proposiciones está estrechamente relacionada con la construcción de teorías, es decir, el uso de hipótesis y cláusulas universales. Esta opinión provocó críticas y Popper respondió de inmediato. Algunos creen que los criterios de demarcación pueden ser refutados empíricamente. Popper sostiene que el criterio de demarcación no puede ser refutado empíricamente porque no es una hipótesis científica sino un argumento metacientífico. Esto tampoco

es un dogma sino una proposición que ha sido probada mediante discusión. Además, aunque el criterio de demarcación no era empírico ni resultado de la observación, pasó a formar parte de la historia de la ciencia.

Surgió así la lógica moderna, asumiendo, explícita o implícitamente, que la lógica clásica o aristotélica estaba constituida por la teoría del silogismo y el tratamiento de las imágenes de Boecio, que además de las matemáticas o el simbolismo moderno aparecieron a mediados de siglo 20 con el álgebra booleana posterior de Frege y su enfoque profesional de la lógica en su famosa obra *Begriffsschrift*. Sin embargo, este esquema, que marcaba el límite entre la lógica clásica y la lógica matemática, fue modificándose paulatinamente.

De hecho, se ha demostrado claramente que los lógicos megarianos de la antigua Grecia, incluidos Crisipo, Filón y Cronos, tenían ideas interesantes sobre la lógica proposicional, un campo originalmente considerado legado exclusivo de la lógica modal. Asimismo, se ha descubierto que muchos desarrollos modernos en lógica matemática, aunque desde un punto de vista deductivo mucho más fuerte que el silogismo de Aristóteles, todavía tienen una serie de características comunes que los diferencian: *entran en el mismo concepto de lo que está permitido y lo que está permitido. excluido por la lógica* (Piscoya, 1997).

Como sabemos, Aristóteles inventó la lógica como materia sistemática y estudió en detalle el silogismo, una estructura deductiva que históricamente es anterior a la lógica proposicional. El silogismo se formula sin referencia a los cánones aristotélicos clásicos, cuyo estudio puede resultar muy oneroso para un estudiante principiante. Por este motivo, los autores prefieren un tratamiento más moderno basado en el álgebra de Boole, que tiene la ventaja de ser más sencillo. y no cometer algunos de los errores cruciales del brillante Estagirita.

Para Piscoya (1997), se cree que existe una forma única de pensamiento lógico que corresponde a la estructura profunda de la mente o del cerebro, según sea el caso. Se descubrirán estructuras, las células, o la lógica, existirán en alguna parte, y la tarea de profesores y estudiantes, ya sea a través del aula o a través de los libros, será enseñarnos a explorar el desarrollo no sólo de la lógica, sino también de lo que ahora se llama ciencia cognitiva; y no lleva a la conclusión de que lo anterior sea falso.

Así, la base del silogismo final es la intención inductiva de la premisa principal. Desde este punto de vista, se rechaza la posibilidad de reducir la teoría silogística a formalismo algebraico, lo que, sin embargo, se logró gracias al trabajo de Boole. Para Mill (1908), entonces, la inducción es un acto mental por el cual inferimos que lo que sabemos que es verdadero en una o más clases particulares lo será en todos los casos, como el del primero, en ciertas relaciones específicas. En otras palabras, la inducción es el proceso por el cual llegamos a la conclusión de que lo que es cierto para los individuos de una clase es cierto para la clase en su conjunto, o que lo que a veces es cierto siempre lo será en casos similares.

Capítulo IV

Análisis filosófico de las ciencias

Las ciencias han estado al amparo conceptual y crítico de la filosofía en tanto expresión racional que se despliega mediante conceptos, siendo su objeto formal *quo* la luz natural de la razón. Por todo lo cual el saber tiende a dividirse entre ciencias naturales y ciencias del espíritu.

Esto es así por la división de la filosofía en saberes sensibles e intelectuales. Kant nos perfila los grados del conocer, expuesto como lo hicimos en el Prólogo:

“En cuanto al valor objetivo de nuestros conocimientos en general, se pueden establecer grados en la progresión siguiente:

1. ° El primer grado del conocimiento consiste en representar (*vorstellen*) alguna cosa.
2. ° El segundo consiste en representársela con conciencia o en percibirla, *percipere*.
3. ° El tercero, en conocer una cosa por comparación con otra, tanto en la relación de identidad como en la diversidad, *noscere*.
4. ° El cuarto en conocer con conciencia, *cognoscere*. Los animales conocen los objetos, más no con conciencia.
5. ° El quinto en entender, *intelligere*, es decir, en conocer por el entendimiento en virtud de nociones, o sea en concebir. Este hecho es muy diferente del de comprender. Se pueden concebir muchas cosas, aunque no se pueden comprender: así es que se puede concebir, por ejemplo, el movimiento continuo, cuya imposibilidad se demuestra en mecánica.
6. ° El sexto en distinguir (*erkennen*) o penetrar (*einsehen*) una cosa por medio de la razón, *perspicere*. Nosotros no alcanzamos en este sentido más que un pequeño número de objetos, y nuestros conocimientos disminuyen en tanto que queremos perfeccionarlos demasiado.
7. ° El sétimo, por último, en comprender (*begreifen*), *comprehendere* una cosa, es decir, en conocer por medio de la razón, o a priori, lo que basta a nuestros fines.” (Kant, 2003, pp. 43-44).

El conocimiento humano parte de la sensibilidad, pasa por el intelecto y genera un contenido práctico definido. En esta clasificación filosófica, encontramos a las diferentes disposiciones científicas: de los sentidos al plano lógico e intelectual.

Eso se encuentra también en Newton, para el que existía un tipo de ente de razón y un tipo de ente sensible.

“Hactenus voces minus notas, quo sensu in sequentibus accipiendae sint, explicare visum est. Tempus, spatium, locus & motus, sunt omnibus notissima. Notandum tamen, quod vulgus quantitates hasce non aliter quam ex relatione ad sensibilia concipiat. Et inde oriuntur praejudicia quaedam, quibus tollendis convenit easdem in absolutas & relativas, veras & apparentes, mathematicas & vulgares distinguere.

I. Tempus absolutum, verum, & mathematicum, in se & natura sua sine relatione ad externum quodvis, aequabiliter fluit, alioque nomine dicitur duratio: Relativum, apparens, & vulgare est sensibilis & externa quaevis durationis per motum mensura (seu accurata seu inaequalis) qua vulgus vice veri temporis utitur; ut hora, dies, mensis, annus.

II. Spatium absolutum, natura sua sine relatione ad externum quodvis, semper manet simile & immobile: Relativum est spatii hujus mensura seu dimensio quaelibet mobilis, quae a sensibus nostris per situm suum ad corpora definitur, & a vulgo pro spatio immobili usurpatur: uti dimensio spatii subterranei, aërii vel caelestis definita per situm suum ad terram. Idem sunt spatium absolutum & relativum, specie & magnitudine; sed non permanent idem semper numero. Nam si terra, verbi gratia, moveatur, spatium aeris nostri, quod relative & respectu terrae semper manet idem, nunc erit una pars spatii absoluti in quam aër transit, nunc alia pars ejus; & sic absolute mutabitur perpetuo.

III. Locus est pars spatii quam corpus occupat, estque pro ratione spatii vel absolutus vel relativus. Pars, inquam, spatii; non situs corporis, vel superficies ambiens. Nam solidorum aequalium aequalessemper sunt loci; Superficies autem ob dissimilitudinem figurarum ut plurimum inaequales sunt; Situs vero proprie loquendo quantitatem non habent, neque tam sunt loca quam affectiones locorum. Motus totius idem est cum summa motuum partium; hoc est, translatio totius de suo loco eadem est cum summa translationum partium de locis suis; ideoque locus totius idem est cum summa locorum partium, & propterea internus & in corpore toto.

IV. Motus absolutus est translatio corporis de loco absoluto in locum absolutum, relativus de relativo in relativum. Sic in navi quae velis passis fertur, relativus corporis locus est navigii regio illa in qua corpus versatur, seu cavitatis totius pars illa quam corpus implet, quaeque adeo movetur una cum navi: & quies relativa est permansio corporis in eadem illa navis regione vel parte cavitatis. At quies vera est permansio corporis in eadem parte spatii illius immoti, in qua navis ipsa una cum cavitata sua & contentis universis movetur. Unde si terra vere quiescat, corpus, quod relative quiescit in navi, movebitur vere & absolute ea cum velocitate, qua navis movetur in terra. Sin

terra etiam moveatur; oriatur verus & absolutus corporis motus, partim ex terrae motu vero in spatio immoto, partim ex navis motu relativo in terra. Et si corpus etiam moveatur relative in navi; oriatur verus ejus motus, partim ex vero motu terrae in spatio immoto, partim ex relativis motibus tum navis in terra tum corporis in navi: & ex his motibus relativis oriatur corporis motus relativus in terra. Ut si terrae pars illa, ubi navis versatur, moveatur vere in orientem cum velocitate partium decem; & velis ventoque feratur navis in occidentem cum velocitate partium decem; nauta autem ambulet in navi orientem versus cum velocitatis parte una: movebitur nauta vere & absolute in spatio immoto cum velocitatis partibus decem in orientem, & relative in terra occidentem versus cum velocitatis partibus novem.

Tempus absolutum a relativo distinguitur in Astronomia per aequationem temporis vulgi. Inaequales enim sunt dies naturales, qui vulgo tanquam aequales pro mensura temporis habentur. Hanc inaequalitatem corrigunt Astronomi, ut ex veriore tempore mensurent motus coelestes. Possibile est, ut nullus sit motus aequabilis, quo tempus accurate mensuretur. Accelerari & retardari possunt motus omnes, sed, fluxus temporis absoluti mutari nequit. Eadem est duratio seu perseverantia existentiae rerum, sive motus sint celeres, sive tardi, sive nulli: proinde haec a mensuris suis sensibilibus merito distinguitur, & ex iisdem colligitur per aequationem astronomicam. Hujus autem aequationis in determinandis phaenomenis necessitas, tum per experimentum horologii oscillatorii, tum etiam per eclipses satellitum Jovis evincitur.

Ut ordo partium temporis est immutabilis, sic etiam ordo partium spatii. Moveantur hae de locis suis, & movebuntur (ut ita dicam) de seipsis. Nam tempora & spatia sunt sui ipsorum & rerum omnium quasi loca. In tempore quoad ordinem successionis, in spatio quoad ordinem situs, locantur universa. De illorum essentia est ut sint loca: & loca primaria moveri absurdum est. Haec sunt igitur absoluta loca; & solae translationes de his locis sunt absoluti motus.

Verum quoniam hae spatii partes videri nequeunt, & ab invicem per sensus nostros distingui; earum vice adhibemus mensuras sensibiles. Ex positionibus enim & distantibus rerum a corpore aliquo, quod spectamus ut immobile, definimus loca universa: deinde etiam & omnes motus aestimamus cum respectu ad praedicta loca, quatenus corpora ab iisdem transferri concipimus. Sic vice locorum & motuum absolutorum relativis utimur; nec incommode in rebus humanis: in philosophicis autem abstrahendum est a sensibus. Fieri etenim potest, ut nullum revera quiescat corpus, ad quod loca motusque referantur.

Distinguuntur autem quies & motus absoluti & relativi ab invicem per proprietates suas & causas & effectus. Quietis proprietas est, quod corpora vere quiescentia quiescunt inter se. Ideoque cum possibile sit, ut corpus aliquod in regionibus fixarum, aut longe

ultra, quiescat absolute; sciri autem non possit ex situ corporum ad invicem in regionibus nostris, horumne aliquod ad longinquum illud datam positionem servet necne; quies vera ex horum situ inter se definiri nequit”

[“Nos ha parecido oportuno explicar hasta aquí los términos menos conocidos y el sentido en que se han de tomar en el futuro. En cuanto al tiempo, espacio, lugar y movimiento, son de sobra conocidos para todos. Hay que señalar, sin embargo, que el vulgo no concibe estas magnitudes si no es con respecto a lo sensible. De ello se originan ciertos prejuicios para cuya destrucción conviene que las distingamos en absolutas y relativas, verdaderas y aparentes, matemáticas y vulgares.

I. El tiempo absoluto, verdadero y matemático en sí y por su naturaleza y sin relación a algo externo, fluye uniformemente, y por otro nombre se llama duración; el relativo, aparente y vulgar, es una medida sensible y externa de cualquier duración, mediante el movimiento (sea la medida igual o desigual) y de la que el vulgo usa en lugar del verdadero tiempo; así, la hora, el día, el mes, el año.

II. El espacio absoluto, por su naturaleza y sin relación a cualquier cosa externa, siempre permanece igual e inmóvil; el relativo es cualquier cantidad o dimensión variable de este espacio, que se define por nuestros sentidos según su situación respecto a los cuerpos, espacio que el vulgo toma por el espacio inmóvil: así, una extensión espacial subterránea, aérea o celeste definida por su situación relativa a la Tierra. El espacio absoluto y el relativo son el mismo en especie y en magnitud, pero no permanecen siempre el mismo numéricamente. Pues si la Tierra, por ejemplo, se mueve, el espacio de nuestra atmósfera que relativamente y respecto a la Tierra siempre permanece el mismo, ahora será una parte del espacio absoluto por la que pasa el aire, después otra parte y así, desde un punto de vista absoluto, siempre cambiará.

III. Lugar es la parte del espacio que un cuerpo ocupa y es, en tanto que espacio, absoluto o relativo. Digo parte del espacio, no situación del cuerpo ni superficie externa. Pues los sólidos iguales siempre tienen lugares iguales; las superficies, en cambio, por la semejanza de las figuras son muchas veces desiguales. La situación, hablando propiamente, no tiene cantidad y no es tanto un lugar cuanto una propiedad del lugar. El movimiento del todo es el mismo que la suma de los movimientos de las partes, esto es, la traslación del todo de su lugar es la misma que la suma de las traslaciones de sus lugares de las partes, y por tanto, el lugar del todo es igual a la suma de los lugares de las partes y, por consiguiente, interno y solidario con el cuerpo.

IV. Movimiento absoluto es el paso de un cuerpo de un lugar absoluto a otro lugar absoluto, el relativo de un lugar relativo a otro lugar relativo. Así, en una nave empujada por las velas desplegadas, el lugar relativo de un cuerpo es aquella región de la nave en que está el cuerpo, o sea, la parte de la cavidad total que llena dicho cuerpo

y que, por consiguiente, se mueve a la vez que la nave: mientras que el reposo relativo es la permanencia del cuerpo en la misma región de la nave o en la misma parte de su cavidad. Pero el reposo verdadero es la permanencia del cuerpo en la misma parte del espacio inmóvil en que se mueve la nave misma junto con su cavidad y todos sus contenidos. De donde si la Tierra verdaderamente está en reposo, el cuerpo que en la nave permanece relativamente en reposo se moverá verdadera y absolutamente con la misma velocidad con que la nave se mueve sobre la Tierra. Si la Tierra también se mueve, constará el verdadero y absoluto movimiento del cuerpo, parte del verdadero movimiento de la Tierra en el espacio inmóvil, parte de los movimientos relativos de la nave sobre la Tierra: y si el cuerpo también se mueve relativamente a la nave, constará su verdadero movimiento, parte del verdadero movimiento de la Tierra en el espacio inmóvil, parte de los movimientos relativos, tanto de la nave respecto a la Tierra como del cuerpo respecto a la nave, y de estos movimientos relativos constará el total movimiento relativo del cuerpo respecto a la Tierra. Así, si la parte de Tierra ocupada por la nave se mueve verdaderamente hacia Oriente con velocidad de 10 010 partes y la nave es empujada hacia Occidente por el viento y las velas con velocidad de 10 partes y un marino camina por la nave hacia Oriente con velocidad de 1 parte, el marino se moverá absolutamente en el espacio inmóvil hacia Oriente con la velocidad de 10 001 partes, y relativamente a la Tierra se moverá hacia Occidente con la velocidad de 9 partes. El tiempo absoluto se distingue del relativo en Astronomía por la ecuación del tiempo vulgar. Pues desiguales son los días naturales, que son tenidos por iguales por el vulgo al medir el tiempo. Los astrónomos corrigen esta desigualdad al medir con tiempos más exactos los movimientos celestes. Es posible que no haya ningún movimiento igual con el que medir exactamente el tiempo. Todos los movimientos pueden acelerarse y retardarse, pero el flujo del tiempo absoluto no puede alterarse. La duración o permanencia de las cosas en la existencia es la misma, tanto si los movimientos son rápidos, como si son lentos, como si no los hubiese; por tanto, la duración se distingue claramente de sus medidas sensibles, a la vez que de ellas se deduce por la ecuación astronómica. La necesidad de esta ecuación para la determinación de los fenómenos se patentiza tanto por el experimento del reloj oscilatorio como por los eclipses de los satélites de Júpiter.

Del mismo modo que el orden de las partes del tiempo es inmutable, así lo es el orden de las partes del espacio. Si éstas se movieran de sus lugares, se moverían (por así decirlo) de sí mismas. Pues el tiempo y el espacio son los cuasilugares de sí mismos y de todas las cosas. Todas las cosas se sitúan en el tiempo en cuanto al orden de la sucesión y en el espacio en cuanto al orden de lugar. Es de su esencia el ser lugares y es absurdo pensar que los lugares primeros se muevan. Por tanto, estos son lugares absolutos y únicamente las traslaciones desde estos lugares son movimientos absolutos.

Mas como estas partes del espacio no pueden verse y distinguirse unas de otras por medio de nuestros sentidos, en su lugar utilizamos medidas sensibles. Por las posiciones y distancias de las cosas a un cierto cuerpo que consideramos inmóvil, definimos todos los lugares; posteriormente interpretamos todos los movimientos por respecto a los antedichos lugares, en tanto que los concebimos como pasos de los cuerpos por estos lugares. Así, usamos de los lugares y movimientos relativos en lugar de los absolutos y con toda tranquilidad en las cosas humanas: para la Filosofía, en cambio, es preciso abstraer de los sentidos. Pues es posible que en la realidad no exista ningún cuerpo que esté en total reposo, al que referir lugar y movimiento.

Se distinguen el reposo y movimiento absolutos y relativos entre sí por sus propiedades, causas y efectos. Es propiedad del reposo que los cuerpos verdaderamente quietos están en reposo entre sí. Por tanto, al ser posible que un cuerpo cualquiera en la región de las estrellas fijas, o más lejos, permanezca en reposo absoluto y no se pueda saber por las situaciones respectivas de los cuerpos entre sí en nuestras cercanías si alguno de ellos conserva su posición constante respecto al cuerpo lejano, por ende no se puede definir el reposo verdadero por las posiciones relativas de estos cuerpos”] (Newton, 1871, pp. 6-8).

Partiendo de la dualidad ontológica newtoniana, Kant ensaya un análisis de las condiciones existentes en el conocimiento, es decir, qué participa en el tener ideas, hacer razonamientos, tener juicios. Investigó, pues, qué es lo que podemos conocer y si nuestro conocimiento tiene límites. Establece que el conocimiento se da por formas implícitas a la razón, mediando en la aprehensión del contenido sensible, configurándolo, hasta hacerlo abstracción conceptual, como claramente se expuso en el Prólogo de esta obra.

Fenómenos espaciales y temporales → formas a priori de la sensibilidad

Fenómenos lógicos → analítica trascendental, categorías

Por su parte, la historia y el historicismo también nos ofrecen perspectivas de la diferenciación filosófica entre los distintos tipos de saber y los paradigmas asumidos, como en el caso de Thomas Kuhn.

“Si se a la historia como algo más que un depósito de anécdotas o cronología, puede producir una transformación decisiva de la imagen que tenemos actualmente de la ciencia. Esa imagen fue trazada previamente, incluso por los mismos científicos, sobre todo a partir del estudio de los logros científicos llevados a cabo, que se encuentran en las lecturas clásicas y, más recientemente, en los libros de texto con los que cada una de las nuevas generaciones de científicos aprende a practicar su profesión. Sin

embargo, es inevitable que la finalidad de esos libros sea persuasiva y pedagógica; un concepto de la ciencia que se obtenga de ellos no tendrá más probabilidades de ajustarse al ideal que los produjo, que la imagen que pueda obtenerse de una cultura nacional mediante un folleto turístico o un texto para el aprendizaje del idioma. En este ensayo tratamos de mostrar que hemos sido mal conducidos por ellos en aspectos fundamentales. Su finalidad es trazar un bosquejo del concepto absolutamente diferente de la ciencia que puede surgir de los registros históricos de la actividad de investigación misma. Sin embargo, incluso a partir de la historia, ese nuevo concepto no surgiría si continuáramos buscando y estudiando los datos históricos con el único fin de responder a las preguntas planteadas por el estereotipo no histórico que procede de los libros de texto científicos. Por ejemplo, esos libros de texto dan con frecuencia la sensación de implicar que el contenido de la ciencia está ejemplificado solamente mediante las observaciones, leyes y teorías que se describen en sus páginas. De manera casi igual de regular, los mismos libros se interpretan como si dijeran que los métodos científicos son simplemente los ilustrados por las técnicas de manipulación utilizadas en la reunión de datos para el texto, junto con las operaciones lógicas empleadas para relacionar esos datos con las generalizaciones teóricas del libro de texto en cuestión. El resultado ha sido un concepto de la ciencia con profundas implicaciones sobre su naturaleza y su desarrollo. Si la ciencia es la constelación de hechos, teorías y métodos reunidos en los libros de texto actuales, entonces los científicos son hombres que, obteniendo o no buenos resultados, se han esforzado en contribuir con alguno que otro elemento a esa constelación particular. El desarrollo científico se convierte en el proceso gradual mediante el que esos conceptos han sido añadidos, solos y en combinación, al caudal creciente de la técnica y de los conocimientos científicos, y la historia de la ciencia se convierte en una disciplina que relata y registra esos incrementos sucesivos y los obstáculos que han inhibido su acumulación. Al interesarse por el desarrollo científico, el historiador parece entonces tener dos tareas principales. Por una parte, debe determinar por qué hombre y en qué momento fue descubierto o inventado cada hecho, ley o teoría científica contemporánea. Por otra, debe describir y explicar el conjunto de errores, mitos y supersticiones que impidieron una acumulación más rápida de los componentes del caudal científico moderno. Muchas investigaciones han sido encaminadas hacia estos fines y todavía hay algunas que lo son. Sin embargo, durante los últimos años, unos cuantos historiadores de la ciencia han descubierto que les es cada vez más difícil desempeñar las funciones que el concepto del desarrollo por acumulación les asigna. Como narradores de un proceso en incremento, descubren que las investigaciones adicionales hacen que resulte más difícil, no más sencillo, el responder a preguntas tales como: ¿Cuándo se descubrió el oxígeno? ¿Quién concibió primeramente la conservación de la energía? Cada vez más, unos cuantos de ellos comienzan a sospechar que constituye un error el plantear ese tipo de preguntas. Quizá la ciencia no se desarrolla por medio de la acumulación de descubrimientos e inventos

individuales. Simultáneamente, esos mismos historiadores se enfrentan a dificultades cada vez mayores para distinguir el componente ‘científico’ de las observaciones pasadas, y las creencias de lo que sus predecesores se apresuraron a tachar de ‘error’ o ‘superstición’. Cuanto más cuidadosamente estudian, por ejemplo, la dinámica aristotélica, la química flogística o la termodinámica calórica, tanto más seguros se sienten que esas antiguas visiones corrientes de la naturaleza, en conjunto, no son ni menos científicos, ni más el producto de la idiosincrasia humana, que las actuales. Si esas creencias anticuadas deben denominarse mitos, entonces éstos se pueden producir por medio de los mismos tipos de métodos y ser respaldados por los mismos tipos de razones que conducen, en la actualidad, al conocimiento científico. Por otra parte, si debemos considerarlos como ciencia, entonces ésta habrá incluido conjuntos de creencias absolutamente incompatibles con las que tenemos en la actualidad. Entre esas posibilidades, el historiador debe escoger la última de ellas. En principio, las teorías anticuadas no dejan de ser científicas por el hecho de que hayan sido descartadas. Sin embargo, dicha opción hace difícil poder considerar el desarrollo científico como un proceso de acumulación. La investigación histórica misma que muestra las dificultades para aislar inventos y descubrimientos individuales proporciona bases para abrigar dudas profundas sobre el proceso de acumulación, por medio del que se creía que habían surgido esas contribuciones individuales a la ciencia.

El resultado de todas estas dudas y dificultades es una revolución historiográfica en el estudio de la ciencia, aunque una revolución que se encuentra todavía en sus primeras etapas. Gradualmente, y a menudo sin darse cuenta cabal de que lo están haciendo así, algunos historiadores de las ciencias han comenzado a plantear nuevos tipos de preguntas y a trazar líneas diferentes de desarrollo para las ciencias que, frecuentemente, nada tienen de acumulativas. En lugar de buscar las contribuciones permanentes de una ciencia más antigua a nuestro caudal de conocimientos, tratan de poner de manifiesto la integridad histórica de esa ciencia en su propia época” (Kuhn, 2004, pp. 20-23).

Kuhn nos hace notar que de la totalidad del pensamiento investigativo de una época pueden sacarse conclusiones que efectúan cambios en el mismo desarrollo de una ciencia particular y de la ciencia en general. Esta suerte de metacognición es la que se evalúa en el pensamiento filosófico, ya que elabora sus conceptos partiendo de los conceptos científicos, por lo que la filosofía es un saber de segundo grado, encargándose de la reflexión de los conceptos tales como sistema, totalidad, unidad, contraste, relación, axiomas, orden y desorden, coherencia y cohesión, entre otros.

Por ello mismo, se podría argumentar que el ejercicio de una ciencia implica de suyo un conocimiento pormenorizado de la historia de la ciencia y del saber en general, aunque ello comporte críticas de fondo, tal y como se ve en Benjamín:

“La empatía con lo que ha sido está finalmente al servicio de su reactualización. La tendencia a esta última no va en vano junto a una idea positivista de la historia (como se muestra en Eduard Meyer). La proyección de lo pasado en el presente es análoga, en el campo de la historia, a la sustitución de configuraciones idénticas dentro de las transformaciones del mundo material. Dicha sustitución fue planteada por Meyerson como el fundamento de las ciencias naturales. La proyección, por su parte, es la quintaesencia del carácter propiamente ‘científico’ de la historia como lo concibe el positivismo. Un carácter que se adquiere a cambio de la extirpación de todo lo que recuerde a lo que en ella hay de rememoración, según su determinación original. La vitalidad falsa de las reactualizaciones, la eliminación en ellas de todo eco del ‘lamento’ que viene de la historia, indican una sumisión definitiva de la empatía al concepto moderno de ciencia.

Con otras palabras: el propósito de encontrar ‘leyes’ para el transcurso de los acontecimientos en la historia no es la única manera, y menos aún la más sutil, de equiparar la historiografía a las ciencias naturales. La idea de que la tarea del historiador es la de ‘reactualizar’ lo pasado es culpable de la misma asimilación, pero no se deja detectar tan fácilmente” (Benjamin, 2008, pp. 67-68).

La filosofía científica moderna está estrechamente ligada a la nueva filosofía de la naturaleza, cuyos orígenes se encuentran en las lecciones que Wilhelm Ostwald comenzó a publicar en 1902. Su objetivo: salvar a la filosofía natural de la mala fama que había sufrido en Alemania en el Siglo XIX bajo la influencia de Schelling. En directa contradicción con la filosofía especulativa de la naturaleza de Schelling, Ostwald declaró: hubo un rápido desarrollo de las ciencias naturales. Ante esta evidencia tangible de superioridad, los filósofos naturales no pudieron resistir algo comparable (Ostwald, 1914).

Además, Ostwald estaba extremadamente preocupado por el hecho de que, aunque el contenido de las distintas disciplinas privadas era esencialmente el mismo y con total independencia de los autores que escribían sobre ellas, no parecía haber nada en común en filosofía. A esto hay que sumar que la disciplina más antigua, la filosofía, tampoco ha logrado su objetivo de alcanzar verdades universales. Así, en respuesta a la afirmación de que el trabajo conjunto de la filosofía y las ciencias especiales no se produce porque una no recoge los resultados de la otra, Ostwald plantea el argumento de que no hay mejor preparación para el trabajo filosófico.

Esto representa la inmersión en una determinada ciencia hasta el punto de lograr la creación de nuevos conocimientos, es decir, la capacidad de descubrir (Ostwald, 1914). El camino recorrido por Ostwald fue continuado por Hugo Dingler, quien admitió que el nombre de filosofía natural había recobrado prestigio gracias a las enseñanzas de

Ostwald, creyendo que la disciplina implicaba consideraciones de las ideas filosóficas y que están asociadas principalmente con los métodos y formas de pensar de las ciencias exactas (Dingler, 1913). Por un lado está la lógica y por otro la metodología de las ciencias naturales y las matemáticas exactas, es decir: Husserl, Wundt, Duhem, Henriques, Poincaré, Gilbert, Russell y otros marcaron la dirección en la que se dirigía la filosofía natural, enfatizando la tendencia contraria a la metafísica que caracterizó la obra de Ernst Mach. El resultado es un campo que honra la investigación científica filosófica y disciplinaria y estimula la mejora de la relación entre filosofía y ciencia.

Por su parte, Popper resolvió casi simultáneamente no sólo el problema de la demarcación, gracias a la aceptación de la falsabilidad en el sentido lógico como criterio de cientificidad, sino también el problema de la inducción. La solución de este problema conduce a una solución radical, cambio metodológico y adopción del concepto de ciencia. La cuestión de la validez de las generalizaciones, hipótesis y teorías científicas constituía para él el problema de la inducción (Popper, 1935). Esto es problemático debido a la aparente contradicción entre el principio básico del empirismo, que es sólo la experiencia.

Se puede determinar la verdad o falsedad de enunciados, así como el principio de invalidez de la inducción de Hume. Pero dado que este principio es consistente con el hecho lógicamente válido de que la experiencia puede determinar que proposiciones son falsas, negar el valor lógico de la inducción como inferencia que preserva la verdad y expansión de contenido es inconsistente con la única cosa inconsistente: “la idea de que la experiencia puede determinar la verdad de proposiciones generales”. Esto es exactamente lo que afirmó Popper, pues no existe la inducción, sacar conclusiones a partir de afirmaciones únicas y verificadas experimentalmente sobre una teoría es lógicamente inválido y las teorías nunca deben verificarse experimentalmente (Popper, 1935).

El problema de la inducción recientemente resuelto se combinó con el problema de la base del conocimiento, lo que llevó a Popper a considerar la falsabilidad en el sentido lógico de los enunciados científicos como un criterio distintivo entre ciencia y no ciencia.

Conclusión

Pese a todo lo dicho y expuesto, la antigüedad griega como el pensamiento medieval consideró a los saberes como hermanados entre sí, no existiendo la distinción entre ciencia y filosofía, es decir, ciencias naturales y del espíritu. Con las musas griegas esto es patente, la interrelación existente entre un saber y otro, su carácter fraterno y deudor:

***Καλλιόπη* musa griega que representa la poesía heroica**

***Κλειώ* musa griega que representa la historia**

***Ἐρατώ* musa griega que representa la poesía lírica**

***Εὐτέρπη* musa griega que representa la música**

***Μελπομένη* musa griega que representa la poesía trágica**

***Πολυμνία* musa griega que representa la poesía sacra**

***Θάλεια* musa griega que representa la poesía cómica y la bucólica**

***Τερψιχόρη* musa griega que representa la danza y la poesía coral**

***Οὐρανία* musa griega que representa la astronomía y las ciencias exactas**

Para Herrada von Landsberg, la filosofía y las siete artes liberales juegan un papel indisoluble, puesto que las últimas derivan de la primera:

“Al ver esta bella composición, se diría tener ante los ojos el programa elaborado por el vidriero para una de estas rosas horadadas en las fachadas de nuestras viejas catedrales en el siglo XII, como la rueda de la fortuna de Basilea, cuyo marco tiene un parecido sorprendente con el marco de nuestro tema”.

En el centro, la Filosofía se sienta como una reina, con la frente rodeada por una corona de oro de la que emergen tres cabezas humanas, designadas con las palabras ética, lógica, física. Sócrates y Platón se sientan a sus pies y escriben cuidadosamente sus lecciones. En una larga filacteria, la mitad de la cual se sostiene sobre su pecho, leemos que “toda sabiduría viene de Dios. Sólo los sabios pueden hacer lo que quieren”. Siete manantiales de agua viva brotan del seno de la Filosofía: son las artes liberales "de las cuales el Espíritu Santo es el inventor", y cuyas imágenes irradian alrededor de la noble dama bajo tantos arcos-arcadas, separadas entre sí por columnas romanas, con un capitel decorado con follaje o máscaras muecas.

Estas artes quedan a su mando en la suprema dirección que ejerce sobre el trívium y el quadrivium de los estudios profanos, como expresa la leyenda inscrita en la circunferencia que enmarca la Filosofía. El arte rige todo lo que es, yo filosofía sujeto a las artes divididas en siete partes. En la parte superior vemos a la Gramática, con la cabeza cubierta por un velo blanco, bajo el cual aparece el tocado bizantino descrito anteriormente, vestida como cada una de sus compañeras con una túnica de mangas justas y una venda en los ojos que le ciñe con fuerza la cintura y cuyas mangas, abiertas a la mitad del brazo, desciende hasta debajo de las rodillas. Está armada con la vara, visor, símbolo de la disciplina rigurosa que es necesario mantener en la clase de la gente pequeña de los estudiantes; la otra mano sostiene un libro, cuya cubierta está decorada con piedras preciosas. En el colgador bajo el que se encuentra se encuentra la siguiente inscripción: Per me quivis discit, vox, littera, syllaba quid sit (a través de mí todos aprenden qué es una palabra, una letra, una sílaba).

La Retórica, provista de un punzón y de dos tablillas recubiertas de cera negra, para indicar el cuidado que recomienda al orador en la preparación del discurso, cada parte del cual debe someterse a un severo examen y, si es necesario, a numerosas correcciones: causarum vires por mí, ama rhetor, requiere (la fuerza de las razones para mí, ama rhetor, requiere).

La Dialéctica, en animada discusión como lo indica el gesto de la mano derecha; sostiene en la izquierda una cabeza de perro que ladra, símbolo de los incesantes gritos que provoca la discusión y de la vigilancia con que el argumentador sigue el razonamiento del adversario: argumenta sino concurrere more canino (los argumentos fluyen de manera canina).

Música, tocando un instrumento en forma de arpa, pero que la inscripción llama cítara; al lado hay una zanfona llamada organistrum y una lira, que hoy tal vez podríamos llamar rubèbe: música sum late doctrix artis variate (soy profesora de música con una amplia variedad de arte).

Teoría de números, con la ayuda de una varilla doblada en semicírculo, a la que se le pegan veintidós bolas negras: ex numeris consto, quorum discrimina monstro (yo consisto en números, cuyas diferencias muestro).

Geometría, apoyando un compás, circulus, en el suelo y sujetando una larga pértiga de agrimensor: terræ mensuras per multas directas curas (las medidas de la tierra se cuidan en muchas direcciones).

Astronomía, ojos levantados al cielo, examinando las estrellas. Sostiene en una mano una caja cerrada o, según P. Ch. Cahier, un celemín, “porque la Meteorología estaba asociada a él como director del trabajo agrícola”: ex astris nomen traho per quæ discitur omen (saco un nombre de las estrellas por el cual se aprende un presagio).

Todas estas representaciones están inscritas en una gran circunferencia, que lleva la siguiente inscripción:

*“Hec exercicia que mundi philosophia investigavit • investigata notavit • scripto firmavit et
alumnis insinuavit. Septem per studia docet artes philosophia • hec elementorum scrutatvr
et abdita rerum”.*

Estos son los ejercicios que la filosofía del mundo ha investigado • se ha anotado lo investigado • se ha confirmado por escrito y se ha inculcado a los alumnos. La filosofía enseña las siete artes a través del estudio • este es el escrutinio de las elementos y cosas ocultas.

Llena de estima por los filósofos de la antigüedad pagana, los sabios del mundo y los clérigos de antaño, Herrade sólo siente horror por los poetas y los magos, inspirados por el espíritu inmundo. Así que los relega a esta magnífica rosa pictórica. Están representados en la parte inferior de la hoja, inmersos en sus ensoñaciones o escribiendo en un libro los falsos desvaríos que el espíritu del mal, en forma de pájaro negro y antiestético, intenta susurrarles al oído. Los poetas, al igual que los filósofos, están equipados con el primitivo tintero de cuerno hundido en el estante del escritorio. Los personajes que escriben sostienen, además de la caña o la pluma, una navaja de mango negro. A estos siniestros agentes del espíritu del mal, tal como los considera Herrade, “la abadesa relaciona las diversas formas de idolatría, que despliega en una serie de escenas muy animadas, en número de cuatro, si nuestra memoria es exacta)” (Landsberg, 1879-1899, pp. 10-11).

Bibliografía

- Baldor, A. (1985-1986). *Aritmética*. Madrid: Ediciones y Distribuciones Códice.
- Benjamin, W. (2008). *Tesis sobre la historia*. México D.F.: Ítaca.
- Boole, G. (1960). *Análisis matemático de la lógica*. Universidad Nacional de la Plata.
- Bunge, M. (s/f). *La ciencia. Su método y su filosofía*.
- Comte, A. (1844). *Discurso sobre el espíritu positivo*.
- Copi, I., & Cohen, C. (2007). *Introducción a la lógica*. México D.F.: Limusa.
- Darwin, C. (1859). *El origen de las especies*. Feedbooks.
- Dingler, H. (1913), *Die Grundlagen der Naturphilosophie*, Leipzig
- Euclides. (1991). *Elementos I-IV*. Madrid: Gredos.
- Fleck, L. (1987), *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. Alianza Editorial, Madrid
- Gramaglia, E. (s/f). *La armonía de las esferas*.
- Kant, I. (2003). *Lógica*. Biblioteca Virtual Universal.
- Kant, I. (2005). *Crítica de la razón pura*. (P. Ribas, Trad.) Taurus.
- Kuhn, T. S. (1979), "Foreword". En L. Fleck, *Genesis and Development of a Scientific Fact*. University of Chicago Press, Chicago-London
- Kuhn, T. (2004). *Estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica México.
- Mill, J.S. (1908): *Resumen sintético del Sistema de Lógica*, París: Lib. De la Vida de Ch. Bouret.
- Newton, I. (1871). *Principios matemáticos de la filosofía natural*. Glasgow.
- Ostwald, W., (1914), *Moderne Naturphilosophie*, Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig
- Platón. (1988). *Diálogos IV República*. Madrid: Gredos.
- Piscoya. (1997). *Lógica General*. Fondo Editorial de la UNMSM, Lima

Popper, K. R. (1935): *Logik der Forschung*, Springer, Wien. Versión española, *La lógica de la investigación científica*, Tecnos, Madrid 1994.

Popper, K. R. (1972): *Objective Knowledge. An Evolutionary Approach*. Clarendon Press, Oxford. Versión española, *Conocimiento objetivo. Un enfoque evolucionista*. Tecnos, Madrid 1972

Popper, K. R. (1979), *Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie*. J. C. B. Mohr, Tübingen. Versión española, *Los dos problemas fundamentales de la epistemología*. Tecnos, Madrid 1998.

Popper, K. (1985), *Realismo y el objetivo de la ciencia*. Tecnos, Madrid

Rivadulla, A. (1987), "Ludwik Fleck: la irrupción de la orientación histórico-sociológica en epistemología". *Arbor* nº 502, 31-63

Sánchez, J., García, M., & Balderas, Y. (s/f). *Química I*.

Serway, R., & Vuille, C. (2012). *Fundamentos de física, volumen 1*. México D.F.: Cengage Learning.

Skinner, B. (1994). *Sobre el conductismo*. Buenos Aires: Planeta Argentina.

von Landsberg, H. (1879-1899). *Hortus deliciarum*. Estrasburgo.



<http://editorialmarcaribe.es/>

LIBRO DE INVESTIGACIÓN

**EPISTEME CRÍTICO
DE CIENCIAS Y
HUMANIDADES**

**Un análisis histórico y
terminológico**