

## II.1. ARISTÓTELES: INDUCCIÓN Y DEDUCCIÓN

### II.1.1. Introducción

Podríamos considerar sin riesgo a equivocarnos que Aristóteles fue el primer filósofo de la ciencia. Analizó ciertos problemas que surgen relacionados con la explicación científica y con ello fundó la disciplina. Su principal obra al respecto son Los Segundos Analíticos. Aunque en la Física y la Metafísica incluye también discusiones de ciertos aspectos del método científico.

Para Aristóteles, el objeto de la ciencia es lo general, a lo que se llega por la razón. Pero lo general existe sólo en lo singular, sensorialmente perceptible, y puede conocerse sólo a través de lo singular: es condición de todo conocimiento general, la generalización inductiva, que no puede realizarse sin la percepción por los sentidos.

La lógica formal aristotélica se halla estrechamente ligada a la teoría del ser, a la del conocimiento y a la de la verdad, dado que en las formas lógicas Aristóteles veía, al mismo tiempo, las formas del ser. En la teoría del conocimiento, distinguía el conocimiento fidedigno (Apodíctico) y el probable, comprendido en la esfera de la «opinión» (Dialéctica). En Aristóteles, sin embargo, estas dos clases de conocimiento se hallan relacionadas entre sí a través del lenguaje. Según él, la experiencia no constituye la última instancia para comprobar una «opinión», y las premisas superiores de la ciencia se ven directamente en calidad de verdaderas por el intelecto y no a través de los sentidos. Ahora bien, los altos axiomas del saber intelectivamente aprehensibles no son innatos a nuestra mente y presuponen una actividad: acumulación de datos, orientación del pensamiento hacia los hechos reunidos.

El último fin de la ciencia, según Aristóteles, radica en la definición del objeto, y ésta se halla condicionada por el hecho de unir la deducción con la inducción. Como quiera que, en su opinión, no existe un concepto que pueda ser predicado de todos los otros conceptos, y, por ende, los distintos conceptos no pueden ser generalizados en un género único, Aristóteles señala la existencia de categorías, o sea, de géneros superiores a los que se reducen los demás géneros de lo que realmente existe.

Después de ocuparse del razonamiento silogístico, en su siguiente obra lógica Aristóteles se dedica a la aplicación del silogismo en la demostración, ya que conduce a un saber de orden científico. Los Segundos Analíticos se componen de dos libros:

- El libro primero expone que todo saber proviene de un conocimiento preexistente, pero sólo poseemos conocimiento científico de una cosa cuando conocemos su causa, por lo cual se establece que la ciencia es un saber demostrativo. La demostración se fundamenta en un silogismo cuyas premisas son verdaderas, primarias, inmediatas y mejor conocidas que la conclusión. El término medio, que constituye la causa de una cosa, se presenta como el elemento central de la demostración, siendo la primera figura silogística el verdadero tipo de silogismo científico. El silogismo demostrativo puede tener unas premisas que a su vez sean conclusiones de otras demostraciones, y así sucesivamente, pero el proceso no puede ser infinito porque faltaría un fundamento último para la demostración. Así pues, hay unas verdaderos fundamentales que son indemostrables, evidentes y primeros principios de demostración, unos de ellos comunes a toda demostración, axiomas, y otros peculiares a cada ciencia, definiciones.

- El libro segundo se ocupa de las formas de investigación, y en él se afirma que todas ellas van referidas al término medio. Continúa con el análisis de las características de la definición, de la deducción y de sus diferencias. Por último, expone que la mente individual llega a conocer las verdades fundamentales mediante la inducción de lo particular a lo general, pero que es la intuición intelectual -noésis- la que aprehende este universal.

La teoría epistemológica aristotélica es una crítica tanto a las posturas pitagóricas como a la platónica. Veamos todo esto con más detalle

### II.1.2. El método inductivo-deductivo de Aristóteles

Aristóteles consideraba la investigación científica como una progresión circular que iba desde las observaciones hasta los principios generales, para volver a las observaciones. Mantenía que el científico debe inducir principios explicativos a partir de los fenómenos que se observan y que se han de explicar, y después, deducir enunciados acerca de los fenómenos a partir de premisas que incluyan estos principios.

Por lo tanto, la explicación científica sólo se consigue cuando se deducen enunciados sobre estos fenómenos o propiedades a partir de los principios explicativos. Es decir, la explicación científica es una transmisión desde el conocimiento de un hecho hasta el conocimiento de las razones.

El método por lo tanto se compone de una primera etapa que debería caracterizarse por la inducción de principios explicativos a partir de los fenómenos observados, y después en una segunda etapa, sobre estos principios construir enunciados que los contengan y se refieran a los fenómenos. Es decir, que la primera parte del proceso consiste en la creación de un cuerpo teórico que explique a través de unos principios elementales los fenómenos, y la segunda parte del proceso consiste en deducir leyes generales para los fenómenos constituidas por el cuerpo teórico formado y válidas para explicar/aplicar los fenómenos.

#### II.1.2.1. La etapa inductiva

Según Aristóteles, todo está compuesto de materia y forma. Es lo que se conoce como teoría hilemórfica. En el mundo material, ambos principios esenciales están intrínsecamente relacionados, la materia no puede darse sin forma, ni la forma sin materia. Materia es lo que hace que un objeto particular sea un individuo único, y forma es lo que hace que el objeto particular sea un miembro de una clase de formas similares. Especificar la forma de un objeto particular es especificar las propiedades que comparte con otros particulares. Es decir, que con la materia y la forma, somos capaces de distinguir entre el individuo y la clase a la que pertenece.

Aristóteles sostenía que las generalizaciones sobre las formas se extraían de la experiencia sensible por medio de la inducción. Existen dos tipos de inducción y ambos comparten la característica de proceder de enunciados generales.

El primer tipo de inducción es la **enumeración simple**, en la que la enumeración sobre objetos o acontecimientos individuales se toma como base para una generalización sobre la especie de la que son miembros. O, en un nivel más alto, los enunciados sobre especies individuales se toman como base para una generalización sobre un género.

Primer caso de inducción aristotélica: Enumeración simple

premisa		conclusión
lo que se observa que es verdadero de varios individuos	generalización	lo que se presume que es verdadero de la especie a que pertenecen los individuos
Lo que se observa que es verdadero de varias especies	generalización	Lo que se presume que es verdadero del género a que pertenecen las especies

En un argumento inductivo por enumeración simple, las premisas y la conclusión contienen los mismos términos descriptivos. Un argumento típico por enumeración tiene la forma:

$a_1$  tiene la propiedad P  
 $a_2$  tiene la propiedad P  
 $a_3$  tiene la propiedad P  
 Todos los  $a_i$  tienen la propiedad P

El segundo tipo de inducción es una **inducción intuitiva o directa** de aquellos principios generales que están ejemplificados en los fenómenos. La inducción intuitiva es una cuestión de perspicacia. Es la capacidad para ver lo que es esencial en los datos de la experiencia sensible. Se trata de ver los atributos genéricos y las differentiae de un espécimen.

### II.1.2.2. La etapa deductiva

En la segunda etapa de la investigación científica, las generalizaciones logradas por inducción se usan como premisas para las deducciones de enunciados sobre las observaciones iniciales. Aristóteles estableció una restricción para este tipo de enunciados que pueden aparecer como premisas y conclusiones de los argumentos deductivos en la ciencia, permitía sólo aquellos enunciados que afirmasen que una clase está incluida en, o está excluida de, una segunda clase.

Los enunciados permitidos por Aristóteles son:

TIPO	ENUNCIADO	RELACIÓN
A	Todos los S son P	S está totalmente incluido en P
E	Ningún S es P	S está totalmente excluido de P
I	Algunos S son P	S está parcialmente incluido en P
O	Algunos S no son P	S está parcialmente excluido de P

De entre este tipo de enunciados el más importante es el de Tipo A: **Todos los S son P**; la relación que se establece es: **S está totalmente incluido en P**. Aristóteles creía que ciertas propiedades son esencialmente inherentes a los individuos de ciertas clases, y que los enunciados del tipo "todos los S son P" reproducen la estructura de estas relaciones. Mantenía que una explicación científica adecuada debe darse en términos de enunciados de este tipo. Más específicamente, citó el silogismo de Bárbara como el paradigma de demostración científica. El silogismo de Bárbara está formado por enunciados del

tipo A ordenados de la siguiente manera:

Todos los M son P  
Todos los S son M  
Todos los S son P  
donde P, S y M son los términos mayor, menor y medio del silogismo.

Uno de los logros de Aristóteles fue establecer que la validez de un argumento viene determinada únicamente por la relación entre premisas y conclusión.

Aristóteles interpretó la etapa deductiva de la investigación científica como la interpretación de términos medios entre los términos sujeto y predicado del enunciado que ha de probarse. La etapa deductiva constituye el paso desde el conocimiento de un hecho hasta la comprensión de la estructura del mismo fenómeno.

### II.1.3. Requisitos empíricos para la explicación científica

Aristóteles insistía en la necesidad de que las premisas de una explicación satisfactoria deben ser verdaderas. Así, excluía de la clase de las explicaciones satisfactorias aquellos silogismos válidos que tienen conclusiones verdaderas pero premisas falsas. Una explicación satisfactoria debe estar compuesta de premisas verdaderas, por lo que desde el principio, los silogismos válidos pero de premisas falsas, fueron descartados como explicaciones científicas aceptables.

La relación de correspondencia de verdad entre las premisas y la conclusión es el primero de los 4 requisitos extralógicos que Aristóteles exigía a las premisas de las explicaciones científicas, los cuales se enumeran a continuación:

- Las premisas han de ser verdaderas
- Las premisas han de ser indemostrables
- Las premisas han de conocerse mejor que la conclusión.
- Las premisas deben ser causas de la atribución hecha en la conclusión.

La existencia de algunos principios indemostrables dentro de una ciencia es necesaria para evitar una regresión infinita en las explicaciones. Por tanto, no todo el conocimiento de una ciencia es susceptible de ser probado. Son indemostrables las leyes más generales de la ciencia y las definiciones que estipulan los significados de los atributos propios de esa ciencia.

Aristóteles sabía que un argumento deductivo no puede dar más información de la que implican sus premisas; asimismo, los primeros principios de demostración deben ser tan evidentes como las conclusiones extraídas de ellos. Es decir, la evidencia debe estar presente tanto en las premisas como en las conclusiones.

El más importante de los cuatro requisitos es el de la **relación causal**. Es posible construir silogismos válidos con premisas verdaderas de tal modo que las premisas no establezcan la causa de la atribución que se hace en la conclusión.

Aristóteles diría que las premisas del **silogismo razonado** establecen la causa de un hecho; por el contrario, las premisas del correspondiente **silogismo del hecho** no establecen la causa del hecho. Lo

que se necesita en este punto es un criterio para distinguir las correlaciones causales de las accidentales. La diferencia entre un silogismo del hecho razonado y el silogismo del hecho es que en el primero si que hay una relación causal que explica la conclusión a través de las premisas mientras que en el caso del silogismo del hecho la relación entre las premisas y la conclusión es tan solo aparentemente causal. Aristóteles sugirió que en una relación causal el atributo es verdadero de todos los casos del sujeto, es verdadero precisamente del sujeto y no como parte de un todo mayor, y es "esencial para" el sujeto.

El tercer criterio de Aristóteles identifica la relación causal con la atribución "esencial" de un predicado a un sujeto. Pero Aristóteles no proporcionó un criterio para determinar qué atribuciones son "esenciales". Dio ejemplos de predicación esencial y de predicación accidental pero no estableció un criterio general para hacer la distinción.

Para Aristóteles la relación causal existe si:

- a) el atributo (en la relación causal) es verdadero de todos los casos del sujeto.
- b) es verdadero precisamente del sujeto y no de un todo mayor.
- c) es esencial para el sujeto.

El problema irresuelto por Aristóteles (en opinión de Losee) estriba ni más ni menos en la no posesión de un criterio para diferenciar entre los predicados esenciales y los predicados accidentales.

### **II.1.3.1. La estructura de una ciencia**

Aristóteles insistió en que cada ciencia particular tiene un género de sujetos y un conjunto de predicados distintivos. Destacó que una explicación satisfactoria de un fenómeno debe utilizar los predicados de la ciencia a la que pertenezca el fenómeno, siendo inapropiado por ejemplo, tratar de explicar la trayectoria de un misil en términos de mutación, etc. (biología).

Sostenía asimismo que una ciencia individual es un grupo deductivamente organizado de enunciados. En el nivel más alto de generalidad se encuentra los primeros principios de todas las demostraciones: los principios de Identidad, de No Contradicción y del Tercero Excluido. Estos son principios aplicables a todos los argumentos deductivos. En el siguiente nivel de generalidad se encuentran los primeros principios y definiciones de la ciencia particular.

Los primeros principios de una ciencia, no sujetos en ningún caso a deducción de otros principios más básicos, son los enunciados verdaderos más generales que pueden hacerse acerca de los predicados propios de la ciencia. Como tales, los primeros principios son los puntos de partida de todas las demostraciones de la ciencia. Funcionan como premisas para la deducción de las correlaciones que se encuentren en niveles más bajos de generalidad.

### **II.1.3.2. Las cuatro causas**

Con Aristóteles la física recupera su valor científico, dedicándose al estudio de las causas (aitía) y principios que rigen a los seres naturales. Se trata de otro requisito adicional para las interpretaciones científicas. Una explicación adecuada de un proceso debe especificar cuatro aspectos de lo que constituye su causa.

La noción de causa (aitía) es, sin embargo, bastante compleja y más amplia que la que utilizamos hoy en día. Causa de algo es aquello por lo cual algo es y se comporta como lo que es, y por lo tanto, nos proporciona todo lo necesario para poder explicarlo.

Las causas son los principios últimos de los que todo ser depende para realizarse como lo que es. El conocimiento científico es el conocimiento de las causas y primeros principios por los que se rigen los entes. Aristóteles distinguió cuatro causas:

- La causa **material**: de qué está hecho algo. la materia; los materiales.
- la causa **formal**: qué es algo. La determinación a la que responde cada cosa; su esencia o su forma.
- La causa **eficiente**: aquello por obra de lo cual la cosa llega a ser. Qué la produce.
- La causa **final**: el fin por el que algo llega a ser. La meta.

En los seres artificiales estas cuatro causas se diferencian totalmente: la causa material de una estatua es el bronce; la formal es lo que representa la estatua (Atenea). La causa eficiente es el productor de la estatua: el escultor y la causa final explica aquello por lo que se hizo la estatua, su fin (Para adornar).

En los seres naturales, las causas formal, eficiente y final coinciden: La morphé es, a la vez, fin y agente porque es la esencia de algo o su naturaleza la que determina sus desarrollos y transformaciones que la llevan a su fin, que no es otro que actualizar todas sus potencialidades y desplegar su propia esencia.

El fin (telos) de un ente rige de antemano todo su posterior desarrollo como aquello en vista de lo cual algo cumple (actualiza o lleva a término) su esencia. En esto consiste el llamado teleologismo aristotélico, en que la causa final está presente de antemano en la causa formal: la esencia de algo lleva en sí el camino que hay que recorrer para llegar a su propio cumplimiento y perfección.

Aristóteles insistió en que toda explicación científica de un proceso debe dar cuenta de su causa final o telos. Las explicaciones teleológicas son las que usan la expresión "con el fin de" o equivalentes. Aristóteles exigía explicaciones teleológicas de todo proceso. Las interpretaciones teleológicas no necesitan presuponer deliberación o elección consciente. La interpretación teleológica del proceso no implica conocimiento consciente del sujeto ni propósito cósmico.

La importancia de la causa final para Aristóteles estriba en ser la condición de todo proceso presente en función del acto y la potencia). Sin embargo, las interpretaciones teleológicas presuponen que un estado de cosas futuro determina el modo en que se desarrolla su estado de cosas presente.

#### II.1.4. La demarcación de la ciencia empírica

Además de señalar el objeto de cada ciencia individual, Aristóteles trató de distinguir la ciencia empírica, como un todo, de la matemática pura. Ésta se ocupa de números y figuras en abstracto. La matemática pura sólo puede aplicarse al mundo supralunar, donde no hay movimiento. En el mundo sublunar, sometido al cambio, es donde aplican las ciencias empíricas. Es decir, mientras el objeto de la ciencia empírica es el cambio, el objeto de la matemática pura es lo que no cambia.

### II.1.5. El carácter necesario de los primeros principios

Aristóteles afirmó que el conocimiento científico genuino tiene el rango de verdad necesaria. Los primeros principios de cualquier ciencia, adecuadamente formulados y sus consecuencias deductivas han de ser verdaderos. Mantenía las siguientes tesis:

- Ciertas propiedades son esencialmente inherentes a los individuos de ciertas clases; un individuo no sería miembro de una de esas clases si no poseyera los atributos en cuestión.
- En tales casos, existe una identidad de estructura entre el enunciado universal afirmativo que predica un atributo de un término de clase y la inherencia no verbal de la propiedad correspondiente en los miembros de la clase.
- Es posible para el científico intuir correctamente entre isomorfismo entre lenguaje y realidad.

## II.2. EUCLIDES Y LA ORGANIZACIÓN DEDUCTIVA

### II.2.1. El método Deductivo

Euclides introdujo un elemento realmente novedoso en la matemática de la época, el método deductivo, aplicado al marco de las organizaciones locales. Para que se entienda ponemos dos grandes y clásicos ejemplos: la geometría del triángulo y la geometría de la circunferencia. Ambos fueron desarrollándose como pequeños universos de conocimiento geométrico. De esta manera fue posible aplicar los resultados que iban siendo establecidos dentro de estos universos particulares a problemas del espacio físico general, ya que la geometría se desarrollaba como una representación y organización del conocimiento sobre el espacio físico.

Pero el motivo fundamental por el que era necesario incorporar el método deductivo a la matemática era la intención filosófica de construir una ciencia teórica cuya meta era el conocimiento de la verdad.

El objetivo del método deductivo era explicar. Explicar era demostrar. Para explicar, en cualquier ciencia, hay que partir de primeros principios. La estructura de una ciencia completa debía ser por tanto un sistema deductivo de enunciados. Esta organización, ya de carácter global, para el caso de la geometría quedó plasmada en los Elementos de Euclides. Allí hay una organización que rebasa ampliamente las organizaciones locales. La intención filosófica de construir una ciencia desde sus primeros principios la podemos hallar en Aristóteles, quien se propuso analizar lo que era una ciencia demostrativa y los elementos que la componen:

- las definiciones, que han de incluir el género y la diferencia específica, es decir, por una parte la clase a la que pertenece el término definido, y por otra las características que lo diferencian de esa clase.
- los primeros principios, que los hay de dos clases: los específicos de cada ciencia, llamados postulados (premisa ni evidente ni probada pero que se acepta como válida y no puede referirse a otro principio) y los comunes a todas, los axiomas (premisa evidente por sí misma que no necesita demostración)
- finalmente, está el cuerpo deductivo, compuesto por las proposiciones demostradas a través de la inferencia, los teoremas (afirmación que puede ser demostrada dentro de un sistema formal).

Euclides formuló sistemas de enunciados que incluían estos elementos organizados de tal manera que la

verdad de los teoremas se seguía de la supuesta verdad de los axiomas. Hay tres aspectos del ideal de sistematización deductiva. Veámoslos con más detalle.

### II.2.2. Sistematización Deductiva

El primero de los tres aspectos necesarios para una sistematización deductiva sería que los axiomas y los teoremas están relacionados deductivamente. En realidad este es el típico caso de *haz lo que digo y no lo que hago*, ya que Euclides dedujo algunos de sus teoremas apelando a la operación de superponer figuras para establecer su congruencia. Pero en los axiomas no aparece referencia alguna a esta operación de superposición. Por tanto, Euclides "probó" algunos de sus teoremas saliéndose del método axiomático. Aún así, la validez de esta afirmación es irrefutable.

En segundo lugar, los propios axiomas son verdades evidentes. Este requisito fue muy controvertido. Compartido tanto por el ideal deductivo como por la orientación pitagórica. En cambio, los que siguieron la tradición de salvar las apariencias rechazaron el requisito aristotélico de verdad material. Según Simplicio, hablando de astronomía matemática, al astrónomo le corresponde únicamente decidir "cuales son los movimientos circulares, uniformes y perfectamente regulares que conviene tomar como hipótesis a fin de salvar las apariencias presentadas por los planetas". Basta con que estas hipótesis permitan ordenar los cielos, sin pretender que correspondan a entidades que existen realmente. Es decir, para los seguidores de la tradición de salvar las apariencias presentan una verdad formal de las construcciones de estas operaciones que no tiene por qué ser material. Dicho de otro modo, para "salvar las apariencias" basta con que las consecuencias deductivas de los axiomas estén de acuerdo con las observaciones. El que los axiomas en sí mismos no sean plausibles, o incluso sean falsos, es irrelevante. Este segundo requisito y el tercero que viene a continuación están muy relacionados, ya que de lo que se trata al fin y al cabo es de la correspondencia entre las teorías y la realidad.

El tercer requisito consiste en que los teoremas concuerden con las observaciones. Es decir, el sistema deductivo debe estar en contacto con la realidad. Ciertamente Euclides intentó probar teoremas que tuviesen aplicación práctica. Pero, para estar en contacto con el reino de la experiencia, es necesario que al menos algunos de los términos del sistema deductivo hagan referencia a objetos y relaciones del mundo. Parece que Euclides supuso que términos tales como "punto", "línea" o "peso" tenían correlatos empíricos. Puede ser que la preocupación de Arquímedes (en esta línea que venimos comentando) por las leyes aplicables a "su palanca ideal" refleje una tradición filosófica en la cual se establece un contraste entre las complejidades inmanejables de los fenómenos y la pureza intemporal de las relaciones formales. Esta tradición se vio a menudo reforzada por la opinión ontológica de que el reino de los fenómenos es, en el mejor de los casos, una "imitación" o "reflejo" del "mundo real". La responsabilidad principal por la promulgación de éste punto de vista recae sobre Platón y sus intérpretes. Este dualismo tuvo importantes repercusiones en el pensamiento de Galileo y Descartes.

Para Losee se pueden discutir (y de hecho lo han discutido los filósofos de la ciencia) los dos últimos aspectos pero no el primero. No es posible subscribir el ideal deductivo sin aceptar el requisito de que los teoremas estén deductivamente relacionados con los axiomas.

### II.2.3. Demostración de Teoremas

Euclides empleó dos importantes técnicas para probar teoremas a partir de sus axiomas, pero no fue el único, por lo menos Arquímedes también las usó:

- La técnica de *reductio ad absurdum*. La reducción al absurdo se utiliza para probar que el teorema T es verdad. Y para ello se comienza por asumir justo lo contrario, que T no es verdadero y se deduce a partir de esta negación una posible contradicción en las premisas, de la forma p y no p. De esta forma, se afirma la necesaria verdad de T en función del principio de no contradicción de los axiomas.
- El método de *exhaución*, también conocido como el método de demostración por casos. Es una extensión del método de *reductio ad absurdum*. Consiste en mostrar que cada posible contrario de un teorema tiene consecuencias que son incompatibles con los axiomas del sistema. Es decir, la proposición a ser probada se divide en un número finito de casos, y cada caso es demostrado por separado. Una demostración por casos consta de dos etapas:
  - Una prueba de que los casos son exhaustivos; es decir, que cada instancia de la proposición a ser probada coincide con las condiciones de (al menos) uno de los casos.
  - Una demostración de cada uno de los casos.

La exploración de las proposiciones como miembros constitutivos de un sistema axiomático de geometría, fue cambiando, gradualmente, el significado de estas mismas proposiciones. Dejaron de ser vistas como representaciones de alguna propiedad del espacio (físico). Es decir, fueron perdiendo su valor ontológico, y fue enfatizado su aspecto lógico. Empero, esto no fue un proceso breve. Duró varios siglos y hubo profundas razones para ello.

La principal fue quizás, el desarrollo impulsado por los intentos de demostrar el V Postulado ( el postulado de las paralelas, que en su forma simplificada viene a decirnos que dos rectas paralelas son equidistantes), pues ya desde tiempos de Euclides fue visto como una proposición muy complicada para adjudicársele la categoría de postulado: carecía de la evidencia en sí que debía caracterizar las proposiciones dignas de tal nombre. La historia de los intentos de demostración del postulado de las paralelas cubre una parte sustancial de la historia de la geometría hasta el siglo XIX. Cubre, en particular, parte importante de la evolución de la idea de demostración. Desde el comienzo, fue claro para quienes buscaron tal prueba, que habría que hacerlo dentro del contexto euclidiano y ello comportaba una hipótesis de profundo valor epistemológico: el espacio era euclidiano. La demostración del postulado simplemente haría más ligero el sistema postulacional. No hubo, en general, duda alguna del isomorfismo entre el sistema euclideo y el espacio físico. Hasta comienzos del siglo pasado pues, la idea de lo que constituía una demostración en geometría fue esencialmente la misma que la establecida oficialmente en los Elementos de Euclides.

La exploración rigurosa de los fundamentos de la matemática durante el siglo XIX, condujo a la desvalorización de la figura como objeto cognitivo dentro de la matemática. Este abandono de lo visual trajo como consecuencia, el predominio del lenguaje analítico para comunicar las matemáticas.

Hasta el siglo XIX la obra de Euclides fue considerada como uno de los modelos de la matemática por la metodología mediante la cual valida sus resultados. Cuando Newton publica su obra, los Principia, toma como modelo a los Elementos de Euclides. Aunque para su trabajo sobre el cálculo, que se desarrolla mediante el lenguaje del álgebra, sus criterios de legitimación son diferentes.

La situación que acabamos de describir cambió radicalmente durante el siglo XIX. Entonces, la metodología de la geometría fue adoptada por el álgebra y el análisis. La geometría misma sufrió cambios radicales a través de la obra Fundamentos de Geometría de D. Hilbert. En los Elementos, los axiomas son verdades evidentes por lo cual no necesitan de una demostración que los justifique como tales. En consecuencia, lo que podamos deducir de ellos, tendrá también el carácter de verdad que

tienen los axiomas. En cambio, en el trabajo de Hilbert, no se tiene en cuenta el carácter de verdad de los axiomas; lo fundamental es que el conjunto de axiomas sea consistente. Es decir, que los axiomas no se contradigan entre sí. Por ejemplo, no debe haber, además del axioma de unicidad de la paralela por un punto exterior a una recta, otro axioma que afirme o del cual pudiera deducirse, la existencia de más de una paralela por un punto exterior a una recta. Los resultados que se deduzcan de los axiomas, tendrán el carácter de deducciones pero no un valor asociado de verdad.

Este esquema sugiere la transformación que sufrió la axiomatización de Euclides en manos de Hilbert: una extracción del significado de los términos y proposiciones de la geometría y su correspondiente sustitución por el criterio lógico de la consistencia. Este proceso de desustanciación de la geometría, en el que ya no importa la naturaleza de los objetos de los que se habla sino la coherencia del discurso, corresponde a un movimiento general en la matemática del siglo XIX, que buscaba fundamentos de naturaleza analítica.

### II.3. EL MÉTODO CARTESIANO

En el siglo XVII se abren nuevos horizontes en el saber humano. La ciencia ya no se considera únicamente un conocimiento teórico de las causas, sino que se presenta como una oportunidad de crecimiento humano. Este conocimiento útil se erige con la certeza racional y evidente que le da solidez a sus propios planteamientos. Es el siglo de la física, las matemáticas, la geometría y las ciencias que no dependen de lo subjetivo.

Descartes propone un método matemático y universal con el que podamos evitar el error. Se trata de un conjunto de reglas o procedimientos que nos vale tanto para lo que ya conocemos como para cualquier nuevo campo de conocimiento.

Afirmó que el conocimiento puede ser alcanzado a priori, es decir, en ausencia de la realidad. Concibió a la ciencia como una especie de pirámide en cuya cúspide se ubica el conocimiento científico. Desde la base de la pirámide se llega al conocimiento científico por medio de inducciones progresivas, en tanto que éste llega a la base, o naturaleza real, a través de la deducción.

#### II.3.1 Inversión de la teoría del procedimiento de Francis Bacon

Bacon intentó corregir las ideas aristotélicas predominantes en su tiempo. Escribió su *Novum Organum* como oposición al *Organum* aristotélico. En relación con el método inductivo, su crítica se basa en tres puntos.

- El primero, la forma azarosa y exenta de crítica en la recogida de datos por los aristotélicos y a la que Bacon oponía el uso de la experimentación sistemática
- En segundo lugar criticaba la generalización imprudente a partir de unas pocas observaciones.
- Finalmente, criticó la limitación de la inducción por simple enumeración que conduce, con frecuencia, a conclusiones falsas al no tener en cuenta los casos negativos.

Bacon cambió radicalmente el mundo de la ciencia, pues fue el primero en proponer la manera como debe proceder un científico: observando, experimentando, registrando sistemáticamente y formulando enunciados concretos. Tal procedimiento constituye la base de la inducción.

Con su método, pretendía eliminar los inconvenientes del método aristotélico y para ello enfatizó la necesidad de inducciones graduales y progresivas, que permitieran sentar la base de la pirámide de conocimientos, mediante el ascenso gradual, desde correlaciones entre los hechos de un bajo grado de

generalidad hasta las más completas. El método para buscar esas correlaciones y lo que era más importante, para eliminar las accidentales y mantener sólo las esenciales, fue denominado método de exclusión, por fundarse en la eliminación de cualquier correlación en la que exista algún caso en que un atributo esté presente, cuando el otro este ausente o en que uno aumente cuando el otro disminuya. Para el perfeccionamiento del método inductivo Bacon propone un procedimiento consistente en:

- Construir a partir de la observación unas tablas en las que se consignen los casos en que un determinado fenómeno se presenta (tabulae presentiae), o los casos y circunstancias en los que el fenómeno no aparece (tabulae absentiae) y añadir otras como las situaciones en las que se observan aumentos o decrementos del fenómeno (tabulae graduum), etc.
- Plantear una hipótesis para explicar el fenómeno mediante el estudio riguroso de los datos registrados en las tablas planteando asociaciones o relaciones entre el fenómeno y sus causas posibles.
- Verificar empíricamente mediante el experimento la bondad de la hipótesis y aceptarla, refinarla, modificarla o rechazarla según resulte éste.

A primera vista no parece que exista un cambio tan esencial respecto del método inductivo deductivo de Aristóteles y de hecho el nuevo método utiliza tanto la inducción (aunque más sistematizada) como la deducción para establecer sus proposiciones. Sin embargo la diferencia fundamental es que el criterio de certeza se traslada desde la adecuación en el razonamiento (seguir las normas de la lógica del sistema aristotélico) hasta el contraste de la hipótesis con los resultados del experimento. Es por esto por lo que se denomina método experimental.

Con Bacon coincidía Descartes en que el mayor logro de la ciencia es una pirámide de proposiciones, con los principios más generales en el vértice. Pero mientras que Bacon buscaba descubrir las leyes generales mediante un progresivo ascenso inductivo a partir de las relaciones menos generales, Descartes pretendía comenzar por el vértice y llegar lo más abajo posible mediante un procedimiento deductivo. Descartes, así, se adhería al ideal de Arquímedes de una jerarquía deductiva de proposiciones.

### LA DUDA METÓDICA

Descartes exigía certeza para los principios generales del vértice de la pirámide. Al servicio de esta exigencia de certeza, comenzó por dudar metódicamente de todos los juicios que previamente había creído verdaderos, con el fin de ver si alguno de estos principios estaba más allá de la duda. Concluyó que, efectivamente, algunos de estos principios estaban más allá de la duda y que, en tanto pensaba, debía existir, y que debía existir un "ser perfecto".

Argumentaba que tal Ser perfecto no crearía al hombre de tal modo que sus sentidos y su razón le engañasen sistemáticamente. De este modo, debía existir un universo externo al yo pensante, un universo no opaco a las facultades cognitivas del hombre. En realidad, Descartes llegó más lejos, y sostuvo que cualquier idea que se presentase a la mente a la vez de modo claro y distinto debía ser verdadera.

Lo claro es lo que se presenta de modo inmediato a la mente. Por otro lado, lo distinto es lo que es a la vez claro e incondicionado. Lo distinto se conoce per se; su evidencia es independiente de cualesquiera condiciones limitadoras.

### **II.3.2. Cualidades primarias y cualidades secundarias**

Después de estos dos pasos ya comentados, Descartes se dirigió hacia el universo externo, el universo

creado. Pretendía descubrir qué era lo claro y distinto respecto de los objetos físicos.

De las cosas físicas conocemos su extensión. ¿Cómo llegamos a conocer esa extensión que constituye la esencia de las cosas físicas? Descartes sostenía que nuestro conocimiento de la extensión —la "naturaleza real" de la cosa física— es una intuición de la mente. Y tal intuición ha de ser distinguida de la secuencia de apariencias que la cosa o el objeto físico puede presentar a nuestros sentidos. Descartes distinguía entre cualidades primarias (las que todo cuerpo debe poseer para ser tal cuerpo) y las secundarias (colores, sabores, sonidos, olores), que existen sólo en la experiencia perceptiva del sujeto.

Razonó que si la extensión es la única propiedad de los cuerpos de la que poseemos una idea clara y distinta, ser un cuerpo es ser extenso. El vacío no puede existir. Extensión significaba estar lleno de materia y concluía que el concepto extensión desprovista de toda materia es una contradicción.

No obstante su negación del vacío en la naturaleza, afirmó determinadas implicaciones metodológicas del atomismo clásico. Pretendía interpretar los procesos macroscópicos en términos de interacciones submacroscópicas (p.e., la atracción magnética). Descartes afirmó el ideal atomista de la explicación de los cambios cualitativos en el nivel macroscópico en términos de cambios puramente cuantitativos en el nivel submacroscópico. Limitaba el objeto de la ciencia a aquellas cualidades que pueden expresarse de forma matemática y ser comparadas como proporciones.

La visión cartesiana de la ciencia combinaba los puntos de vista de Arquímedes, los pitagóricos y los atomistas. El ideal de la ciencia es una jerarquía deductiva de proposiciones, cuyos términos descriptivos hacen referencia a los aspectos estrictamente cuantificables de la realidad, a menudo en un nivel submacroscópico. Descartes reclamaba matemáticas universales para descubrir los secretos del universo, del modo en que su geometría analítica había reducido las propiedades de las superficies geométricas a ecuaciones algebraicas.

Descartes utilizó el término extensión en un segundo sentido. Con el fin de describir el movimiento de los cuerpos, se refería a éstos como ocupando primero un espacio y después otro. Pero este espacio o "proporción de extensión" no es idéntica a ningún cuerpo específico. "Espacio", en este sentido, es la relación que un cuerpo mantiene con otros cuerpos. Este uso doble de "extensión" es un serio equívoco, ya que, según las propias normas de Descartes, se debe juzgar que no consiguió una idea clara y distinta de la extensión, su categoría fundamental para la interpretación del universo.

### **II.3.3.Reglas fundamentales del método cartesiano**

Descartes busca un fundamento de verdad en el que basar un conocimiento científico cierto y evidente, y por ello recurre al método. El método son reglas ciertas y fáciles, mediante las cuales, el que las observe exactamente no tomará nunca nada falso por verdadero, y no empleando inútilmente ningún esfuerzo de la mente, sino aumentando siempre gradualmente su ciencia, llegará al conocimiento verdadero. Esta es la definición del método, una serie de reglas cuya validez y fundamentación se presupone. Se presupone qué es la verdad, cómo alcanzarla y cómo reconocerla.

El método entendido como un conjunto de reglas a seguir para llegar a la verdad supone un orden inventivo que pretende hacer avanzar al saber. El método hace que el espíritu intuya y conozca distintamente mejor.

Las reglas del método se remiten a la razón, una razón matemática. Estas reglas pueden resumirse en cuatro fundamentales, enunciadas por Descartes en su "Discurso del método":

### **1. Regla (Evidencia)**

«No admitir jamás como verdadero cosa alguna sin conocer con evidencia que lo era: es decir, evitar con todo cuidado la precipitación y la prevención, y no comprender en mis juicios nada más que lo que se presentara tan clara y distintamente a mi espíritu que no tuviese ocasión alguna para ponerlo en duda»

Descartes es un precursor del método basado en la evidencia. Sólo acepta como verdadero lo evidente. Pero ¿Qué es evidente? La evidencia se produce sólo en la intuición, es decir, en un acto puramente racional por el que nuestra mente capta o "ve" de modo inmediato y simple una idea. La intuición es la captación intelectual inmediata de una idea. Inmediato implica que no hay una cadena deductiva de por medio y, por otra parte, que no hay mezcla con nada sensible (no median los sentidos o la experiencia para captar esa idea). Si lo que es evidente es lo que es intuitivo, ¿Qué es lo que la mente intuye? ideas claras y distintas.

Una idea es clara cuando podemos advertir todos sus elementos sin la menor duda (se opone a oscura). La idea será distinta cuando aparezca claramente diferenciada, separada y recortada de las demás, de tal manera que no podamos confundirla con ninguna otra idea. (se opone a idea confusa).

La intuición intelectual se caracteriza por su indubitabilidad y exclusión total del error. Entre lo absolutamente falso y lo absolutamente verdadero no hay término medio. Algo es verdadero o falso. Descartes excluye los conocimientos que son únicamente probables. La certeza, como propiedad fundamental del saber, exige la desestimación absoluta de lo probable. Lo que no es claro y distinto (evidente) es confuso y oscuro debiendo ser rechazado como posible fuente de conocimiento.

La evidencia, como criterio de verdad, exige también que el conocimiento se retraiga a sus propios dominios y leyes, independientemente de lo que exista externamente a nuestra mente y su proceder. No hay posibilidad de experimentar una intuición sensible. Ésto no existe. Las ideas que provienen de la sensación son siempre oscuras y confusas.

Descartes llamó también "naturae simplices" o naturalezas simples a las ideas que poseen las características de claridad y distinción. Estas naturalezas simples son conocidas intuitivamente y constituyen los pilares sobre los que se asientan las verdades o ideas complejas. Por supuesto, Descartes sólo admite un reducido número de ideas simples (extensión, substancia, pensamiento, etc.). La mayoría de nuestras ideas son complejas, por lo que hay que encontrar la manera de reducirlas a ideas simples, por lo tanto, evidentes.

Descartes va cerrando el círculo: las naturalezas simples son, además, ideas innatas, es decir, ideas que están potencialmente en la mente y surgen con ocasión de determinadas experiencias.

Las ideas innatas son poseídas por todos los hombres por el hecho de ser racionales. No son ideas que se adquieran a través de la experiencia o el aprendizaje y tampoco dependen de la cultura o las condiciones históricas. Son verdades evidentes que se hallan en nuestras mentes, independientemente del tiempo, el lugar y la persona que las piense. Esto era necesario para poder garantizar un conocimiento evidente o cierto. Las ideas innatas garantizan la veracidad de nuestros conocimientos al convertirse en su verdadero y único sostén. Ellas mismas no necesitan (ni pueden) ser demostradas ya

que caen fuera de la cadena de deducciones. El primer motor inmóvil que mueve sin ser movido queda transformado en las unidades simples de conocimientos que son la base de toda demostración sin ser ellas mismas demostradas por nada.

## 2. Análisis

«Dividir cada una de las dificultades que examinase en tantas partes como fuera posible y como requiriese para resolverlas mejor»

Cualquier problema que tengamos que estudiar no es más que un conjunto vertebrado de ideas complejas. Analizar consiste en descomponer lo complejo en sus elementos simples, elementos éstos que podrán ser susceptibles de ser intuitos como ideas claras y distintas, esto es: evidentes. Reducimos lo complejo a lo simple y, en el mismo movimiento, accedemos desde lo desconocido a lo conocido: las ideas innatas.

## 3. Síntesis

«El tercero, en conducir por orden mis pensamientos, comenzando por los objetos más simples y más fáciles de conocer para ascender poco a poco, como por grados, hasta el conocimiento de los más compuestos, suponiendo incluso un orden entre los que se preceden naturalmente unos a otros».

Una vez que hemos llegado a los elementos simples de un problema hay que reconstruirlo en toda su complejidad, deduciendo todas las ideas y consecuencias que se derivan de aquellos principios primeros absolutamente ciertos. La síntesis es un proceso ordenado de deducción, en el que unas ideas se encadenan a otras necesariamente. En el proceso deductivo no sólo reconstruimos lo complejo a partir de sus elementos simples y verdaderos, sino que ampliamos nuestros conocimientos con nuevas verdades: de lo conocido (los elementos simples) accedemos a lo desconocido mediante un proceso ordenado y riguroso de concatenación de ideas.

La síntesis complementa al análisis y nos permite avanzar en la búsqueda de nuevas verdades.

## 4. Comprobación

«Y el último, en realizar en todo unos recuentos tan completos y unas revisiones tan generales que pudiese estar seguro de no omitir nada»

Se trata de comprobar y revisar que no haya habido error alguno en todo el proceso analítico-sintético. La comprobación intenta abarcar de un solo golpe y de manera intuitiva la globalidad del proceso que se está estudiando. Se parte de la intuición y a ella se vuelve.

Una vez comprobado todo el proceso, podremos estar seguros de su certeza.

El acto de conocimiento es la intuición. El objeto de conocimiento son unos datos elementales captados mediante la intuición. El único criterio de verdad es la evidencia. El entendimiento usa dos vías para llegar al conocimiento: la intuición y la deducción

### II.3.4 Las leyes científicas generales

Descartes derivó varios principios físicos importantes a partir de su comprensión de la extensión. Buchdahl ha señalado que Descartes parecía creer que, debido a que los conceptos de extensión y

movimientos son claros y distintos, ciertas generalizaciones sobre estos conceptos son verdades a priori. Una de estas generalizaciones es que todo movimiento está causado por un choque o una presión. Mantenía D. que, si el vacío no puede existir, un cuerpo dado se encuentra continuamente en contacto con otros cuerpos. Así, el único modo en que un cuerpo puede moverse es que los cuerpos adyacentes de un lado ejerzan una presión mayor que los cuerpos adyacentes del otro. Restringidas, así, las causas del movimiento al choque y la presión, la posibilidad de una acción a distancia era negada. Defendía D. una concepción totalmente mecanicista de la causalidad.

El mecanicismo cartesiano fue una doctrina totalmente novedosa y revolucionaria en el XVII. Muchos pensadores que la aceptaron creyeron que era más científica que otras opiniones rivales que tomaban en consideración cualidades "ocultas", como fuerzas magnéticas y fuerzas gravitatorias.

Otro principio físico importante derivado de la idea de extensión es que todo movimiento consiste en una redistribución cíclica de los cuerpos. Descartes razonaba que, si un cuerpo cambiaba su situación, se hace necesario un desplazamiento simultáneo de otros cuerpos para impedir el vacío. Más aún, sólo moviéndose en un rizo cerrado un número finito de cuerpos, pueden alterar sus posiciones sin crear un vacío.

Descartes mantenía que Dios es la causa última del movimiento en el universo. Creía que un Ser perfecto crearía un universo "todo de una vez". Así, concluía que, puesto que la materia del universo se había puesto en movimiento de una vez, el Ser perfecto aseguraría que este movimiento se conservase eternamente.

A partir de este principio más general del movimiento, D. derivó otras tres leyes más del movimiento:

- LEY 1. Los cuerpos en reposo permanecen en reposo, y los cuerpos en movimiento permanecen en movimiento, salvo que algún otro cuerpo actúe sobre ellos.
- LEY 2. El movimiento inercial es un movimiento en línea recta (no circular como había sostenido Galileo).
- LEY 3 (A). Si un cuerpo en movimiento choca con un segundo cuerpo, el cual tiene una resistencia al movimiento mayor que la fuerza que el primer cuerpo tiene para continuar su propio movimiento, entonces el primer cuerpo cambia de dirección sin perder nada de su movimiento.
- LEY 3 (B). Si el primer cuerpo tiene más fuerza que el segundo resistencia, entonces el primer cuerpo arrastra con él al segundo, perdiendo tanto movimiento como ceda al segundo.

Comoquiera que creía Descartes que era el tamaño y no el peso el factor determinante en las colisiones, las siete leyes, que derivó de estas tres, son incorrectas. De estas reglas del choque cabe resaltar la cuarta. Establece que, prescindiendo de su velocidad, un cuerpo en movimiento no puede mover un cuerpo estacionario de mayor tamaño. Al enunciar lo que él pensaba que implicaban los conceptos de extensión y movimiento, Descartes, formuló un conjunto de reglas que se hallan en conflicto con los movimientos observados de los cuerpos.

Proclamó que las leyes científicas que había elaborado eran consecuencias deductivas de sus principios filosóficos.

Gran parte del atractivo de la filosofía cartesiana deriva de la amplitud de su campo. Comenzando con principios metafísicos teístas y creacionistas, procedió a derivar leyes generales del universo. Veamos la pirámide de Descartes

Cogito, ergo sum	
Existencia de Dios	
Existencia del mundo	
Todas las ideas claras y distintas son verdaderas	
corporeidad = extensión	conservación del movimiento
inexistencia del vacío	movimiento inercial rectilíneo
movimiento de torbellino	relación: fuerza-resistencia
toda acción es por contacto	regla del choque

#### II.3.4. Énfasis empírico en la filosofía de la ciencia cartesiana.

##### Las limitaciones de la deducción a priori

Descartes se dio cuenta de que, por medio de la deducción, sólo se podría llegar a una corta distancia del vértice de la pirámide. La deducción a partir de principios intuitivamente evidentes es de limitada utilidad para la ciencia. Puede dar lugar tan sólo a leyes más generales. Dicho en términos generales, el universo que conocemos sólo es uno de los universos infinitamente numerosos que podrían haberse creado de acuerdo con estas leyes.

Descartes señaló que no se puede determinar, a partir de la mera consideración de las leyes generales, el curso de los procesos físicos. Para deducir un enunciado acerca de un efecto particular, es necesario incluir entre las premisas información sobre las circunstancias en las que ocurre el efecto. En el caso de la explicación de un proceso fisiológico, p.e., las premisas deben incluir información precisa sobre la estructura anatómica, además de las leyes generales del movimiento. Así, un papel importante de la observación y experimentación en la teoría cartesiana del método científico es el de propocionnar el conocimiento de las condiciones en las que tiene lugar los acontecimientos de un tipo dado.

Es en este punto en el que cobra valor el programa baconiano de reunir historias naturales y buscar correlaciones entre los fenómenos.

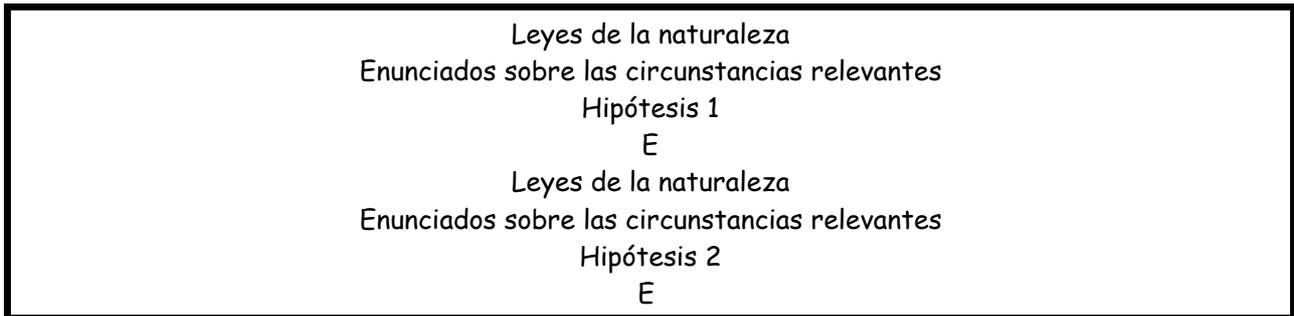
##### El papel de las hipótesis en la ciencia

Un segundo papel importante de la observación y experimentación en la teoría del método científico cartesiano es el de sugerir hipótesis que especifiquen mecanismos que sean compatibles con las leyes fundamentales. Descartes sostenía que una hipótesis se justifica por su capacidad, en conjunción con las leyes fundamentales, para explicar fenómenos. La hipótesis debe ser compatible con las leyes fundamentales, pero su contenido específico ha de ser ajustado con el fin de permitir la deducción de enunciados sobre los fenómenos en cuestión.

Con frecuencia D. sugirió hipótesis basadas en analogías extraídas de las experiencias cotidianas: era de importancia decisiva en la teoría resultante.

### Confirmación experimental

El punto en el que la teoría del método científico de Descartes es más vulnerable es el de la confirmación experimental. Ciertamente, parece que apoyó la confirmación experimental. Reconoció que un enunciado acerca de un tipo de fenómenos puede deducirse a partir de más de un conjunto de premisas explicativas:



En tales casos, especificó Descartes que deben buscarse otros efectos, de manera que sean deducibles de las premisas que incluyen la hipótesis 1, pero que no lo sean a partir de las premisas que incluyen la hipótesis 2 (o viceversa).

En general, tendió a considerar la experimentación como una ayuda para formular explicaciones, más que como la piedra de toque de la adecuación de tales explicaciones.

## **II.4.El inductivismo de Mill**

### **II.4.1 Quién es Mill y qué es el inductivismo**

John Stuart Mill es uno de los empiristas ingleses más famosos del siglo XIX. Escribió un libro titulado *System of Logic*, que fue su gran aportación a la filosofía de la ciencia.

De espíritu antikantiano, El sistema de Mill se inicia con una crítica del intuicionismo y con la declaración de que tanto la planificación social como las actividades políticas deberían basarse en el conocimiento científico y no en la costumbre, la autoridad o la revelación; para Mill, el "conocimiento" obtenido a partir de métodos no inferenciales, o sea intuitivo o a priori, pertenece a la metafísica. Las inferencias alcanzadas por deducción, como en el caso de los silogismos, son incapaces de generar información no contenida implícitamente en las premisas; sin embargo, Mill propone que el razonamiento que pretende pasar de lo general a lo particular en realidad no existe, sino que todas las inferencias son siempre de particular a particular.

El inductivismo es un punto de vista que destaca la importancia que para la ciencia tienen los argumentos inductivos. En su forma más inclusiva, es una tesis que abarca tanto el contexto de descubrimiento como el de justificación.

- Con respecto al contexto de descubrimiento, la posición inductivista dice que la investigación científica es una cuestión de generalización inductiva a partir de los resultados de observaciones y experimentos.
- Con respecto al contexto de justificación, la posición inductivista dice que una ley o teoría científica queda justificada solamente si los elementos de juicio a favor suyo se ajustan a un esquema inductivo.

La filosofía de la ciencia de J. S. Mill es un ejemplo del punto de vista inductivista. Éste formuló varias afirmaciones extremas acerca del papel de los argumentos inductivos, tanto en el descubrimiento de leyes científicas como en la subsiguiente justificación de estas leyes.

Mill propuso que los principios matemáticos también son empíricos, o sea no son ni las "relaciones de ideas" que postulaba Hume, ni tampoco productos de la mente humana, como señalaba Kant, sino que surgen de la observación del mundo que nos rodea. Las conclusiones de la geometría, ciencia deductiva por excelencia, sólo son necesarias en el sentido en que dependen de las premisas de las que se deducen, porque las premisas mismas —axiomas— se basan en la observación y en generalizaciones a partir de experiencias repetidas. Lo mismo ocurre con la aritmética y el álgebra, que en lugar de ser relaciones lógicas primarias, en realidad se derivan de experiencias empíricas.

El argumento que generalmente se esgrime en contra de la proposición de Mill, de que los axiomas o principios geométricos y matemáticos son empíricos, es que no se admiten pruebas experimentales en contra de las leyes de la aritmética o del álgebra; por el contrario, cuando los datos recogidos por medio de observaciones contradicen los axiomas matemáticos, lo primero y lo único que se acepta es que son las mediciones y los cálculos derivados de ellas los que ameritan revisarse y corregirse.

La operación central en El sistema de Mill es la inducción, que descansa en el principio fundamental de la uniformidad de la naturaleza, que postula que lo ocurrido una vez volverá a ocurrir cuando las circunstancias sean suficientemente semejantes. Este principio es también empírico y se deriva de un proceso natural y primitivo de inducción, iniciado cuando observamos unas cuantas regularidades y predecimos que seguirán ocurriendo en el futuro; si nuestra predicción resulta correcta, a partir de ella se generaliza proponiendo que en vista de que algunos eventos se han dado en patrones recurrentes, todos los eventos futuros se darán también en patrones recurrentes. Por lo tanto, el principio de la uniformidad de la naturaleza puede analizarse en sus distintos componentes, que son generalizaciones de menor amplitud y hasta relaciones causales individuales. Para Mill, la causa de un fenómeno es el antecedente, o concurrencia de antecedentes, con los que está invariable e incondicionalmente ligado.

## **II.4.2 Contexto de descubrimiento.**

### **II.4.2.1 Los cánones de la inducción**

Igual que el principio de la uniformidad de la naturaleza, el principio de la causalidad (o sea, que cada fenómeno tiene una causa) se confirma por toda nuestra experiencia; de hecho, el principio de la causalidad no es más que una forma más precisa de enunciar el principio de la uniformidad de la naturaleza. Sin embargo, la inducción aristotélica, por simple enumeración, puede llevar a proposiciones generales falsas. Lo que en última instancia se desea en la ciencia (según Mill) es llegar a proposiciones como la siguiente: o A es la causa de a, o bien existen eventos sin causa, y como estamos seguros de que todos los eventos tienen causa, entonces A es la causa de a. Esto se logra por medio de métodos más elaborados de inducción, de los que Mill describió cinco, los famosos "cánones de la inducción" basados,

en la obra de Herschel. Hizo tal propaganda de estos métodos que llegaron a ser conocidos como "métodos de Mill" de la investigación experimental. Mill destacó la importancia de estos métodos en el descubrimiento de leyes científicas. Además, llegó a proclamar que todas las leyes causales científicas conocidas han sido descubiertas "mediante procesos reducibles a uno u otro de esos métodos".

### **Canon I. Método de Coincidencia o del Acuerdo:**

Si dos o más ejemplos de un fenómeno bajo investigación poseen una sola circunstancia en común, esta única circunstancia, presente en todos los ejemplos, es la causa (o el efecto) del fenómeno mencionado.

CASO	CIRCUNSTANCIAS ANTECEDENTES	FENÓMENOS
1	ABEF	abe
2	ACD	acd
3	ABCE	afg

Por consiguiente, es probable que A sea la causa de a.

El ejemplo usado por Mill para ilustrar este método de coincidencia no fue muy afortunado: pensando que el factor común que poseen todas las sustancias químicas que cristalizan es que se precipitan de una solución, concluyó que ésta era una causa, o por lo menos un factor contribuyente, del fenómeno de la cristalización. Como todos sabemos hoy (y los alquimistas sabían desde el Medievo), este ejemplo es falso; sin embargo, es muy fácil pensar en otros ejemplos ilustrativos de este método que sí son verdaderos.

### **Canon II. Método de Diferencia:**

Si una situación en que ocurre el fenómeno en investigación, y otra situación en que no ocurre, se parecen en todo excepto en una circunstancia, que sólo se presenta en la primera situación, entonces esta circunstancia, que es la única diferencia, entre las dos situaciones es el efecto, la causa, o una parte indispensable de la causa, del fenómeno mencionado.

CASO	CIRCUNSTANCIAS ANTECEDENTES	FENÓMENOS
1	ABC	a
2	BC	--

Por consiguiente, A es parte indispensable de la causa de a.

El ejemplo de Mill para ilustrar este método de inducción por diferencia fue muy dramático, pero dada la importancia que le concedió posteriormente, también fue desafortunado; Mill escribió que si un hombre en la plenitud de la vida moría repentinamente, y su muerte estaba inmediatamente precedida por un balazo en el corazón podía concluirse que el balazo era la causa de la muerte, porque era lo único diferente entre el hombre vivo y el hombre muerto. Para los que hemos invertido casi toda nuestra existencia trabajando científicamente en la frontera que separa a la vida de la muerte, el esquema de Mill se antojó grotescamente incompleto; desde luego que las diferencias entre el mismo hombre, vivo y

muerto, son mucho más numerosas y complejas que el orificio producido por la bala. De hecho, la determinación de la causa de la muerte (como la de la causa de la vida) es enormemente compleja, no sólo por razones empíricas sino por complicaciones filosóficas.

**Canon III. Método Combinado: Coincidencia + Diferencia:**

Si dos o más ejemplos en los que el fenómeno ocurre muestran una sola circunstancia en común, mientras que dos o más situaciones en las que el fenómeno no ocurre sólo comparten la ausencia de la circunstancia mencionada, entonces tal circunstancia, la única, en que difieren los ejemplos mencionados, es el efecto, la causa, o una parte indispensable de la causa, del fenómeno estudiado.

Tal como lo enuncia su nombre, este método es la combinación de los dos anteriores, por lo que a él se aplican las mismas observaciones ya mencionadas.

**Canon IV. Método de los Residuos:**

Cuando se resta o sustrae de cualquier fenómeno la parte que por inducciones previas se sabe que es el efecto de ciertos antecedentes, el residuo del fenómeno es el efecto de los antecedentes restantes.

CASO	CIRCUNSTANCIAS ANTECEDENTES	FENÓMENOS
1	ABC	abc
2	B	b
3	C	c

Por consiguiente, A es la causa de a.

Como veremos en un momento, este método (como todos los otros propuestos por Mill) supone una relación 1:1 entre causa y efecto; si Mill hubiera sido un científico y no un filósofo, habría experimentado en carne propia que este tipo de relaciones causales sólo se da por excepción en la realidad, en fenómenos muy simples o al final de investigaciones prolongadas y exitosas, cuando ya sólo quedan problemas "residuales" por resolver.

**Canon V. Método de las Variaciones Concomitantes:**

Cuando un fenómeno varía de alguna manera particular, es causa o efecto de otro fenómeno que varía de la misma o de otra manera, pero concomitantemente.

CASO	CIRCUNSTANCIAS ANTECEDENTES	FENÓMENOS
1	A+BC	a+b
2	A°BC	a°b
3	A-BC	a-b

Por consiguiente, A y a están causalmente relacionadas.

Mill sostuvo que de los cinco métodos resumidos arriba, el más importante era el canon II o método de las diferencias, lo consideraba el instrumento más importante para el descubrimiento de relaciones

causales. Sin embargo, para que este método funcionara, Mill reconoció que era necesario que entre una observación y otra del mismo fenómeno sólo hubiera una diferencia, que podría ser de tiempo o de espacio, pero nada más; en otras palabras, Mill parecía exigir un nivel de identidad entre sus dos observaciones que, en sentido estricto, no puede darse en la realidad. Pero Mill tenía clara conciencia de este problema y señaló que para el uso adecuado de su método de las diferencias, bastaba con que en las dos observaciones se conservaran iguales sólo las semejanzas relevantes entre ellas. Esto plantea de inmediato los criterios para juzgar de la relevancia, que deben anteceder a la comparación entre las dos observaciones requeridas. En otras palabras, el uso del método de las diferencias requiere de un proceso previo, de naturaleza indefinida pero no por eso menos importante, que no forma parte de los esquemas de Mill. Mill admitía que la utilidad de la diferencia como método de descubrimiento depende del supuesto de que, para una investigación determinada, deban especificarse sólo un pequeño número de circunstancias. Sin embargo, mantuvo que este supuesto se ve a su vez justificado por la experiencia.

Puede que esto sea así. Pero entonces el descubrimiento de relaciones causales lleva consigo algo más que la mera especificación de valores que se ajustan al esquema. Para usar este método en la investigación científica, debe hacerse una hipótesis acerca de qué circunstancias pueden ser relevantes para la aparición de un fenómeno dado. Y esta hipótesis sobre las circunstancias debe formularse antes de la aplicación del esquema. Por tanto, la afirmación de Mill (el método de la diferencia es suficiente para descubrir relaciones causales) debe ser rechazada. Por otro lado, una vez que se ha establecido el supuesto de que una circunstancia se halla relacionada con un fenómeno, el método de la diferencia especifica una valiosa técnica para contrastar el supuesto mediante experimentos controlados.

Respecto del método de acuerdo, éste es un instrumento útil para el descubrimiento de leyes científicas; si bien Mill reconocía que este método se halla sujeto a importantes limitaciones. Una es que el método es eficaz en la búsqueda de las relaciones causales sólo en el caso de que se haya efectuado un inventario exacto de las circunstancias relevantes. El éxito en las aplicaciones del método del acuerdo —al igual que el de las aplicaciones del método de la diferencia— es sólo posible sobre la base de hipótesis previas acerca de las circunstancias relevantes. Una limitación adicional del método del acuerdo surge de la posibilidad de que funcionen una pluralidad de causas. Mill reconoció que un tipo determinado de fenómenos puede ser el efecto de diferentes circunstancias en diferentes ocasiones. Mill señaló que es una función de la teoría de la probabilidad el estimar la probabilidad de que se halle presente una pluralidad de causas, e indicó que, para una correlación dada, esta probabilidad puede disminuir por la inclusión de casos adicionales en los que varíen aún más las circunstancias, manteniéndose, sin embargo, la correlación.

Mill pensaba que la posibilidad de una pluralidad de causas no puede arrojar dudas sobre la verdad de las conclusiones alcanzadas por el método de la diferencia.

W. S. Jewson señaló posteriormente que Mill había dado un salto injustificado desde un enunciado sobre lo que sucede en un único experimento hasta la generalización de que lo que tiene lugar en un experimento también tendrá lugar en otros experimentos.

#### **II.4.2.2. La causalidad múltiple y el método hipotético-deductivo. Comparación de Mill y Whewell.**

A menudo se presenta a Mill identificando el descubrimiento científico con la aplicación de un esquema inductivo, mientras que a Whewell se le presentan considerando al descubrimiento científico como una libre invención de hipótesis.

Mill fue muy cuidadoso en algunas de sus afirmaciones a favor de los métodos inductivos. Éstos no son

los únicos instrumentos de descubrimiento en la ciencia. Pero a pesar de los comentarios que, sobre este tema, dirigió Mill contra Whewell, aquél reconoció claramente el valor de la formación de hipótesis en la ciencia. Cabe resaltar la excesiva importancia que algunos escritores han dado a las pocas cautelosas afirmaciones de Mill acerca de su debate con Whewell.

En el tratamiento de la causalidad múltiple, p. e., Mill restringió mucho el ámbito de aplicabilidad de sus métodos inductivos. Los casos de causalidad múltiple son casos en los que hay involucrada más de una causa en la inducción de un efecto. Mill subdividió los casos de causalidad múltiple en dos clases: casos en los que diversas causas continúan produciendo sus propios efectos separados, y casos en los que hay un efecto resultante distinto de los efectos que se producirían separadamente. Subdividió a su vez esta última clase en casos en los que el efecto resultante es la "suma vectorial" de las causas presentes, y casos en los que el efecto resultante es de distinto tipo que los varios efectos de las causas separadas.

Mill sostenía que la "coexistencia de efectos separados" puede analizarse con éxito mediante los cuatro métodos inductivos. Sostuvo también que sucede lo mismo con los "efectos resultantes de tipo diferente". Señaló que en este último tipo de situación el investigador puede relacionar el efecto con la presencia o ausencia de circunstancias, y aplicar después los métodos del acuerdo y de la diferencia.

En el caso de la "composición de causas" la situación era muy diferente. Este tipo de causalidad múltiple no es susceptible de ser investigado mediante los cuatro métodos inductivos. En el caso del movimiento causado, p. e., por la acción de dos fuerzas, el resultado es un movimiento a lo largo de la diagonal de un paralelogramo, cuyos lados tienen longitudes proporcionales a las magnitudes de las fuerzas.

Una consideración importante acerca de la composición de fuerzas es que a partir de la información acerca del movimiento resultante no puede determinarse la contribución de las diversas fuerzas actuantes. Existe un número infinito de conjuntos de fuerzas que podrían producir un movimiento resultante dado.

#### II.4.2.3 Método Deductivo

Mill tuvo conciencia de los problemas filosóficos generados por su postura rígidamente inductivista y ofreció una opción alternativa para la generación del conocimiento, que sólo debería emplearse cuando fracasaran los métodos directos de la observación y la experimentación. Para esos casos, Mill recomendó el uso de un método deductivo con tres niveles:

- enunciado de una ley general,
- deducción teórica de una consecuencia objetiva derivada de la ley,
- verificación objetiva.

Como el enunciado de la ley general no fue calificado, podría suponerse (por los enemigos de Mill) que se trataría de una hipótesis, o sea de una proposición no basada en la experiencia, de un concepto a priori, lo que en principio sería inaceptable a los empiristas. Sin embargo, Mill lo aceptó, pero con una condición teórica tan estricta que equivalía a rechazarlo en la práctica: en efecto, Mill aceptaba una hipótesis siempre y cuando fuera la única capaz de explicar los hechos deducidos a partir de ella, o sea que la verificación objetiva sirviera para excluir todas las demás hipótesis posibles.

De acuerdo con el esquema de Herschel, Mill no insistió en reducir toda la ciencia al uso de esquemas inductivos, pero sí postuló de manera categórica que la única forma aceptable de justificar las leyes científicas era a través de la inducción. En su opinión, una de las metas más importantes de la ciencia es demostrar relaciones causales; sin embargo, siguiendo fielmente a Hume, la causalidad no es otra cosa que la constante conjunción secuencial de dos eventos. Mill se dio cuenta de que no todas las conjunciones secuenciales constantes revelaban relaciones causales; por ejemplo, el día no es la causa

de la noche, aunque sea una de las secuencias más constantes que el ser humano ha experimentado desde tiempo inmemorial. Por lo tanto, Mill distinguió entre dos tipos de secuencias de eventos, las causales y las accidentales; las primeras eran tanto invariables como incondicionales, mientras que las segundas eran nada más invariables. La incondicionalidad se definió como la obediencia a las leyes más generales de la naturaleza. Su ejemplo es interesante, pues se refiere a la sucesión del día y la noche; de acuerdo con Mill, las condiciones relevantes a este fenómeno incluyen la rotación diurna de la Tierra, la radiación solar y la ausencia de cuerpos opacos entre la Tierra y el Sol. Como la suspensión de cualquiera de estas condiciones no violaría las leyes más generales de la naturaleza, la sucesión día-noche se declaró condicionada y, por lo tanto, accidental o no causal. Pero hoy todos sabemos que la suspensión de la rotación diaria de la Tierra o cualquier modificación significativa en la radiación solar acarrearían cambios tan dramáticos en nuestro mundo que harían desaparecer instantáneamente toda manifestación biológica en nuestro planeta. Es seguro que el día no es la causa de la noche, pero es igualmente seguro que mientras el mundo en que vivimos siga siendo el mismo, el día alternará con la noche como lo ha hecho desde siempre y como lo seguirá haciendo para siempre.

Mill prefería que cada ley fuese inducida a partir del estudio de una causa relevante que actúe separadamente, pero admitía el uso de hipótesis no incluidas a partir de los fenómenos. Las hipótesis son suposiciones acerca de las causas que el científico puede utilizar en los casos en que no es práctico inducir las leyes por separado.

Mill estableció requisitos muy estrictos para la verificación completa de una hipótesis. De una hipótesis verificada no sólo han de coincidir sus consecuencias deductivas con las observaciones sino también que ninguna otra hipótesis implicase los hechos por explicar. Mill mantenía que la verificación completa de una hipótesis requiere la exclusión de todas las hipótesis alternativas posibles.

Mill atribuía al método deductivo un importante papel en el descubrimiento científico. En este punto, tanto Mill como Whewell estaban convencidos de que la gran síntesis newtoniana fue fruto del método hipotético-deductivo. Al ser esto así, debemos concluir que Mill no entendió exclusivamente una posición inductivista acerca del contexto del descubrimiento científico.

### **II.4.3. Contexto de justificación**

Aunque Mill no redujo la investigación científica a la aplicación de esquemas inductivos, insistió en que la justificación de las leyes científicas es un problema de satisfacción de esquemas inductivos. Así, la función de la lógica inductiva es proporcionar reglas para la valoración de proposiciones sobre el nexo causal. Un enunciado de nexo causal puede justificarse mostrando que los elementos de juicio a favor suyo se ajustan a esquemas inductivos específicos.

#### **II.4.3.1 Relaciones causales y relaciones accidentales.**

Mill mantenía que un importante objeto de la ciencia es la prueba de nexos causales. Basó su discusión de este objetivo en un análisis de la posición de Hume de que las relaciones causales son conjunciones secuenciales constantes de tipos de acontecimientos. Mill distinguía entre secuencias causales y secuencias accidentales. Una relación causal es una secuencia de acontecimientos que es a la vez invariable e incondicionada, admitiendo, por tanto, la posibilidad de que algunas secuencias invariables no sean causales.

Reconocía Mill que la relación entre secuencias causales y no causales sólo tiene valor si puede encontrarse algún modo de establecer que algunas secuencias son incondicionadas. Una secuencia incondicionada es una secuencia que no sólo ha sido invariable en nuestra experiencia pasada, sino que también continuará siéndolo "siempre que permanezca constante "la actual constitución de las cosas" (constitución de las cosas son aquellas leyes últimas de la naturaleza en cuanto distinta de las leyes

derivadas y de las co-ubicaciones"). P.e., la rotación de la tierra es la condición de la secuencia día-noche; por tanto, es ésta una secuencia condicionada.

Mill estaba convencido de que las secuencias causales difieren de las accidentales, y de que esta diferencia puede mostrarse en el ámbito de la experiencia. Lo que se necesita es una teoría de la prueba que estipule la forma de los argumentos inductivos válidos. Tal teoría capacitaría al filósofo de la ciencia para determinar qué generalizaciones de la experiencia establecen relaciones causales.

En alguna ocasión Mill propuso cuatro esquemas inductivos como regla para la prueba de la conexión causal. En sus momentos más prudentes, sin embargo, restringió la prueba de la conexión causal a aquellos argumentos que satisfacen el método de la diferencia.

#### **II.4.3.2. Justificación de la inducción.**

Para establecer que cualquier argumento que tenga la forma del método de la diferencia prueba la conexión causal, Mill tenía que mostrar que la conexión es a un tiempo invariable e incondicionada. Sin embargo, los filósofos de la ciencia están de acuerdo en general que en que Mill no logró probar su tesis. Los argumentos de Mill para sustentar su afirmación se basan en dos premisas, y no logró establecer como verdadera ninguna de las dos premisas.

- La primera premisa es que los casos positivos y negativos que se ajustan al esquema de la diferencia difieren exactamente en una circunstancia relevante. Pero Mill no pudo establecer esto; a lo más que llegó fue a mostrar que en muchos casos se había observado que las secuencias eran invariables a pesar del hecho de que sólo se había tenido en cuenta un pequeño número de circunstancias. Pero esto no es suficiente para probar que ninguna otra circunstancia no pudiera ser relevante para que el fenómeno tuviera o no lugar.
- La segunda premisa es el principio de causalidad universal, que estipula que para cada fenómeno existe un conjunto de circunstancias-antecedentes de las que es invariable e incondicionalmente consecuente. Mill concedió que su prueba parecía encerrar un ciclo vicioso. Reconoció que no podía probar la ley de la causalidad por medio de un argumento inductivo usando el método de la diferencia. Hacerlo así sería circular, ya que la ley de la causalidad es necesaria para justificar el propio método de la diferencia.

Concluía que debido a que cada secuencia de acontecimientos es una prueba de la ley de la causalidad, y debido a que todas las secuencias investigadas han confirmado la ley, ésta ha de ser una verdad necesaria.

Proclamó con ello haber demostrado que un argumento inductivo por enumeración simple a partir de premisas empíricas prueba que la ley de la causalidad es una verdad necesaria. Con todo, la prueba de Mill no logra el éxito. Ninguna apelación a la experiencia, al modo como las cosas son, prueba que las cosas no puedan ser de otra manera. Incluso si Mill pudiera garantizar su afirmación de que nunca ha habido una excepción genuina a la ley de la causalidad, esto no probaría que la ley fuese una verdad necesaria. Y Mill necesita que la ley de la causalidad sea una verdad necesaria para justificar su afirmación de que los argumentos que se ajustan al método de la diferencia prueban conexiones causales.

Sobre la ley de la causalidad Mill sostenía que la inducción (los enunciados inductivos) era improductiva en campos de aplicación restringida pero válida en campos más amplios y menos restringidos (no tanto sobre la experiencia sino sobre el propio esquema formal de la inducción lógica.)

Sin embargo las pretensiones de convertir la ley de la causalidad en verdad necesaria no fue satisfecha a juicio de los filósofos de la ciencia posteriores. Es curioso que hoy en día los epidemiólogos, actuando como científicos estatales si que continúan utilizando los esquemas del "método de Mill".

Pero Mill todavía tenía que demostrar otras dos cosas más:

- que la diferencia percibida en los esquemas positivo y negativo no sólo es única sino que es relevante. Ya se ha mencionado la imposibilidad de alcanzar certidumbre, a partir de un número más o menos grande de observaciones individuales (que siempre será muchísimo menor que el total de las observaciones posibles), de que no existen otras circunstancias y que una o más de ellas sean también relevantes para que el fenómeno ocurra o deje de ocurrir.
- que la ley de la causalidad es un principio universal. Mill requería que la verdad del principio de que para cada fenómeno existe un grupo de circunstancias que lo anteceden en forma invariable e incondicional, se estableciera en forma empírica. Esto implica un argumento inductivo, pero para poder aceptar un argumento inductivo que pretende demostrar su conclusión es necesario presuponer la verdad de la ley de la causalidad o sea que se trata de un argumento circular.

Mill tenía perfecta conciencia de que no podía probar la ley de la causalidad por medio de la inducción requerida por el método de la diferencia, de modo que cambió de estrategia y se apoyó en la simple inducción por enumeración. Su razonamiento fue que la validez de la inducción enumerativa está en relación inversa con la generalidad de la conclusión derivada de ella, en otras palabras, si la conclusión es limitada y específica, la inducción enumerativa que la genera es insuficiente y poco confiable, mientras que en la medida en que la conclusión es de mayor generalidad, la inducción aumenta su credibilidad, al grado que para los postulados más universales, como por ejemplo la ley de la causalidad, es el único método que puede demostrar y garantizar su vigencia. Mill estaba convencido de que la ley de la causalidad es un principio tan universal que su función se demuestra en todas y cada una de las secuencias de eventos que se examinen, sin excepción alguna. En vista de que los fenómenos examinados han sido y son pruebas de la existencia de la ley de la causalidad, ésta se transforma en una verdad necesaria.

Sin embargo, ni los filósofos contemporáneos de Mill ni sus sucesores hasta nuestros días, han aceptado que la simple inducción enumerativa sirva como prueba de la validez universal de la ley de la causalidad. El argumento esgrimido por todos ellos es siempre el mismo: a partir del análisis de las cosas como son, por más exhaustivo que éste sea, no es válido concluir que ellas no podrían ser de otra manera. Ni siquiera el postulado de Mill, de que nunca se ha demostrado una sola excepción a la ley de la causalidad, si se aceptara, serviría para demostrar que la ley es una verdad lógicamente necesaria. En otras palabras, Hume no fue refutado por Mill, porque mientras Hume basó sus argumentos en contra de la causalidad en la lógica, Mill se refugió en la experiencia sin excepciones para apoyarla. En otras palabras, el problema filosófico central surgido del empirismo o inductivismo de Mill es el siguiente: en la ciencia, ¿quién tiene la última palabra, la lógica o la experiencia?

## II.5. EL POSITIVISMO LÓGICO

### II.5.1. Sus principales pensadores

De acuerdo con Urmson "El Círculo de Viena se originó a comienzos de los años veinte como un grupo de discusión informal en la Universidad de Viena, presidido por Moritz Schlick. Entre los miembros más prominentes se contaban Rudolf Carnap, Otto Neurath, Friedrich Waismann, Philipp Frank, Hans Hahn, Herbert Feigl, Victor Kraft, Felix Kaufmann y Kurt Godel. Otros asociados, más o menos remotos en la distancia, en el tiempo o en la opinión, fueron Hans Reichenbach, Carl Hempel, Karl Menger, Richard von Mises, Joergen Joergensen, Charles W. Morris y A. J. Ayer. Muchos componentes del círculo original no eran filósofos, sino matemáticos, físicos y científicos sociales, que compartían un interés común por la filosofía de la ciencia y un disgusto común por la metafísica académica que entonces prevalecía en Alemania y en Europa Central" (Urmson, 1994).

Estos pensadores seguían la tradición positivista de D. Hume y se puso el epíteto de "lógico", porque ellos pretendían añadir los descubrimientos de la lógica moderna; en particular creían que el simbolismo lógico que ha sido desarrollado por Frege, Peano y Russell les sería útil" (Ayer, 1959).

### II.5.2. Sus raíces y fuentes de inspiración

El Empirismo Lógico del Círculo de Viena hunde sus raíces en dos elementos fundamentales:

- La concepción de la verdad de Aristóteles. La concepción clásica de la verdad formulada por Aristóteles enunciaba una correspondencia entre el decir y el ser: decir las cosas como son era sinónimo de discurso verdadero. El Círculo de Viena reformuló esta concepción, y estableció ahora que la concepción de la verdad era una correspondencia entre proposiciones y hechos. Es decir, los enunciados científicos pueden ser verificados en la medida que se correspondan con los hechos o que las observaciones empíricas han de concordar con las predicciones de la ciencia.
- El positivismo o empirismo clásico de D. Hume y A. Comte. La tesis fundamental de todo empirismo, antes y después de Hume y Comte, es que la única fuente de conocimiento es la experiencia sensible. El positivismo lógico es un desarrollo ligado a la gran corriente de los filósofos empiristas ingleses como Francis Bacon (1561-1626), T. Hobbes (1588-1679), J. Locke (1632-1704), Berkeley (1685-1753), D. Hume (1711-1776), J. S. Mill (1806-1873).

Padrón (1992) señala que "las posiciones del Círculo de Viena estuvieron directamente influenciadas por cuatro antecedentes básicos, los primeros dos de carácter filosófico, el tercero de carácter histórico y el otro de carácter instrumental. Conformarían la inspiración del Círculo de Viena.

- Filosófico: el "empirio-criticismo" del físico austríaco **Ernst Mach**, con fuertes implicaciones neopositivistas, el cual sólo reconocía como datos válidos de conocimiento aquellos elementos ubicados en la experiencia y traducidos en señales de captación sensorial, excluyendo todo enunciado 'a priori' y todo juicio que no pudiera ser confrontado con datos sensoriales. Es decir, en esta postura se negaba todo tipo de elementos a priori en las ciencias empíricas
- Filosófico: el Tractatus de **Wittgenstein**. En su obra, Wittgenstein, discípulo de Russell, vinculaba la tradición empirista con la nueva lógica-matemática. Las posiciones de Viena se apoyaron en el "análisis lógico del conocimiento" de Wittgenstein, así como en sus tesis sobre la naturaleza "analítica" de la Lógica y la Matemática y en sus críticas a la filosofía especulativa.
- Histórico: Las contribuciones de Einstein para la comprensión de la estructura del espacio-tiempo y de la gravitación, y la de la Mecánica Cuántica para la comprensión de la estructura atómica y nuclear. La revolución de la Física Cuántica fue interpretada como demostración del

carácter analítico de la ciencia y de la fuerza del pensamiento riguroso orientado hacia los hechos observables y hacia los mecanismos de comprobación.

- **Instrumental:** las herramientas de la lógica matemática, consolidada unos veinte años antes en los "Principia Mathematica" de Russell y Whitehead y profundizada por los lógicos polacos y los trabajos de Hilbert, ofrecieron al Círculo de Viena un importante aparato para traducir datos de conocimiento empírico a un lenguaje preciso, riguroso e inequívoco que concibieron como modelo del lenguaje científico: de allí las célebres expresiones "empirismo lógico" y "atomismo lógico" con que se identificó el Círculo (la Lógica de Bertrand Russell había distinguido entre hechos/ proposiciones "atómicos" y hechos/proposiciones "moleculares"). La creación de la lógica-matemática por B. Russell y A. Whitehead en 1905. También las investigaciones de G. Frege y el mismo Russell sobre la naturaleza de la representación lingüística. Estos aportes propiciaron la construcción de un lenguaje lógico, principalmente por R. Carnap, elaborado a partir de ciertas proposiciones que permitirían "el análisis de los conceptos científicos y la clarificación de los problemas filosóficos" (Carnap,1992).

Así que el positivismo lógico "como una forma mas extrema y sofisticada del positivismo, es una teoría de la ciencia que plantea que el único tipo de conocimiento no analítico válido es el conocimiento científico; este conocimiento consiste en la descripción precisa de modelos teóricos invariantes en el tiempo y en el espacio elaborados a partir de los fenómenos observados" (Damiani, 1997).

El proyecto del Círculo de Viena estribaba en conformar una filosofía científica. Las matemáticas y la lógica, así como la física, son los grandes modelos a los que se deben toda forma de discurso científico. El programa positivista de Comte en el Siglo XIX debía ser culminado, convirtiendo la biología, la psicología y la sociología en ciencias positivas. La unificación de la ciencia debe llevarse a cabo reduciendo todas las proposiciones observacionales a lenguaje fisicalista, con lo cual se mostraría que existe un núcleo común a todas las ciencias positivas" (Echeverría, 1989). Y su proyecto institucional era la elaboración de la Enciclopedia para la Ciencia Unificada.

### II.5.3. Sus principales características y principios

- Un **empirismo total**. El cual se apoyaba en los recursos de la lógica moderna y en los logros de la física moderna. Desde el punto de vista metodológico las ciencias empíricas están basadas en la inducción
- Un empleo de la **lógica-simbólica**. Usada como un instrumento para deslindar entre distintos lenguajes y sus relaciones tanto en sus aspectos formales (sintaxis-lógica) como en su contenido o referencias a lo real (semántica).
- Un **rechazo a la metafísica y a la teología**. En línea con el pensamiento de la Ilustración, los pensadores del Círculo de Viena (ya formados en el escepticismo) fomentaron un repudio hacia la metafísica por estar fuera de lo que era concebido como lo "sensible" y empírico. La acusación básica contra la metafísica estaba centrada en que sus proposiciones carecían de significado. Es decir, las proposiciones de la metafísica carecen de sentido en virtud de que no tienen relación con los hechos; ya que éstas no están construidas en base de proposiciones elementales.
- Una **restricción del dominio de la filosofía**. El espacio de acción de la filosofía fue casi literalmente reducida a la tarea de eliminar sus propios problemas.
- Un **fisicalismo**: Todos los enunciados empíricos pueden ser expresados en el lenguaje de la física. Este fue el fundamento teórico a favor de la unidad de la ciencia. Esta propuesta inicial de un lenguaje fisicalista estuvo ligada a los cambios dramáticos de la física en las tres primeras décadas del siglo XX originados principalmente en la teorías de la relatividad de

### Einstein y en la Mecánica Cuántica.

Se produjo el llamado **giro lingüístico**: El Círculo de Viena desplazó el foco de observación desde la conciencia individual (la orientación seguida desde Descartes, en Kant y en el idealismo alemán) al lenguaje (Bedford, 1994). Y partir de allí, junto con otros elementos ya mencionados, el empirismo o positivismo lógico construyó una doctrina sobre la estructura lógica del conocimiento científico. De esta manera, el Círculo de Viena distinguió, o al menos propuso distinguir, la ciencia de la metafísica (y de cualquier otro conocimiento) basándose en un criterio epistemológico de significatividad cognoscitiva. Esto le permitió "al positivismo lógico aplicar radicalmente la navaja de Ockham, descartando del pensamiento científico numerosos conceptos y trabajos llevados a cabo por la filosofía especulativa" (Echeverría, 1989).

Su característica epistemológica esencial es el **Principio de Verificación**. Los elementos anteriores permitían configurar este principio, que es la **característica esencial del positivismo lógico**. De hecho, el objetivo fundamental de la metodología era "formular y legitimar una regla de aceptación de los enunciados conforme a la convicción fundamental según la cual una proposición científica debe ser aceptada sólo cuando es verdadera" (Damiani, 1997). Para concretar esta norma es necesario un método, un criterio de significatividad, que permita establecer si determinada proposición es o no verdadera. En otras palabras, "de acuerdo con el neopositivismo el método de la ciencia debe ofrecernos una estrategia infalible para el hallazgo de la verdad". Se estimaba ofrecer criterios de racionalidad científica, buscaba discriminar con certeza absoluta la ciencia de la pseudo-ciencia. De modo pues que, "el concepto de significado establece una línea de demarcación entre las proposiciones significantes de las ciencias empíricas y los enunciados insensatos de la metafísica" (Damiani). En resumen, el positivismo lógico utiliza como criterio de significatividad de las ciencias fácticas el principio de verificación que sirve como criterio de demarcación del discurso científico del no científico".

Ahora bien, el principio de verificabilidad funciona "solamente en la medida que se conceda una autoridad particular a una clase específica de proposiciones empíricas cuya certeza no puede ser cuestionada: debe establecerse una fuente segura que nos proporcione conocimiento real, como fundamento epistemológico sobre el cual construir el edificio de la ciencia. La teoría de la verificación o del significado, que es la característica definidora de la epistemología neopositivista, ofrece los medios para distinguir los enunciados con y sin significado; se entiende por verificación el procedimiento adoptado mediante el cual se comprueba la verdad o falsedad de algún enunciado" (Damiani).

Los principios originales del positivismo lógico, que luego se debilitarían con el transcurso del tiempo, son los siguientes:

- El principio del **Empirismo**; según el cual todo conocimiento (no analítico) depende de la experiencia, y
- El principio del **significado cognoscitivo**; de acuerdo con el cual la significación cognitiva de un enunciado es tal, solo si es:
  - analítico o autocontradictorio (como en el caso de las ciencias formales como la lógica y las matemáticas) o
  - puede ser verificado experimentalmente.

#### II.5.4. Etapas del Positivismo Lógico

- Primera fase: El Círculo de Viena (1929-1936). Sostenía la idea de una verificación concluyente de los enunciados científicos a partir de las proposiciones elementales. Alrededor de esta idea

se articularon los argumentos y postura originales del Círculo de Viena.

- Segunda fase: La Concepción Heredada (1936-). Debido a la dificultad sobre este punto es preferible citar textualmente a Padrón: "A pesar de su impacto inicial y de su enorme influencia, estas tesis se vieron sometidas a crítica por otros filósofos de la ciencia que, aunque coincidían en los aspectos básicos ya planteados, disentían en otros más específicos (Quine, Putnam, Toulmin, Hanson, Nagel, etc.). Los mismos integrantes del Círculo fueron haciendo revisiones y rectificaciones propias (Carnap, especialmente, Hempel y otros). De estas críticas y revisiones nació una ulterior interpretación del conocimiento científico que respetaba las bases del Círculo, pero que imponía modificaciones y correcciones de interés. En esencia, se abandonó el "empirismo ingenuo" implícito en las tesis iniciales; se reajustó el concepto de "reglas de correspondencia" entre los planos teórico y observacional. Volviendo a Whewell, quien casi un siglo antes sostenía la relatividad de la distinción "teórico/empírico", advirtiendo...que "nuestras percepciones envuelven nuestras ideas" (lo cual Hanson parafraseó al decir que toda observación está "cargada de teoría"); se hizo más flexible el concepto de "reducción" de unas teorías a otras y se amplió el modelo de las teorías científicas para dar cabida a otras opciones válidas. Todas estas revisiones y ajustes conformaron una diferente interpretación que se divulgó bajo el término "Received View" o "Concepción Heredada" que, en pocas palabras, consistió en una versión menos radical y más reflexiva de las tesis del Círculo de Viena" (Padrón, 1992).

#### II.5.5. Las Tesis del Círculo de Viena

De acuerdo con Padrón (1992) la escuela del Círculo de Viena produjo cuatro tesis bien definidas que interpretan el conocimiento científico, a saber,

- **El criterio de demarcación** (principio de verificación),
  - Lo que esencialmente distingue al conocimiento científico frente a otros tipos de conocimiento es su verificabilidad con respecto a los hechos constatables.
  - Un enunciado científico aceptable será sólo aquél que resulte verdadero al ser comparado con los hechos objetivos. Así, la verificación empírica constituye el criterio específico de demarcación entre ciencia y no-ciencia.
- **El lenguaje lógico**
  - Los enunciados serán científicos sólo si pueden ser expresados a través de símbolos y si pueden ser relacionados entre sí mediante operaciones sintácticas de un lenguaje formalizado (independiente de su contenido significativo).
  - Los enunciados científicos estarán dotados de una expresión sintáctica, formal o simbólica, por una parte, y de una correspondencia semántica, significativa o empírica, por otra parte.
  - La base de esta correspondencia estará, por supuesto, en los enunciados observacionales más concretos dados por la experiencia (lenguaje "fiscalista")
- **La unificación de la ciencia**
  - Todo conocimiento científico, cualquiera sea el sector de la experiencia sobre el cual se proyecte, estará identificado (construido, expresado, verificado...) mediante un mismo y único patrón.
  - En un sentido epistemológico y metodológico, no se diferenciarán entre sí los conocimientos científicos adscritos a distintas áreas de la realidad. Ya que la realidad constituye globalmente una sola estructura compacta y coherente (ordenada), también el conocimiento científico de la misma debe resultar, en definitiva, una misma construcción igualmente integrada.

- En virtud de ello, existe una única Filosofía de la Ciencia, es decir, un único programa de desarrollo científico para toda la humanidad. La Lógica y la Matemática serán el esquema básico para toda expresión comunicacional 'verificable' de la 'ciencia'.
- **La inducción probabilista.**
  - La producción de conocimiento científico comienza por los hechos evidentes susceptibles de observación, clasificación, medición y ordenamiento. Sigue con la detección de regularidades y relaciones constantes y termina con las generalizaciones universales formuladas mediante leyes y teorías.
  - Sin embargo, dado que el conjunto de todos los datos de una misma clase suele escapar a las circunstancias de tiempo/espacio del investigador entonces el proceso de generalización de observaciones particulares tiene que apoyarse en modelos de probabilidad, base de los tratamientos estadísticos utilizados actualmente en todas las áreas de investigación.
  - De acuerdo al concepto de probabilidad, es posible inferir leyes generales a partir de un subconjunto o muestra representativa de la totalidad de los casos estudiados. Esto implica que el conocimiento científico debe tomar en cuenta ciertos índices de error y ciertos márgenes de confiabilidad previamente establecidos.

Los tres primeras constituyen las tesis básicas producidas por el Circulo de Viena; las cuales sufrieron un sinnúmero de revisiones y modificaciones, algunas fáciles de captar, otras, realmente difícil de entenderlas. La última tesis es un producto indirecto del Circulo de Viena y se debe a Carnap y forma parte de lo que se ha llamado la segunda fase del positivismo lógico.

El positivismo lógico estableció como **meta** alcanzar los siguientes objetivos fundamentales:

- Dar a la ciencia una **base positiva** y
- Adoptar el **análisis lógico del lenguaje**, de los conceptos de la ciencia empírica (y mediante estos recursos demostrar la inutilidad de la metafísica).

El neopositivismo pretendía alcanzar sus objetivos mediante su particular **metodología** que constaba de dos factores: la **verificación empírica** y el **análisis lógico del lenguaje**.

En otras palabras, la tesis del positivismo lógico se desplazó desde el criterio de verificación de Wittgenstein (vía deductiva a partir de proposiciones elementales cuya verdad se establece por la vía de la observación) hasta llegar a la aplicación de una lógica inductiva. Luego, el positivismo lógico de la Concepción Heredada estableció la inducción lógica como método de las ciencias empíricas. La lógica inductiva permitiría fundamentar el criterio de verificación empírica en el grado de probabilístico de confirmación de una determinada hipótesis.

### **La tesis del lenguaje lógico y sus dificultades**

En parte veremos como ocurrió el desplazamiento recién mencionado. Para ello, vamos a considerar a grandes rasgos dos de las principales tesis del Círculo de Viena tales como la tesis de lenguaje lógico y la del criterio de demarcación; éstas, juntas, logran confluir para dar forma a la cuarta tesis: la de la inducción probabilista. En sus respectivos contextos consideraremos también las modificaciones o evoluciones que experimentaron. Dejaremos fuera de análisis a la tesis de la unificación de la ciencia por la sencilla razón de que ésta se modificaba y tomaba cuerpo en virtud de las modificaciones experimentadas por las tesis anteriores. Vamos a esquematizar los elementos cruciales de esta tesis y de sus dificultades inherentes.

La investigación de la teoría del conocimiento en términos de la lógica aplicada "se propone aclarar por medio del análisis lógico el contenido cognoscitivo de las proposiciones científicas, y con ello la significación de las palabras que se usan en las proposiciones, conduce a un resultado positivo y a otro negativo" (Carnap, 1931).

El resultado positivo se ha elaborado en el dominio de la ciencia empírica; se aclaran los conceptos particulares de las diversas ramas de la ciencia; se hace ver su conexión formal-lógica y epistemológica. Aquí se dice que las proposiciones son significativas dado que tienen sentido en si mismas o pueden verificarse por medio de la experiencia.

El análisis lógico conduce al resultado negativo de que las pretendidas proposiciones del dominio de la metafísica (incluida la filosofía de los valores y la ciencia normativa), son completamente sin sentido. Con esto se ha alcanzado una superación radical de la metafísica, que no había sido posible todavía desde los anteriores puntos de vista antimetafísicos. Aquí se dice que las proposiciones no son significativas dado que carecen de sentido.

Un lenguaje consta de un vocabulario y una sintaxis, es decir, de una colección de palabras que tienen una significación, y de reglas de la formación de las proposiciones; esas reglas indican cómo se pueden formar las proposiciones con las diversas clases de palabras.

Según eso, hay dos clases de pseudo-proposiciones (que tienen lugar en la metafísica):

- La proposición contiene una palabra de la cual erróneamente se ha supuesto que tiene un significado
- Las palabras que entran tienen significado, pero están dispuestas en una manera opuesta a la sintaxis, de suerte que no llegan a formar un sentido completo.

Las ideas elementales son como sigue:

- Toda proposición puede expresarse en un lenguaje fisicalista
- El lenguaje fisicalista tiene como elementos constituyentes y constitutivos a las proposiciones protocolares
- Las proposiciones protocolares se refieren a experiencias del sujeto ya sean externas o internas. Así que la verdad de una proposición elemental podía registrarse únicamente por la persona por cuya experiencia hacía la relación.

Una proposición es verificada realmente por medio de la experiencia que alguien tiene. En la mayoría de los casos la verificación consistía en la percepción de algún objeto físico. Pero se sostenía (Russell, Berkeley) que a los objetos que se perciben había que analizarlos en relación con las sensaciones que se tienen o con la percepción de los datos sensoriales (Russell).

Todos los enunciados científicos y sus leyes están formulados en forma de proposiciones, las cuales a su vez están formadas por las proposiciones primarias o elementales. De modo que solo existen dos **clases de proposiciones con significado**: las formales y las fácticas que constituyen todo el escenario posible, según el empirismo lógico del Círculo de Viena, de la teoría del conocimiento o de la filosofía científica. Esto es,

- Las **formales**: No son proposiciones acerca de la realidad. En virtud de su forma son ya verdaderas (tautológicas o analíticas) como las de la matemática o de la lógica. También entran en esta consideración las contradicciones o negaciones de estas proposiciones.
- Las **fácticas**: Se refieren a la realidad, es el conocimiento científico por excelencia. Para estas proposiciones su verdad o falsedad radica en las proposiciones de protocolo, ya que son proposiciones de experiencia o empíricas y pertenecen al dominio de la ciencia empírica.

No es difícil ver que el positivismo lógico proponía la existencia de un homomorfismo entre las proposiciones protocolares y el dato sensible. Las proposiciones en las que se expresa el conocimiento científico son reducibles a proposiciones elementales que se corresponden uno a uno con el dato sensible de la experiencia. Aquí se puede hablar de un homomorfismo entre ambas entidades.

Sin embargo, la caracterización de la realidad por medio de este homomorfismo enfrentó una serie de dificultades. La objeción más fuerte tiene que ver "la condición privada de los objetos a los cuales se suponía que hacían referencia las proposiciones elementales" (Ayer, 1959). Ello condujo a su vez a un problema de comunicación. Es decir, "si cada uno de nosotros está obligado a interpretar cualquier proposición como si fuese una descripción de sus propias experiencias privadas, es difícil ver como podemos en modo alguno comunicarlas". A fin de evitar la imputación de solipsismo que esto implica y a fin de mantener el carácter intersubjetivo del conocimiento se propuso "una distinción entre el contenido de la experiencia y su estructura".

El "contenido de la experiencia" se refería a los pensamientos y sentimientos, los cuales eran incomunicables en el sentido de que cada uno de nosotros tiene su propia experiencia o percepción del mundo. Estas clase de experiencias no se pueden verificar ni entender. Pero, lo que si se puede entender, verificar y comunicar es un conjunto de elementos del mundo sobre el cual para cada uno de nosotros son semejante. Esta es la estructura del mundo. "Lo que importa es que la estructura de nuestros respectivos mundos es lo suficientemente semejante para que pueda fiarme de la información que él me da. Y solo en este sentido es como tenemos un lenguaje común".

Aun así, esta propuesta, expuesta principalmente por Schlick, fue acusada de conducir a un "solipsismo múltiple" (ver Ayer, 1959). "La facción más radical, encabezada por Neurath y Carnap, no tendría ninguno de estos lapsus "metafísicos" y prefería asegurar la objetividad de la ciencia aun a costa de abandonar su base supuestamente sensible" (Urmson, 1994).

Aquí vendría en auxilio el fisicalismo, formulado por Neurath y aceptado finalmente por Carnap. El fisicalismo estaba expresado en términos de "enunciados observacionales, que serían la base de cada uno de las ciencias positivas" (Echeverría, 1989). Así, vía la tesis del fisicalismo, se reformuló el homomorfismo ya mencionado en el sentido de que "todas las ciencias dependen, en última instancia, de protocolos expresados en términos de objetos y procesos físicos, y que por tanto, todos los enunciados empíricos pueden ser expresados en el lenguaje de la física" (Urmson, 1994). Así el homomorfismo queda reformulado en términos de una correspondencia entre las proposiciones protocolares y los enunciados observacionales. Este fue el punto de partida para una cruzada a favor de la unidad de la ciencia basada en el lenguaje lógico del Círculo de Viena.

Lo que siguió fue un distanciamiento del fisicalismo del empirismo, o como dice Padrón: "En esencia, se abandonó el "empirismo ingenuo" implícito en las tesis iniciales; se reajustó el concepto de "reglas de correspondencia" entre los planos teórico y observacional" (Padrón, 1992). Con todo, el distanciamiento iniciado fue ampliado por Neurath y Carnap, "al proponer que se prescindiese de la teoría de la verdad como correspondencia" (Urmson, 1994).

El asunto de la teoría de la verdad también recibiría sus críticas en virtud de la debilidades inherentes al llamado principio de verificación. Con este asunto termina la próxima parte, alcanzándose así un cierre completo en los argumentos aquí esbozados.

### **La evolución de la tesis del criterio de demarcación y sus dificultades**

Bajo este criterio es que se notan con mayor facilidad la evolución de la tesis del principio de verificabilidad en el pensamiento de Carnap. Según se ha mostrado "las tesis de Carnap fueron evolucionando, desde sus posiciones verificacionistas iniciales hacia una confirmación progresiva, e incluso de un grado de confirmación de los enunciados empíricos. En 1936 ya admitía la confirmabilidad

como criterio, y a partir de 1949 va a desarrollar su teoría del grado de confirmación, que enlazará el empirismo inicial del Círculo de Viena con la lógica probabilística" (Echeverría, 1989).

Veamos en un bosquejo la evolución del criterio de demarcación:

- 1929-1936: El principio o criterio de verificabilidad
- 1936-1948: El criterio de confirmabilidad
- 1949: El criterio del grado de confirmación

A continuación vamos a estudiar brevemente esta evolución. Intentaremos mostrar como el criterio o principio de verificabilidad experimentó cambios en su debido contexto. Resumiendo, el Círculo de Viena propone:

- Un criterio epistemológico de significatividad. Una proposición solo tiene significado si, en principio, puede ser verdadera o falsa; y ello es posible en virtud de las reglas de la lógica (como en la matemática pero que no se refiere a la realidad) o través de la experiencia sensible (como en la física y que se refiere a la realidad). En este último caso, una proposición fáctica tiene significado si la experiencia sensible basta para decidir su verdad. Esto era un criterio de significatividad empírica.
- Un isomorfismo entre el criterio de significado y el método de verificación. Es obvio que si una proposición solo puede ser verificada por la experiencia entonces lo que está envuelto es una "simple identificación del significado y el método de verificación" (Urmson, 1989). A esto también se le llama principio de verificabilidad, el cual exigía que dicha verificación fuese completa y por medio de la observación.

Nótese que la "regla de correspondencia" entre el plano teórico y el plano observacional quedaba expresada en el homomorfismo lógico ya mencionado; pero éste, se sustentaba a su vez en el isomorfismo lógico, de lo cual es trivial observar que el primero se sustentaba o mantenía en pie en virtud del segundo. Estos "morfismos" constituían los elementos esencia del positivismo lógico; eran su virtud y su tragedia.

- La primera dificultad: Relacionada con la significatividad empírica de los enunciados analíticos: El criterio de epistemológico de significatividad tuvo que excluir de su ámbito de definición a los enunciados analíticos por las siguientes razones: "Al depender dicho criterio de las propiedades del condicional lógico, hubo que matizarlo, dado que toda proposición analítica sería inferible a partir de un conjunto finito de oraciones cualesquiera; y asimismo oraciones observacionales contradictorias entre sí nos permitirían inferir correctamente cualquier proposición, que de esta manera tendría significación empírica" (Urmson, 1989). En otras palabras, "las expresiones y fórmulas de la lógica y de las matemáticas no han de verificarse por ser analíticas" (Urmson, 1989).
- La segunda dificultad: Relacionada con el asunto de la inducción y la paradoja del positivismo lógico. A pesar de la restricción del criterio empirista de significado justo ya mencionado, tal criterio "seguía presentando problemas El principal de ellos estribaba en que los enunciados universales en general [como los de la filosofía misma], y mas concretamente las leyes científicas, quedaban excluidos del edificio de la ciencia" (Urmson, 1989). En otras palabras: "Si todas las proposiciones formales pertenecen a la lógica, y todas las proposiciones fácticas, en un sentido amplio, a las ciencias empíricas, no es fácil encontrar asilo para las proposiciones de la filosofía, incluido, desde luego, el principio de verificación mismo. Wittgenstein, al enfrentarse con esta dificultad, estaba dispuesto a denunciar incluso que sus propios argumentos para este fin eran «sin sentido», aunque tenían un carácter importante y aclaratorio. No queriendo aceptar tal paradoja, el positivismo lógico estaba dispuesto a garantizar la legitimidad del análisis, que se convierte así en el deber total de los filósofos. La filosofía no es una teoría, sino una actividad—la clarificación lógica de los conceptos,

proposiciones y teorías propias de la ciencia empírica. El principio de verificación era interpretado de manera similar como una definición, receta o criterio del significado, y no como una afirmación que pudiera ser verdadera o falsa" (Urmson, 1989). De acuerdo con Carnap, "el análisis lógico pronuncia, pues, el veredicto sobre la carencia de sentido de todo presunto conocimiento que pretenda ir por encima o por detrás de la experiencia. Ese veredicto alcanza ante todo a toda metafísica especulativa. Vale además ese juicio para toda filosofía de los valores y de las normas, para toda ética y estética como disciplina normativa. Porque la validez objetiva de un valor o de una norma no se puede verificar ni deducir de proposiciones empíricas; no se puede, por lo tanto, enunciar o formular en absoluto (en una proposición que tenga sentido) aun según la manera de ver de los filósofos de los valores... Finalmente, el veredicto alcanza también a aquellas tendencias metafísicas que desacertadamente se suelen designar como movimientos epistemológicos, a saber, realismo (en cuanto pretende decir algo más que el resultado empírico de que los procesos muestran una cierta regularidad, que hace posible el empleo del método inductivo) y sus contrarios: el idealismo, el solipsismo, el fenomenalismo y el positivismo (en el sentido primitivo)" (Carnap, 1931). Este asunto, resumiendo, del criterio de significatividad no solo destruía a la metafísica (y ciertos "ismos"), sino que además la paradoja que surgió debilitaba ostensiblemente a la filosofía misma, la cual, según los positivistas lógicos, si "ha de constituir una rama genuina del conocimiento, tiene que emanciparse de [sus contenidos metafísicos]" (Ayer, 1959). Y peor aun, dejaba sin efecto al principio de verificabilidad, el cual, en si mismo ya tenía problemas como en breve veremos.

- La tercera dificultad: Relacionada con el principio de verificabilidad o criterio de demarcación. En esta parte veremos las dificultades del principio de verificabilidad que indujo a los positivistas lógicos a debilitar su rigidez y moldearlo al punto que llegase a requerir de una "una proposición [que] sea capaz de ser en algún grado confirmada o refutada por la experiencia" (Ayer, 1959).

Dado el isomorfismo entre la significatividad empírica y el principio de verificabilidad, éste último adolecía de las mismas limitaciones del primero. Es decir, "este criterio se reveló excesivamente estricto: no es posible inferir los enunciados generales a partir de los atómicos. Y desde el punto de vista de la metodología de la ciencia, las leyes científicas, que son proposiciones cuantificadas universalmente, constituyen componentes fundamentales en una teoría científica" (Echeverría, 1989).

Debido a esta dificultad, debilitaron la "verificación" hasta convertirla en cierta clase de "confirmación". Con ello se estaba admitiendo era que: aun cuando tales leyes no podían ser verificadas directamente "lo que si puede hacerse es extraer las consecuencias lógicas concretas de una ley o teoría y comprobar que, efectivamente, la experiencia ratifica dicho resultados" .

Pero debe precisarse que este procedimiento, entre otras cosas, es importante para el asunto de las predicciones científicas. Es decir, cuando una predicción teórica ocurre en la realidad, "no puede decirse que la teoría haya quedado totalmente verificada, pero si tiene lugar una confirmación objetiva de dicha teoría" (Echeverría, 1989).

Lo peor era lo evidente: "Una objeción obvia contra el principio de verificación, de la que pronto se apercibieron los adversarios de los positivistas, es que el principio no es verificable por si mismo" (Ayer, 1959). Aparte de ello, el principio de verificabilidad ni en su forma original ni en su versión "mitigada" de grado de confirmación o apoyo "nunca ha sido formalizado adecuadamente". Ayer criticaba el convencionalismo del Círculo de Viena en cuanto al uso del principio de verificación como una definición o receta. Lo que estaba detrás de tal convencionalismo era la voluntad de ignorar sus dificultades.

Mientras el Círculo de Viena oscilaba entre la verificación y la simple confirmación surgieron objeciones provenientes "de los defensores de otro tipo de teorías sobre la verdad científica, como la teoría de la coherencia o la concepción pragmática de la verdad". El punto crucial era que la "cuestión de la

verificación y la confirmación, por otra parte, está ligada a un tema fundamental para la filosofía: la teoría de la verdad" (Echeverría, 1989). La objeción básica consistía en lo siguiente. Aunque el positivismo lógico había despojado a la formulación original de Aristóteles de sus contenidos ontológicos y metafísicos, y los reemplazó por el dato sensible, de todos modos, "desde el punto de vista de la concepción de la verdad, siguió adherido al criterio clásico de la *adequatio* o correspondencia entre proposiciones y hechos" (Ibid, 1989).

De esta manera se producía la ruptura, o al menos el cuestionamiento, del isomorfismo entre la significatividad empírica y el principio de verificabilidad.

Siguiendo a Echeverría (1989) vamos esquematizar los principales rasgos de este criterio.

- La confirmación de un enunciado, según Carnap, es estrictamente lógica: los datos observacionales han de ser confrontados lógicamente con las consecuencias que se derivan de una determinada ley o teoría.
- Si en un momento dado disponemos de una serie de datos, obtenidos por observación, y de una serie de hipótesis explicativas de esos datos, hemos de determinar la probabilidad de cada una de las hipótesis con respecto a las observaciones con que se cuenta en un momento dado.
- La comparación entre las probabilidades respectivas, que definen el grado de confirmación de cada hipótesis, nos permite elegir como hipótesis confirmada aquella que, para unos determinados datos observados, posee mayor grado de probabilidad.
- Surge así el concepto de grado de confirmación de un enunciado científico, que conlleva la previa cuantificación de la noción de confirmación: lo cual es posible apelando a la teoría de la probabilidad.
- Una hipótesis posee una probabilidad inductiva, que va aumentando o disminuyendo según las nuevas observaciones confirmen o no dicha hipótesis. El valor de una hipótesis va ligado al mayor o menor número de datos empíricos conformes a dicha hipótesis.

A fin de completar este panorama, la del corrimiento hacia la probabilidad empírica de las proposiciones, recurriremos a Echeverría de nuevo: "Una de las distinciones que, en etapas posteriores, fue generalmente aceptada por los miembros del Círculo es la que diferencia verificación y verificabilidad. Una proposición es verificable cuando, al menos en principio, es posible llevar a cabo experimentos y observaciones empíricas concordantes con lo dicho en la proposición. En cada momento, no todas las proposiciones empíricas han sido efectivamente verificadas, pero sí lo han sido algunas, y las demás son verificables en principio. Esta corrección, muy importante, matizaba el criterio de cientificidad inicial. Schlick habló de una comprobabilidad en principio, mientras que Carnap prefería el término de verificabilidad en principio. Asimismo Ayer introdujo otro matiz, al distinguir entre verificabilidad en sentido fuerte, cuando una proposición puede quedar establecida concluyentemente por medio de la experiencia, y verificabilidad en sentido débil, cuando la experiencia sólo permite determinar que esa proposición es probable en un grado lo suficientemente elevado. Surge así un nuevo concepto de verificación, cuyos orígenes están en Reichenbach y en el propio Carnap: el probabilístico, ligado a las investigaciones que se llevaron a cabo en esa época sobre lógica inductiva y lógica probabilitaria" (Ibid). Las negritas son nuestras.

Conclusión. "Consiguientemente, el científico admite unas u otras hipótesis en función del aumento de su grado de confirmación. Hay una lógica inductiva, de base netamente probabilista, subyacente a las teorías empíricas. Lejos ya del criterio wittgensteiniano de la verificación concluyente, por vía deductiva a partir de unas proposiciones elementales cuya verdad ha sido sólidamente establecida por la vía de la observación. En los últimos desarrollos del Círculo de Viena se acaba apelando a una lógica inductiva, que a su vez Carnap intentó axiomatizar en forma de cálculo lógico. En la obra ya mencionada de Rivadulla pueden seguirse las sucesivas tentativas de Carnap en este sentido". (Echeverría, 1989). Las negritas son nuestras.

Nótese que, la introducción de la noción de un grado probabilístico de una determinada hipótesis disuelve tanto el homomorfismo como el isomorfismo lógico.

Finalmente, de acuerdo con Echeverría

- El empirismo lógico acabó confluyendo en una afirmación de la inducción como el método principal de las ciencias empíricas.
- La lógica inductiva permitiría fundamentar el criterio de significación empírica, inicialmente basado en la verificabilidad observacional, y finalmente en el grado probabilístico de confirmación de una determinada hipótesis.
- Entretanto, y desde otras posturas, se hacían críticas de principio a las tesis del Círculo de Viena y de sus epígonos. Así sucedió, en particular, con Popper, quien va a orientar la metodología científica en un sentido muy distinto.