

CAPITULO 1: EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

1. INTRODUCCIÓN *¿Qué es la Epistemología?*

¿Cómo conocemos?, ¿qué conocemos?, ¿cómo se ordenan nuestros conocimientos? Estas son preguntas que se ha formulado la filosofía desde la antigüedad clásica. Más recientemente también algunas ciencias se han ocupado de este tema. La psicología ha realizado investigaciones acerca del modo en que los seres humanos configuramos experiencias, conceptualizamos, generalizamos, formulamos regularidades y construimos teorías. También la biología, la sociología, la antropología y la lingüística han hecho aportes a esta cuestión.

En la actualidad la gnoseología y la epistemología son las disciplinas que desde la filosofía se ocupan del problema de cómo conocemos, del origen, las condiciones y los límites de nuestro conocimiento. Desde el siglo XVII se denominó "gnoseología" a la disciplina filosófica que se ocupa de los problemas relativos al conocimiento.

En cuanto al término "epistemología", en alguno de sus usos significa lo mismo que gnoseología o teoría del conocimiento. Pero hay otro uso muy difundido que entiende por epistemología algo más restringido, circunscribiendo su temática a todo lo referido al conocimiento científico. Se trata en este sentido de un subconjunto de problemas dentro de la gnoseología. Debido a su referencia a la ciencia, su lenguaje y su metodología se fueron acercando en muchos aspectos a los modos de trabajo científico, sin por eso confundirse con la ciencia, y fue tomando distancia simultáneamente del lenguaje filosófico más tradicional. Algunos autores han considerado que la epistemología forma parte de lo que se denomina "ciencia de la ciencia"

Ya sea que se la considere parte de la filosofía o como ciencia de la ciencia, desde ambas perspectivas resulta ser una disciplina metateórica, puesto que no refiere a un dominio determinado de la realidad, sino que reflexiona y teoriza sobre el conocimiento mismo. Un modo generalizado de ver la epistemología, que va desde Aristóteles hasta el presente, considera centrales las cuestiones relativas a la estructura interna de las teorías. Se analizan los aspectos lógicos y semánticos de los conceptos y enunciados científicos, se estudia también la vinculación de las teorías con sus referentes, empíricos o no, y las relaciones entre distintas teorías. En algunas orientaciones contemporáneas se ha puesto especial énfasis en cuestiones relativas a las prácticas científicas y a su contexto, en los aspectos psicológicos, sociológicos e históricos. Temas como ciencia y sociedad, ciencia y política, ciencia e ideología, reflejan este tipo de interés.

También han aparecido propuestas que intentan fundamentar la reflexión acerca del conocimiento en general y de la ciencia en particular desde las ciencias existentes. Se ha llamado a esta orientación "epistemología naturalizada". Bajo esta perspectiva la epistemología pierde su carácter metateórico, y se borran las diferencias entre ciencia y filosofía. En muchos casos esta reflexión acerca del conocimiento se realiza desde una teoría determinada, sobre todo desde aquellas que poseen amplio alcance explicativo. Tal es el caso de algunas teorías psicológicas, otras biológicas y de ciertas teorías sociales, como por ejemplo la psicología genética piagetiana, teorías cognitivas y algunas versiones del psicoanálisis y del marxismo. En estos casos los problemas epistemológicos no son reconocidos como cuestiones metacientíficas, sino que se los intenta subsumir bajo el alcance de una teoría determinada que explicaría todo conocimiento con sus propias categorías e hipótesis.

Sin desconocer esos desarrollos, consideraremos principalmente los temas clásicos de la epistemología, relativos al modo en que se organizan y se fundamentan los conocimientos científicos. Van a ser analizados los tipos de conocimientos, sus características y sus relaciones, desde los más simples, que forman el basamento sobre el cual se configuran reflexiones más complejas, hasta los que constituyen explicaciones e interpretaciones de la realidad en las distintas teorías de la ciencia contemporánea.

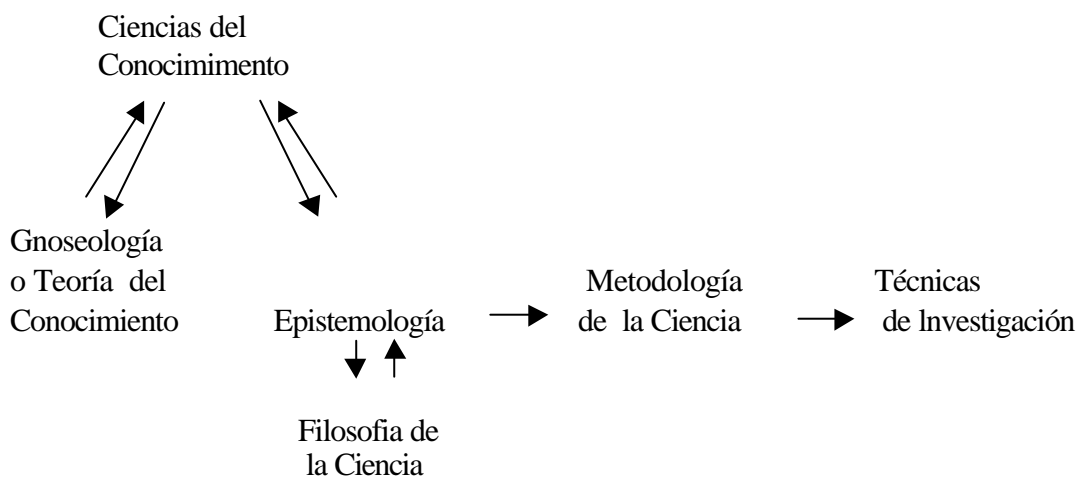
También se analizarán brevemente los métodos y criterios para evaluar y fundamentar los conocimientos de la ciencia.

La metodología de la ciencia puede considerarse como un subconjunto de problemas dentro de la epistemología, ocupada de evaluar los procedimientos utilizados por la ciencia y, en su función normativa, prescribiendo los procedimientos que se consideren más conducentes y confiables. En un nivel de especificidad mayor dentro de la metodología están las técnicas de investigación, que analizan y discuten los procedimientos particulares de búsqueda y procesamiento de conocimientos, como la confección de encuestas, el diseño de experimentos o las técnicas de muestreo.

Además de la epistemología, hay otra disciplina filosófica que se ocupa de la ciencia y que suele considerársela como teniendo el mismo alcance: la *filosofía de la ciencia*. Si bien de hecho ambas son tomadas como equivalentes, un examen más cuidadoso lleva a establecer algunas diferencias. Mientras la epistemología se ocupa del conocimiento científico, la filosofía de la ciencia incluye en principio un campo más amplio, como las cuestiones éticas y ontológicas. Entre las primeras están los valores que sustenta la ciencia y sus conflictos internos y externos. Entre los segundos están los problemas acerca de la naturaleza de las entidades estudiadas, sus propiedades y relaciones.

En la figura 1 se representan las distintas disciplinas que se ocupan del conocimiento científico y se esquematizan sus relaciones.

Figura 1



2. ASPECTOS DINAMICOS Y ESTRUCTURALES DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

Más allá de las polémicas entre distintas corrientes, se pueden reconocer dos grupos de cuestiones a ser considerados por la epistemología. Uno es el de los aspectos estructurales, que como ya se señaló, son un tema central, relativo a los componentes y relaciones internas de los conocimientos y a las relaciones entre las teorías y sus referentes externos. El otro grupo de cuestiones tiene que ver con el surgimiento de creencias y sus cambios en el tiempo: el abandono de ciertas ideas y conceptos, la aceptación y rechazo de teorías y la posibilidad de progreso o incremento del conocimiento. Los primeros son aspectos estructurales, los segundos son dinámicos.

En cuanto a los aspectos dinámicos, el análisis del modo en que se constituyen y cambian nuestros sistemas de creencias y conocimientos ha generado reflexiones epistemológicas sobre aspectos que van desde lo biológico hasta lo sociológico, psicológico, histórico y también lo metodológico.

La psicología genética, por ejemplo, ha estudiado cómo el ser humano organiza su experiencia

desde su nacimiento a través de una secuencia evolutiva. Se ha ocupado de cómo ciertas adquisiciones se apoyan en logros anteriores y ha analizado las propiedades y relaciones de las estructuras sucesivas. También desde los cognitivistas y desde el psicoanálisis se han construido hipótesis acerca de cómo el ser humano adquiere, articula o construye conocimientos, teniendo en cuenta, por un lado, el material que provee la experiencia y por otro sus disposiciones, categorías y estructuras internas, en tanto sujeto psicológico.

La biología también se ocupa de la cuestión, estudiando los componentes neurofisiológicos y perceptuales que condicionan nuestro conocimiento, y la continuidad o no de los mecanismos de interacción del organismo con el medio y el conocimiento humano. A propósito de esto dijo Popper: “. . . de la ameba a Einstein hay un sólo paso”² marcando así la coincidencia de funcionamiento entre el conocimiento y formas más primarias de interacción del individuo con el medio en el orden biológico. Piaget, desde otra perspectiva, señala también esa coincidencia funcional a través de los conceptos de asimilación y acomodación³.

La sociología del conocimiento, por otro lado, se ocupa de analizar la presencia de valores, creencias y supuestos de carácter ideológico, la disposición o no a los cambios, la aceptación o rechazo de la sociedad en general y de las comunidades científicas en particular, de ideas, conceptos y teorías. Estudia la interacción del conocimiento con los intereses sociales, culturales, políticos y económicos

La historia también se ocupa del conocimiento, haciendo un análisis e interpretación de las adquisiciones humanas en el tiempo.

De un modo un poco artificial se pueden también clasificar estas cuestiones dinámicas, de *génesis* por un lado y de *cambios* por otro. Por génesis se entiende el comienzo u origen del conocimiento. En cuanto a los cambios, pueden producirse e interpretarse de distintas maneras, a veces como evolutivos, progresivos, y otras veces como cambios revolucionarios. Existen varios modelos de explicación del cambio científico en la epistemología contemporánea, algunos de los cuales se presentarán mas adelante.

Hay epistemólogos como Reichenbach y Popper que señalan que esas cuestiones no son temas de la epistemología, sino de cada un de las ciencias particulares como la historia, la psicología y la sociología. Reichenbach⁴ establece la distinción entre el *contexto de descubrimiento* y el *contexto de justificación*. El de descubrimiento reúne todas las cuestiones acerca de cómo han surgido las ideas científicas, los conceptos y las teorías, si fueron resistidas o aceptadas por la sociedad y de la inserción histórica de la actividad científica y sus productos. El contexto de justificación es el que se ocupa de evaluar las hipótesis y teorías independientemente de su origen y demás contingencias psicológicas, sociales e históricas de su producción. Pero esta distinción es tema de muchos debates, por distintas razones. Por lo pronto, como existen distintos criterios de evaluación y justificación de hipótesis y teorías, según se adopte uno u otro criterio, determinados problemas serán considerados propios de uno u otro contexto. Se trata sin embargo de una distinción útil. Habría también un tercer contexto, el de *aplicación*⁵, interesado en la utilización de la ciencia para la producción tecnológica.

Para Reichenbach y Popper sólo son tema de la epistemología los que corresponden al contexto de justificación. Otros, en cambio, como Kuhn y Toulmin, sostienen que las cuestiones dinámicas, más allá de los desarrollos propios que pudieran hacer cada una de las disciplinas como la sociología o la historia, merecen ser tomadas en consideración dentro de la epistemología, como teoría global que reúne dentro de sí todo lo relativo al conocimiento científico.

Un modelo alternativo de explicación del cambio científico es el de Lakatos, que ha diferenciado entre la *historia interna* y la *historia externa* de la ciencia. La segunda registra los acontecimientos en sus procesos contingentes, que llevaron a descubrimientos y a la aceptación o rechazo de teorías, mientras que la primera es la reconstrucción racional de esos desarrollos utilizando criterios lógicos y metodológicos.

Entre las cuestiones metodológicas de la dinámica del conocimiento, un tema muy importante es el de las *etapas de la investigación*, que se tratará en el próximo capítulo.

1. Componentes del conocimiento y sus relaciones

¿Cuáles son los componentes de nuestro conocimiento? ¿Son datos empíricos, intuiciones, conceptos, proposiciones, hipótesis, leyes? Existen distintos tipos de contenidos del conocimiento.

La noción de conocimiento se entrecruza con cuestiones lingüísticas. El conocer o saber puede dividirse en dos tipos, un *saber proposicional*, que consiste en 'saber que p ', donde p es una proposición cualquiera, y por otro lado un "saber cómo", que es un *saber práctico, instrumental*. Un ejemplo del primero sería saber que el agua hierve a 100° C, o que Rosario está en la provincia de Santa Fe, mientras que el segundo sería, por ejemplo, saber andar en bicicleta o sabe reparar un mueble roto.

Al saber proposicional se lo caracteriza por las siguientes tres notas: un sujeto conoce lo que expresa la proposición p , si p es verdadera, si cree en la verdad de p , y si además hay fundamento para creer en ella. Por ejemplo, creemos que la Tierra gira alrededor del Sol porque es una proposición verdadera, creemos que esa afirmación es verdadera, y además tenemos fundamento para creer en ella, el fundamento que nos proporciona la astronomía. En cambio no sería conocimiento la creencia en una proposición que no fuera verdadera. Por ejemplo si alguien cree que en 1954 hubo un fuerte terremoto en San Juan, y esa afirmación

fuera falsa, la mera creencia no constituiría conocimiento. Tampoco constituiría conocimiento para alguien una proposición verdadera que no fuera creída por esa persona, ni en el caso de que fuera una proposición verdadera, creída, pero que no estuviera fundamentada. Por ejemplo, si fuera cierto que hay vida en Marte, pero no lo creyéramos, o si lo creyéramos y no hubiera elementos de prueba al respecto, en ninguno de los dos casos diríamos que *sabemos* que hay vida en Marte.

Por *creencia* se entiende en este contexto la operación psicológica de adhesión o asentimiento a una proposición o enunciado. Es una de las llamadas *actitudes proposicionales*, que son relaciones que se establecen entre sujetos y proposiciones. Por *verdad* se entiende en este ámbito la relación de correspondencia entre un enunciado y un estado de cosas: un enunciado es verdadero si describe un estado de cosas real y es falso en caso contrario.

El *saber cómo* o saber instrumental se corresponde en parte con el saber natural y en parte con el saber técnico y tecnológico (ver en 111.5).

El saber proposicional es fundamentalmente conocimiento intelectual, mientras que el saber instrumental está referido al aprendizaje de procedimientos y al logro de destrezas y habilidades.

En adelante adoptaremos una decisión que es habitual: tratar el tema del conocimiento científico en el plano del lenguaje. Con esta operación se traslada la problemática de los contenidos y relaciones del conocimiento a contenidos y relaciones entre los términos y enunciados de un lenguaje. De este modo se pueden delimitar con más claridad los problemas y se facilita un análisis más concreto y objetivo de las distintas cuestiones. Las teorías, leyes, hipótesis y datos que constituyen conocimientos pueden tratarse como enunciados. Por otro lado los conceptos científicos como "masa", "gravitación", "gas", "más denso que", "estructura social", "aparato psíquico", "capital", "salario", pueden considerarse términos o palabras en el plano del lenguaje. Enunciados y términos serán entonces los principales componentes a considerar.

2. Los enunciados

¿Qué es un enunciado? Para definirlo es conveniente partir de la noción de oración, como estructura lingüística básica de un lenguaje determinado.

Independientemente de su forma, las oraciones cumplen distintas funciones. Hay oraciones con *función expresiva*, como por ejemplo "Qué maravilla!", "¡Ojalá no llueva!" y la mayoría de las oraciones de la poesía, que ponen de manifiesto actitudes, sentimientos y valoraciones de los hablantes. Otras son *directivas* o *prescriptivas*, que tienen por finalidad influir en la conducta de algún agente, como en las oraciones "No debes mentir", "Necesitaría de tu colaboración" y "¿Puedes alcanzarme un libro?", que buscan promover o impedir determinadas acciones o respuestas. Incluyen distintas modalidades, como normas, pedidos, órdenes, leyes, reglas y ruegos.

Están, por último, y sin pretender que la clasificación sea exhaustiva, las oraciones con *función informativa*, que afirman o niegan algo y son verdaderas o falsas, como por ejemplo "La

Revolución Francesa se produjo en 1789", o "Algunas bacterias resisten temperaturas bajo cero". A estas oraciones se las denomina *enunciados*, término que se corresponde parcialmente con la noción clásica de juicio. En este contexto será tomado como sinónimo de *proposición*, aunque algunos autores asignan a este último término un significado diferente, definiéndolo como aquello que expresa un enunciado, su contenido.

La verdad y falsedad son *valores de verdad*. Como ya se señaló, se puede decir que un enunciado es verdadero si describe un estado de cosas real, y es falso en caso contrario. Esta caracterización ha sido llamada concepción "correspondentista" o de "verdad por correspondencia", puesto que se basa en el acuerdo o correspondencia entre una oración y la realidad. También se le da el nombre de concepción clásica, puesto que se origina en Aristóteles. Esta concepción es retomada en la semántica contemporánea por Tarski, quien en una aproximación a la cuestión dice que "A es una oración verdadera si designa un estado de cosas existente".

Es necesario diferenciar, además, entre enunciados *simples o atómicos* y enunciados *compuestos o moleculares*. Son ejemplos de enunciados simples "Llueve", "Hace frío" y "Los protones tienen carga positiva", los dos primeros se pueden combinar en las proposiciones compuestas "Llueve y hace frío" y "Si llueve, entonces hace frío". Las moleculares o compuestas son el resultado del establecimiento de conexiones entre las proposiciones simples a través de las conectivas lógicas como "y", "o", "no", "si entonces" y su verdad o falsedad queda determinada por los valores de verdad de las proposiciones atómicas y por el comportamiento de las conectivas como funciones de verdad. Así, por ejemplo, la conjunción "Carlos, Ana y Luis llegaron" es verdadera sólo en el caso en que todas las proposiciones componentes sean verdaderas, y una disyunción, como "Viajaré hoy o mañana" es falsa sólo en el caso en que sean ambas proposiciones falsas.

Los enunciados condicionales como "Si se reduce la capa de ozono, las radiaciones solares afectarán a los cultivos" tiene especial importancia en los análisis de la metodología científica. Están compuestos por un *antecedente*, que en el ejemplo es "Se reduce la capa de ozono" y un *consecuente*: "Las radiaciones solares afectan a los cultivos~"; en cuanto a sus condiciones de verdad, son falsos solamente en el caso en que el antecedente sea verdadero y el consecuente falso.

¿Cuáles son las relaciones que se dan entre los enunciados que constituyen un cuerpo de conocimientos o un sistema de creencias? Son fundamentales las relaciones lógicas de consistencia, equivalencia, implicación y deducción.

La *consistencia* o no contradictoriedad es un requisito formal que no puede faltar en un conjunto de enunciados que constituye un cuerpo de conocimientos. Un conjunto de proposiciones es consistente si no se deduce en ese sistema un enunciado "p" y también su negación 'no p'. Otro modo generalmente equivalente de definir consistencia dice que es consistente aquel sistema en el que no todo es demostrable. Si en cambio el sistema fuera inconsistente, según el primer criterio en ese sistema se demuestra p y también "no ~", y según el otro criterio en él se deduce cualquier enunciado, lo cual equivale a no demostrar nada. La lógica se ocupa de definir estas propiedades con rigurosidad y de los procedimientos para demostrar que los sistemas reúnan estos requisitos.

En cuanto a la *equivalencia*, dos enunciados son equivalentes si tienen el mismo valor de verdad, no puede ser uno verdadero y el otro falso, y cada uno de ellos implica y se deduce del otro.

La *implicación* y la *deducción* son relaciones recíprocas. Un enunciado implica a otro si no puede darse el caso que el primero sea verdadero y el segundo falso. Un enunciado se deduce de otro si no puede ocurrir que el primero sea falso siendo el segundo verdadero⁷.

En un cuerpo de conocimientos ciertos enunciados constituyen premisas de las que se infiere otro como conclusión, formando un *razonamiento*.

3. Los razonamientos

Los razonamientos son conjuntos de enunciados donde uno de ellos, la conclusión, se desprende de los restantes, llamados premisas. Las premisas son el soporte de la argumentación. De ellas se obtiene la conclusión. Se trata de términos relativos, algo es conclusión en relación con las premisas

y viceversa. Hay distinto tipo de razonamientos, los *deductivos* son aquellos en los que se pretende que la conclusión se infiera necesariamente de las premisas.

Cuando un conjunto de premisas (una o más) implica una conclusión, se dice que constituyen una *deducción correcta* o *razonamiento válido*. Consecuentemente se dice que un razonamiento es válido cuando no puede darse el caso que de premisas verdaderas se infiera una conclusión falsa. Esta es una noción central dentro de la lógica. El siguiente es un ejemplo de razonamiento válido, como puede verse intuitivamente en el diagrama.

Las aves de climas templados son migratorias
Las golondrinas son aves de clima templado

Las golondrinas son migratorias

(la línea separa las premisas de la conclusión)

El siguiente razonamiento en cambio, es inválido, como puede mostrarse a través del diagrama:

Los elefantes son mamíferos.
Los elefantes no viven en zonas frías.

Los mamíferos no viven en zonas frías

Entre los razonamientos válidos, algunos son de especial interés para el análisis del conocimiento científico. Uno es el denominado *modus ponens*, que tiene la siguiente forma:

Si p, entonces q

p

q

Otro de mucho interés es el *modus tollens*:

Si p, entonces q

no q

no p

Entre las formas inválidas es importante la *falacia de la afirmación del consecuente*, que como es incorrecta, admite ejemplos de esa forma que tienen las premisas verdaderas y la conclusión falsa:

Si p, entonces q

q

p

Además de los razonamientos deductivos, hay otro tipo de razonamientos, que genéricamente se

pueden denominar *no-deductivos*. Son aquellos en los que la conclusión se desprende con cierto grado de probabilidad. A su vez pueden ser de distinto tipo. El más importante es el *inductivo*, que se caracteriza porque la conclusión es siempre más general que las premisas. (ver en el capítulo 2, *método inductivo*).

Otro tipo no-deductivo de razonamientos es el *analógico*, que sobre la base de que ciertos casos comparten un conjunto de propiedades, se infiere que probablemente compartan también otras propiedades. Así, por ejemplo si se sabe que las estrellas de determinado tipo tienen un conjunto de características, al detectarse una nueva estrella de ese grupo se podrá inferir, por analogía, que también tendrá las mismas propiedades que las otras ya conocidas. Se puede presentar un esquema simplificado de estas inferencias de la siguiente manera:

a, b, c y d tienen las propiedades F, G, H e I .

Se conoce además que a, b y c tienen la propiedad J

d tiene la propiedad J

4. Los términos

En cuanto a los términos que forman parte de los enunciados, se han hecho varias distinciones.

Por un lado cabe diferenciar entre términos que corresponden a *propiedades*, tales como "número", "sólido", "liso", "ave", "planeta", "gen", "átomo", "capital", y por otro términos *relacionales* como "más pesado que", "menos poblado que", "mayor que", y "al norte de". Las propiedades se atribuyen a individuos y las relaciones conectan entre sí individuos, como en los enunciados "Pedro es diabético" y "Madrid es más poblada que Granada" respectivamente.

Desde otro punto de vista que interesa a ciencias como la física, la economía y la psicología, y en general a las llamadas ciencias fácticas, los términos pueden clasificarse en *teóricos* y *observacionales*. Observacionales son aquellos a los que se accede en forma directa, a través de la experiencia perceptual simple o ampliada por los instrumentos de observación científica. Teóricos son aquellos a los que no se accede a través de observaciones, corresponden a propiedades inobservables, constituyen el lenguaje específico de las teorías y cumplen un papel importante en las explicaciones. En física y biología, por ejemplo, son observacionales términos como "sólido", "líquido", "áspero", "más veloz que", "extremidades", "pelaje", "pulmón", y son teóricos "átomo", "energía" y "campo electromagnético". No siempre hay una diferenciación nítida entre el vocabulario teórico y el observacional. Hay términos que son teóricos en determinados contextos, y en otros son observacionales, como por ejemplo el término "tiempo": en contextos experimentales es una variable empírica, mientras que en la física teórica no lo es. En muchos casos, conceptos que inicialmente fueron teóricos como "gen", "célula" y "microorganismo", con el avance de los instrumentos de observación pasaron a ser observacionales.

Por otro lado, la enorme sofisticación de los instrumentos de observación y registro empírico como los microscopios electrónicos o la cámara de burbujas hace que los datos obtenidos tengan un amplio contenido inferencial y haya mucha teoría presupuesta en la interpretación de esos datos. Por estas dificultades y también por un cuestionamiento al énfasis puesto en la categoría de observación que tiene esta distinción, algunos autores como Hempel han propuesto la distinción alternativa *teórico-preteórico*. En esta dicotomía, *teórico* sería el lenguaje específico de una teoría, con función explicativa, *yprateórico* sería el lenguaje ya aceptado, común a distintas teorías.

Según otro criterio, de gran importancia científica, los términos pueden dividirse en *clasificatorios, comparativos y métricos*⁹

Un problema importante que ha discutido la epistemología contemporánea es el de cómo adquieren significado los términos teóricos en las ciencias fácticas. Algunos están a favor de darles significado a través de definiciones teóricas. El procedimiento consiste en definir los términos de una teoría determinada recurriendo exclusivamente a los términos de esa teoría, pero este recurso tiene

el inconveniente, si todos los términos se definen de este modo, de que no se establecen correspondencias entre el lenguaje teórico y la experiencia y, en definitiva, con la realidad. Otros sostienen que deben definirse a través del lenguaje empírico, observacional. Extremando aún más esta posición, los *operacionalistas* han sostenido que el lenguaje teórico debe definirse mediante el establecimiento de procedimientos empíricos que permitan, en la medida de lo posible, mediciones. Así, el concepto de distancia en física, o su correspondiente término, se define operacionairmente a través de un procedimiento de medición, por ejemplo, a través del empleo de un teodolito.

Los *instrumentalistas*, por otro lado, sostienen que los términos teóricos son meros rótulos de un valor instrumental, más o menos eficaces para organizar nuestra experiencia sin ninguna pretensión de referir a propiedades de la realidad. Para ellos, términos como "aparato psíquico", "estructura social", "especie", no serían términos descriptivos, sino meros rótulos convenientes para la explicación y la predicción. Además, las hipótesis y leyes que contengan esos términos no serían verdaderas ni falsas, ya que se las concibe como reglas y no como enunciados.

Por último, algunos han sostenido que los significados de los términos teóricos no se agotan en el contenido de una definición. Se pueden establecer *reglas de correspondencia* entre el lenguaje teórico y el observacional o preteórico, pero no puede agotarse su significado en ninguna de esas postulaciones, sino que queda abierta a nuevas correspondencias que surjan con el desarrollo de la ciencia. Siempre se tendrá de ellos un significado empírico parcial.

El lenguaje científico ha ido paulatinamente logrando más precisión que el lenguaje natural. La ambigüedad y la vaguedad que caracterizan a los lenguajes naturales como el castellano o el alemán son, por un lado, un obstáculo para el conocimiento científico, pero por otro lado, cumplen funciones imprescindibles en el orden comunicacional y social. La vaguedad, por otra parte, es ineliminable: se pueden lograr lenguajes más precisos, pero no se puede eliminar la vaguedad totalmente.

4. Enunciados *anahticos* y *sintéticos*

Además de las distinciones ya efectuadas respecto de los diferentes tipos de enunciados, existe otra clasificación, de mucha relevancia para el estudio de la ciencia, que los divide en *analíticos* y *sintéticos*. Ejemplo del primer tipo es "El complemento del complemento de un conjunto es igual a ese conjunto" y es sintético "En la península de Yucatán hay restos de construcciones mayas". Muchos filósofos consideran que esta distinción constituye una dicotomía, pero otros señalan que podrían ser categorías extremas entre las cuales se da un continuo de modalidades, ya que existen casos fronterizos de difícil categorización. Además, la distinción tiene carácter relativo, en el sentido de que en determinados contextos un enunciado resulta ser analítico, y en otro es sintético, dependiendo de las categorías lingüísticas y conceptuales involucradas. Más allá de las dificultades para establecer entre ambas categorías una división taxativa, hay casos paradigmáticos de cada uno de estos enunciados que permite caracterizar distinto tipo de ciencias: las formales en principio contienen solamente enunciados analíticos y las fácticas contienen principalmente enunciados sintéticos.

Los *enunciados analíticos* son aquellos cuya verdad o falsedad no depende de su correspondencia con la realidad, no hacen afirmaciones acerca de cómo es el mundo, sino que su valor de verdad depende de las relaciones internas del enunciado. Supone una noción de verdad relativa a propiedades estructurales, sintácticas y semánticas. Así, por ejemplo, " $x + y = y + x$ " es una afirmación cuya verdad depende de las propiedades que definen a la operación suma, de la relación de igualdad y del dominio de las variables exclusivamente. A su vez pueden clasificarse en varios subtipos:

a) *Enunciados lógicos*, lógicamente verdaderos, como "Llueve o no llueve", y "Los perros blancos son blancos", o lógicamente falsos como "Llueve y no llueve", relativos exclusivamente a las

relaciones formales entre los componentes de las proposiciones.

- b) *Enunciados matemáticos*, como ' $a + (b + c) = (a + b) + c$ ', o "Los triángulos tienen tres lados", que suponen propiedades y relaciones formales entre entidades específicas de las matemáticas.
- c) *Enunciados por sinonimia*, cuya verdad o falsedad depende de cuestiones semánticas o de los significados, como en el conocido ejemplo de Quine "Ningún soltero es casado"
- d) *Enunciados definicionales*, que o bien constituyen definiciones, o bien las presuponen, como en el enunciado 'Los perros son animales', que es analítico si en la definición de perro se incluye como nota definitoria la de ser animal.

Conviene aclarar que no todos los epistemólogos coinciden en considerar analíticos a los enunciados matemáticos. Para Kant, por ejemplo, eran juicios sintéticos *a priori*⁰. Otros consideran analíticos a los de la aritmética y sintéticos a los de la geometría, y algunos a la inversa.

Los *enunciados sintéticos* son aquellos cuya verdad y falsedad no depende de relaciones internas del enunciado, sino de su correspondencia o no con estados de cosas reales. Pueden tener a su vez distintas modalidades:

- a) *Enunciados empíricos singulares*, que refieren a hechas o situaciones particulares. Por ejemplo, "El corneta Halley aparece cada setenta y seis años", "Este termómetro marca 10° C" o "En la Antártida está el monte Flora ". Su verdad o falsedad puede determinarse en forma relativamente simple, por información empírica directa que permita verificarlos o refutarlos.
- b) *Enunciados fácticos generales*, que a su vez podrán ser universales, existenciales, o estadísticos. Son ejemplos de enunciados existenciales "Algunas aves no vuelan", "Existen galaxias aún no exploradas" y "Algunas bacterias resisten temperaturas bajo cero". Son ejemplos de enunciados estadísticos "La mayoría de los niños comienzan a caminar alrededor del año de vida" y de enunciados universales "El agua hierve a 100° C", o "Las estrellas emiten radiaciones". En estos enunciados el conocimiento de la verdad es más problemático que en el caso de los singulares, ya que no puede verificarse concluyentemente un enunciado universal ni puede refutarse un enunciado existencial: no es posible saber si una afirmación universal es verdadera para todos los casos pasados, presentes y futuros, ni si nunca ocurrirá aquello que afirma una proposición existencial. Nadie puede asegurar que el enunciado "Todos los cuervos son negros" sea verdadero para todas sus instancias, ni es posible saber si es falso que "Existen seres extraterrestres".
- c) *Enunciados teóricos*, son aquellas proposiciones de la ciencia que contienen términos teóricos y que por consiguiente no refieren a aspectos de la realidad de acceso directo, sino que se conectan con ella de modo mediatizado e inferencial. Se trata de obtener información acerca de sus valores de verdad a través de sus consecuencias. Un ejemplo sería el enunciado "Los neutrinos y los protones son partículas subatómicas".
- d) *Enunciados no fácticos*. En algunos contextos, particularmente en la filosofía, se suelen hacer afirmaciones de alto grado de abstracción en las que la referencia a la realidad está mediatizada y es opaca. Pueden tomarse como ejemplos enunciados del tipo "La categoría de causalidad pertenece a la razón trascendental", o "La sustancia pensante y la sustancia extensa son dos formas de una única sustancia". Se ha planteado el problema de reconocerle o no carácter informativo a esas afirmaciones. Si se les concede carácter informativo podrán ser considerados un subconjunto de proposiciones sintéticas cuya verdad o falsedad será difícil conocer. Algunos filósofos han sostenido que se trata muchas veces de afirmaciones que resultan de un abuso en la utilización del lenguaje, y por lo tanto las consideran pseudo proposiciones y se les niega contenido informativo ~. En algunos casos son enunciados categoriales, que fijan límites y reglas al uso del lenguaje y a las relaciones conceptuales, como en las proposiciones "Ningún color es un sabor", "Los números no son entidades espaciales" y "Lo rojo es coloreado".

Esta clasificación de enunciados analíticos y sintéticos es problemática y ha sido discutida desde muchos contextos diferentes. Las subdivisiones que se acaban de presentar, y que se esquematizan a continuación, son también muy discutibles, pero han sido pensadas para los fines del análisis de cuestiones que tienen que ver exclusivamente con las teorías científicas:

Enunciados analíticos	a) enunciados lógicos b) enunciados matemáticos c) enunciados por sinonimia d) enunciados definicionales
Enunciados sintéticos	a) enunciados empíricos singulares b) enunciados empíricos generales c) enunciados teóricos d) enunciados no fácticos

III. TIPOS DE CONOCIMIENTO

El conocimiento ha sido clasificado de múltiples maneras. Para el propósito de este trabajo interesa caracterizar el conocimiento científico, pero se analizarán también brevemente otras formas de conocimiento como el conocimiento natural, el tecnológico y el filosófico, para establecer similitudes, diferencias y relaciones con aquél.

1. El conocimiento natural y el científico

El *conocimiento natural* es el que se adquiere en forma espontánea e informal. Es imprescindible para la supervivencia humana en el medio natural y social, y se constituye sobre prácticas muy básicas que pasan a formar el "sentido común". El lenguaje natural es su vía de expresión y de transmisión.

En el ámbito físico, por ejemplo, permite organizar el espacio, con sus relaciones de equilibrio, formas, pesos y volúmenes. Aprendemos a calcular distancias, movimientos, velocidades y a conocer nuestro cuerpo y nuestro entorno. En el orden social, sabemos interpretar a nuestros semejantes, compartimos actividades con otras personas en múltiples situaciones, como en lo familiar y lo laboral y nos constituimos en seres humanos en esa compleja trama de afectos e informaciones que nos dan identidad y pertenencia. Sabemos distribuir nuestras actividades en el tiempo y lograr una relativa eficacia en los objetivos de la vida cotidiana personal y social.

Esa compleja trama de conocimientos espontáneos constituye la base de todo otro tipo de conocimiento, son nuestras experiencias básicas a partir de las cuales adquirimos habilidades, pensamos, inferimos, comparamos, formulamos preguntas, establecemos regularidades, hipotetizamos y valoramos.

Se trata de un campo muy rico de la experiencia humana que se adquiere informalmente y está moldeada por nuestras disposiciones biológicas y por el orden social y cultural. Permiten una enorme economía de pensamiento y esfuerzo, pero son también sustento de prejuicios e ideologías. Muchas veces estos conocimientos espontáneos obstaculizan el conocimiento científico debido a que generan estereotipos y expectativas que es difícil abandonar cuando la realidad demanda una revisión crítica de nuestras creencias y la búsqueda de conocimientos mejor fundados.

Hay una serie de distorsiones sistemáticas en nuestras creencias ordinarias tales como relacionar causalmente dos fenómenos por el mero hecho de que se suceden en el tiempo, confundir el lenguaje con la realidad, y cometer la falacia naturalista que no discrimina lo que es de lo que debe ser. Francis Bacon distingue en su teoría de los *idola* cuatro tipos de errores o distorsiones recurrentes. Los *idola trtbu*, que son comunes a todos los seres humanos, nos llevan a suponer, por ejemplo, que hay más orden y regularidad en la naturaleza que la que realmente existe, o a aferrarnos a creencias aceptadas, o creer que es real aquello que deseamos (el *wishfull thinking* del que hablan los ingleses). También hay distorsiones que tienen que ver con nuestras características individuales, fruto de nuestras condiciones biológicas, mentales y de la educación recibida, a los que denomina *idola specus*. Los *idola fori* son las distorsiones del lenguaje y la comunicación, que llevan a confundir la existencia de un término con la realidad referida por ese término. Por último, están los errores que vienen de la herencia filosófica y de las tradiciones: los *idola theatri*, que nos llevan a adoptar ciertas ideas en forma dogmática.

En cuanto a la integración del conocimiento científico con el natural, hay distintos modos de concebirla. Algunos sostienen la completa continuidad entre una y otra forma de conocer, otros en cambio marcan radicales diferencias. Una solución de compromiso permite reconocer coincidencias y continuidades así como diferencias y discontinuidades. En un famoso texto de Eddington en defensa de la radical diferencia entre conocimiento vulgar y científico se hace referencia a dos mesas, una es la mesa sólida y dura de nuestro conocimiento natural, la otra es un enjambre formado por cargas eléctricas en movimiento y amplios espacios vacíos. ¿Cuál de las dos mesas es la real?, se pregunta Eddington. Sin duda la mesa científica. Pero Hempel¹³ responde a esta dicotomía diciendo que la mesa científica pretende en última instancia dar cuenta de la mesa de nuestra experiencia natural. No hay en definitiva dos mesas, sino un intento de explicar a través de un modelo científico la mesa de nuestra experiencia natural.

Mientras que el conocimiento natural tiende a ser rígido y responde a estereotipos, el conocimiento científico es crítico. Muchas de las creencias ordinarias se ven cotidianamente refutadas y cierto conservadurismo, o atrincheramiento del sentido común, ligado algunas veces a prejuicios y a economías de esfuerzos, no dan cuenta de las discrepancias.

El *conocimiento científico* es una modalidad de conocimiento que es interesante de considerar en su constitución y desarrollo histórico. Sus orígenes se remontan a la Antigüedad del siglo VI a.C., con las matemáticas de Tales Pitágoras, la física y biología de los jónicos, la historia de Herodoto y Tucídides. Un florecimiento importante ocurrió en el denominado periodo helenístico, en la Alejandría de los siglos III a.C. a III d.C., que permitió la confluencia del pensamiento especulativo y teórico de los griegos con los conocimientos prácticos de otras culturas como la egipcia. Tuvo grandes figuras como Arquímedes. Euclides y Herón en física y en matemática, y destacados biólogos y astrónomos. Pero la ciencia moderna surge con figuras tan significativas como Galileo y Torricelli, en el siglo XVII. Su característica principal fue la confluencia del pensamiento teórico con la observación y experimentación empírica.

Se puede caracterizar a la ciencia, de manera muy general, por algunos rasgos compartidos por las distintas disciplinas científicas, y que constituyen valores o ideas regulativas.

Aunque es una frase hecha puede decirse que lo que caracteriza a la ciencia es la *búsqueda de la verdad*, esto significa que cualquier otro fin estará subordinado a este fin principal que es el acceso al conocimiento. Cabe aclarar, por otro lado, que no es lo mismo buscar la verdad, que alcanzarla, o tener certeza acerca de ella. Es sabido que la verdad no siempre se logra en el contexto de la ciencia.

Es también un conocimiento *racional*, en el sentido de que debe ser coherente y fundado en razones, es decir, sostenido argumentativamente.

Pretende además ser un saber *crítico*, rasgo que lo diferencia (el conocimiento natural, que como ya se señaló, es a veces poco crítico. Cohen y Nagel dicen en *Introducción a la lógica y el Método científico*⁴ que mientras otros tipos de conocimiento apelan a la intuición, a la autoridad o a la repetición ciega, la ciencia se caracteriza por ser crítica, como opuesta a dogmática. Ese rasgo le permite ser autocorrectiva. Contra las creencias populares, lo que caracteriza a la ciencia no es su absolutizante o seguridad, sino su corregibilidad y su provisoriedad.

Se caracteriza también por la *sistematicidad*, que hace que la ciencia no sea nunca la suma de conocimientos aislados, sino que busca su integración en distintos sistemas y estructuras complejas, lógicamente articulados.

Es además un saber que intenta ser *preciso*. Logra esa precisión utilizando por un lado un lenguaje técnico, con significados menos ambiguos que los del lenguaje natural, y por Otro lado mediante el empleo de herramientas formales, traduciendo sus hipótesis a ecuaciones y fórmulas de la lógica y la matemática y distintos recursos simbólicos como los de la química.

Otro de los rasgos de la ciencia es su carácter *metódico*, en el sentido de que requiere del empleo de determinados procedimientos que gozan de confiabilidad, para la obtención y validación de los conocimientos.

También tiene la propiedad de ser *general*. La ciencia busca formular leyes generales que expresen regularidades, sin perder, en muchos casos, la singularidad. Ya Aristóteles señalaba que la ciencia es siempre conocimiento acerca de lo general.

A diferencia del conocimiento filosófico, la ciencia acepta la existencia de *supuestos* que no se cuestionan acerca de aspectos muy básicos de los objetos de estudio, su existencia, su continuidad en el tiempo y el mejor modo de conocerlos.

2. La clasificación de las ciencias

Desde la antigüedad clásica hasta nuestros días se ha formulado una enorme y variada cantidad de clasificaciones de las ciencias, muchas de ellas englobadas dentro de clasificaciones más amplias del conocimiento humano en general. Algunas de ellas resultan inútiles o extravagantes a nuestros ojos, o incluso incomprensibles. Se ha hablado de ciencias experimentales y no experimentales sagradas y profanas, morales y positivas, naturales y sociales, duras y blandas.

Resulta claro, al comparar distintas clasificaciones el hecho de que cada una de ellas se construye a partir de algún *criterio* o propiedad que se desea destacar, y que constituye el fundamento de la clasificación. Y esto ocurre con cualquier tipo de clasificación.

En muchos casos el supuesto subyacente a la clasificación es *ontológico*: se da por sentado que la realidad está formada por distinto tipo de entidades, y a partir de esa división se asigna a cada disciplina científica el estudio de cada uno de ellos. Así, por ejemplo, si se sostiene que la realidad está constituida por dos grandes ámbitos, lo material por un lado y lo espiritual por otro, las ciencias podían clasificarse, consecuentemente, en ciencias de la naturaleza y ciencias del espíritu. También ha sido frecuente clasificar a las ciencias desde un punto de vista *gnoseológico* es decir, sobre la base de supuestos acerca de cómo conoce el ser humano. Se ha afirmado, por ejemplo, que la mente humana tiene un determinado número de "facultades" o capacidades y a partir de ellas se han clasificado las ciencias. Un ejemplo de este tipo de criterio clasificatorio lo constituye la clasificación de Francis Bacon, quien distingue tres facultades: la razón, la memoria y la fantasía. A la primera le hace corresponder la ciencia propiamente dicha, subdividida en ciencia natural, teología natural y ciencias del hombre; a la segunda le corresponde la historia y a la tercera la poesía.

Ha habido también clasificaciones basadas en criterios *metodológicos*, que sostienen, por ejemplo, que hay ciencias experimentales y no experimentales, o inductivas y deductivas.

Cuando los supuestos que dan fundamento a una clasificación son cuestionados, la clasificación corre la misma suerte y termina siendo abandonada y reemplazada por otra. Si se cuestiona, por ejemplo, la división irreductible de la realidad en naturaleza o materia y espíritu, será también cuestionada la división de las ciencias basada en ella.

En las últimas décadas se ha impuesto la clasificación que divide a las ciencias en *formales y fácticas*. Se trata de una clasificación útil para los intereses actuales de la epistemología y la metodología y coincidente con más de un criterio sobre el que puede fundarse la clasificación: el método empleado, el tipo de entidades y el tipo de enunciados propios de cada uno de estos dos grupos de ciencias.

La lógica y las matemáticas, con sus distintas ramas como la geometría, el álgebra y la aritmética constituyen las ciencias formales. Las restantes, como la biología, la física, la psicología y la economía son ciencias fácticas, como se presenta en el cuadro siguiente:

Disciplinas.

Física	Psicología
Química	Sociología
Astronomía	Antropología
Biología	Economía
Geología,	Linguística
Meteorología	Pedagogía

CIENCIAS FORMALES	CIENCIAS FACTICAS
Disciplinas: Lógica Matemáticas	Disciplinas: Naturales. Física Química Astronomía Biología Geología Meteorología Sociales: Psicología Sociología Antropología Economía Linguística Pedagogía

3. Las ciencias formales

Las ciencias formales se caracterizan por no ser empíricas, es decir, porque no hacen referencia a ningún dominio específico de la realidad. Cuál es la naturaleza de sus objetos de estudio, es una cuestión que puede responderse de distintas maneras, pero hay en general consenso respecto de su carácter no empírico.

Se señaló ya que los enunciados de las ciencias formales son analíticos, en cualquiera de sus tipos: aquellos cuya verdad o falsedad no depende de su correspondencia con la realidad sino de los componentes internos de los enunciados. De acuerdo con esta caracterización, también se ha dicho que son enunciados necesarios, a diferencia de los enunciados contingentes que corresponden a afirmaciones empíricas. Leibniz caracterizaba a las verdades necesarias como verdades de razón, contraponiéndolas a las verdades de hecho, que pueden no ser. Muchos filósofos contemporáneos, siguiendo a Leibniz, caracterizan la verdad necesaria como aquella que es verdadera en todo mundo posible.

Respecto de la naturaleza de las ciencias formales se han sostenido distintas posturas. Una de ellas afirma que se trata de un conocimiento relativo a entes ideales: mientras las ciencias fácticas proveen de un conocimiento acerca del mundo real, las ciencias formales conocen otro tipo de objetos, que no son ni temporales ni espaciales, y que configuran un dominio de entidades existentes a la manera del *mundo de las ideas* platónico. Según esta posición, los objetos matemáticos

existen y el matemático los descubre.

Otra posición, que puede denominarse constructivista, niega que esas entidades existen en un mundo especial y se las descubre. Se trataría, en cambio, de construcciones que realiza la mente; son el producto de la creación humana y obedecen y ponen de manifiesto las estructuras de nuestra inteligencia. No habría nada que descubrir, sino que producir.

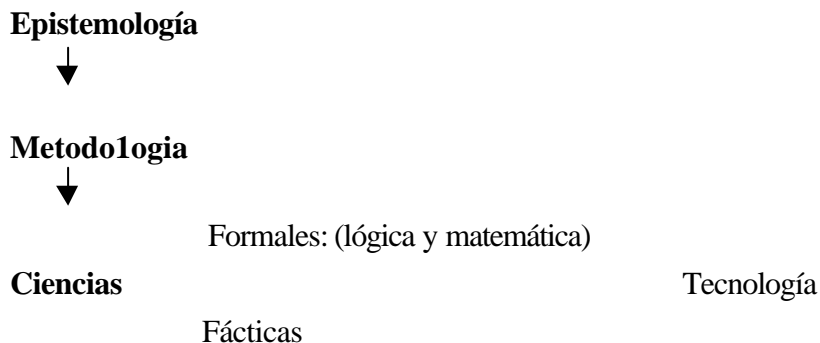
Algunos sostienen el carácter meramente sintáctico de estas ciencias, piensan que son solamente lenguajes formales artificiales, que parten de conjuntos reducidos de signos y fórmulas primitivas y mediante reglas de formación y de transformación generan un sistema complejo de fórmulas derivadas del conjunto de partida.

Por último, una posición minoritaria sostiene el carácter empírico de las entidades matemáticas, las considera abstracciones que parten de la experiencia y van llegando en un proceso ascendente a la afirmación de propiedades y relaciones de suma generalidad. Han sostenido tal posición empiristas como Stuart Mill, que decía que la matemática deriva de la experiencia, y Gonseth, que afirmaba que la lógica era la ciencia de todos los objetos, de cualquier objeto en general.

El método que utilizan la lógica y la matemática para justificar sus enunciados es la deducción. En algunos casos la inferencia se efectúa a partir de hipótesis o premisas, y en otros a partir de axiomas, en cuyo caso la secuencia deductiva se considera que es una demostración⁵.

Una de las características más notables de las ciencias formales es su doble rol. Por un lado funcionan como cualquier disciplina científica, con sus problemas, métodos y temáticas propias, sus conceptos y sus campos de investigación. Pero por otro lado tienen un gran valor instrumental, son herramientas de amplia aplicación en cualquiera de las otras disciplinas científicas y técnicas y también en metodología de la ciencia, como se ilustra en la figura 2.

Figura 2



4. Las ciencias fácticas

Las disciplinas que integran estas ciencias se caracterizan porque recortan como tema de estudio determinado campo de la realidad, delimitan problemas, procesos y propiedades de un dominio y configuran sistemas estructurados de conocimientos relativos a ese dominio. Así, la física, la biología, la química y la economía tienen sus temáticas propias, y recortan determinados fenómenos como sus campos de estudio. Estas problemáticas no son fijas ni rígidas, se modifican a través de la historia, se amplían por un lado, incorporando nuevas áreas de investigación, y suelen también reducirse, cuando determinados problemas pierden vigencia y se subsumen en otros.

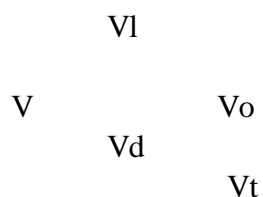
El rasgo principal que diferencia a las ciencias fácticas de las formales es el siguiente: debido a que refieren a aspectos de la realidad tienen que contrastar sus afirmaciones con esa realidad,

deben poner a prueba la verdad o falsedad de sus enunciados.

En cuanto al lenguaje de las ciencias fácticas, sus *enunciados* son fundamentalmente *sintéticos* y corresponden a alguno de los tipos señalados: *enunciados singulares* y *enunciados generales*, que a su vez pueden ser *universales*, *existenciales* o *estadísticos*. Pueden contener, también, enunciados *teóricos categoriales*, no fácticos.

Además de los enunciados sintéticos, las teorías suelen contener algunos enunciados *analíticos*, cumpliendo funciones instrumentales u organizativas. Hay, por ejemplo, definiciones estipulativas, equivalencias formales y terminológicas, además de la enunciación de las reglas y leyes lógicas y matemáticas que se pueden utilizar.

En cuanto a los *términos*, cabe diferenciar, por un lado, el vocabulario lógico con expresiones tales como 'todos', 'ninguno', 'algunos', 'sólo si', "a menos que" y demás conectivas y operadores. Por otro lado está el vocabulario descriptivo, que es específico de cada temática y que contiene la división tradicional de términos observacionales y términos teóricos. Esquemáticamente:



(V es el vocabulario de una ciencia fáctica, Vi el vocabulario lógico. Vd el descriptivo Vo el conjunto de términos observacionales y Vi el vocabulario teórico).

Las unidades de análisis más importantes de las ciencias fácticas son las *teorías*, que configuran sistemas de conocimientos y de creencias que en forma simultánea y sucesiva están presentes en todas las ciencias fácticas.

Las ciencias fácticas han sido divididas en dos grandes grupos: las *naturales* y las *sociales o humanas*. Mucho se ha discutido en torno al tipo de diferenciación que cabe hacer entre ambas ciencias en cuanto a sus objetos y métodos. No es simple establecer criterios que permitan diferenciarlas. Es tal vez más simple delimitarlas por extensión, es decir, enumerándolas a través de criterios generales que permitan una diferenciación clara. Son ciencias naturales la física, la química, la biología, la astronomía la geología y la meteorología. Entre las ciencias sociales están la antropología, la economía, la sociología, la lingüística, la historia, la pedagogía y la psicología.

Muchos filósofos han propuesto otras clasificaciones, generalmente conservando la clase de las ciencias naturales, pero contraponiéndola a otras categorías, como ciencias del espíritu, ciencias de la cultura, ciencias de la conducta, o ciencias hermenéuticas. Cada una de estas alternativas presenta problemas filosóficos, por ejemplo, porqué suponer un concepto tan problemático como el de espíritu, desde el inicio, o porqué suponer que es sólo a través de la conducta que pueden conocerse los fenómenos humanos. También se ha objetado la denominación de "ciencias sociales" por cuanto supondría que todo lo humano es esencialmente social: hay teorías en cada una de las disciplinas ubicadas en este grupo en las que lo social no juega un papel preponderante. En ese sentido parecería ser el rótulo de "humanas" la denominación que más se adecuaría, por su escaso compromiso filosófico. Dada la circulación que ha adquirido la denominación de "sociales", seguiremos utilizando esta denominación, indistintamente con la de "humanas".

En cuanto a las diferencias que presentan ambos tipos de ciencias, muchos han sostenido que las ciencias naturales son experimentales, mientras que las humanas no lo son ni pueden serlo. Pero este no constituye un criterio de diferenciación adecuado. Por un lado, hay ciencias naturales no experimentales, como la astronomía y muchas áreas de la biología. Hay por otro lado muchos campos de las ciencias humanas donde se efectúan experimentos, si bien en menor magnitud que en las naturales, como los experimentos de campo en psicología social y en sociología, o ciertos experimentos de laboratorio en lingüística y en psicología.

Desde el punto de vista metodológico, cabe destacar que los dos tipos de ciencias utilizan teorías y ambos deben contrastar sus afirmaciones con la realidad. Estos puntos en común son lo suficientemente relevantes como para permitir la consideración de estos dos tipos de ciencias unidos bajo la categoría de ciencias fácticas. Algunos interesados en resaltar las diferencias contraponen ciencias humanas con ciencias exactas, cuando en sentido estricto, sólo son exactas las ciencias formales. También se distingue entre ciencias duras y ciencias blandas (las humanas), pero puede argumentarse, como bien dijo alguien, que no hay ciencias duras y blandas, sino modos "duros" y modos "blandos" de hacer ciencia.

Hay puntos en común y zonas de frontera entre ambos tipos de ciencias que favorecería una consideración integrada. Así, por ejemplo, la etología es una disciplina nueva e interesante, que intenta aplicar categorías de la sociología a la conducta animal y además sacar consecuencias de esos estudios para el comportamiento humano como las investigaciones de Konrad Lorenz, que acercan notablemente las ciencias naturales a las sociales. Se han estudiado, por ejemplo, comportamientos sociales tales como el liderazgo y la marginación en mamíferos superiores como lobos o monos.

Por otro lado, es indudable que la investigación en ciencias humanas se ve enfrentada a problemas peculiares, que tienen que ver con la multiplicidad de los factores intervinientes, la presencia de valores y la intencionalidad de las acciones humanas, su carácter histórico, y el doble rol de sujeto y objeto de conocimiento. Estas diferencias han llevado a muchos epistemólogos a defender la división radical entre lo que es propio de las ciencias naturales y lo que es característico de las ciencias humanas.

La llamada tradición comprensivista, que proviene del filósofo Dilthey, sostiene la existencia de marcadas diferencias de objetos y métodos en ambos tipos de disciplinas. Las ciencias del espíritu *comprenden*, las ciencias naturales *explican*; una son *nomotéticas*, las otras *idiográficas*; unas son ciencias de lo singular, de lo idiosincrático y único, las otras buscan regularidades y formulan leyes generales.

El método de la comprensión empática que se proponía en los orígenes del movimiento comprensivista se ha modificado en las versiones contemporáneas a través de la hermenéutica. Ya no es el fenómeno psicológico de la comprensión de los sujetos estudiados, sino la *interpretación* como recurso de clarificación del plano simbólico que está presente en todas las acciones y productos humanos. Pero es perfectamente posible incorporar la hermenéutica, a través de hipótesis interpretativas, sin por eso plantear una bifurcación teórica y metodológica.

Es interesante señalar, por otro lado, que si bien gran parte de los investigadores sociales del siglo pasado y principios de este siglo intentaron imitar a las ciencias naturales, en las últimas décadas, en cambio, se ha registrado un movimiento inverso de "humanización" de las ciencias naturales, motivado tanto por la necesidad de incorporar al sujeto como integrante del fenómeno estudiado como por el abandono del modelo de ciencia causalista y determinista.

5. *El conocimiento técnico y tecnológico*

La *técnica* constituye un ámbito de conocimiento que tiene una finalidad práctica, porque pretende actuar sobre la realidad. Hay técnicas muy variadas y de muy antigua data que recorren las distintas culturas desde tiempos prehistóricos, tales como la alfarería, el curtido de pieles, la preparación de alimentos y la agricultura.

La *tecnología* es un tipo especial de técnica, aquella que adopta la metodología científica y que presupone conocimientos científicos.

El discurso técnico y tecnológico es en parte *normativo* y en parte *prescriptivo*, ya que produce reglas para generar cursos de acción. Las acciones que se prescriben pueden tener tres finalidades, muy conectadas entre sí:

- a) por un lado, se trata de *evitar* o prevenir determinados hechos,
- b) también se busca *modificarlos* y *controlarlos*,
- c) por último se trata de *crear* determinados productos o artefactos.

Por ejemplo, una técnica preventiva sería la que utiliza la agrotecnia para evitar la degradación

de los suelos o en medicina las estrategias para evitar la propagación de una enfermedad o de una epidemia. En cuanto a técnicas de control y modificación, pueden citarse las de dragado de ríos para controlar su cauce, o reglas de política económica para disminuir el desempleo. La ingeniería civil y electrónica ejemplifican las técnicas de producción de artefactos y entidades tales como un edificio, un puente o un televisor.

La importancia de la tecnología en nuestra cultura y en el desarrollo del conocimiento son bien conocidas. El poder que este conocimiento ha generado y la cultura tecnológica que se ha instalado en las últimas décadas es tema de permanente reflexión. Los cambios sociales que la tecnología es capaz de generar son debatidos desde diferentes perspectivas y modelos políticos.

La relación entre ciencia y técnica es estrecha y variada. En algunos casos, la técnica ha tenido su propia historia, como en el caso de la navegación, la agricultura y la producción textil, que tardíamente se conectaron con la ciencia, recibiendo de ella los conocimientos que les permitieron convenirse en tecnologías. En otros casos, fue a partir de los avances científicos que fueron surgiendo campos tecnológicos nuevos, como ciencia aplicada primero y como tecnología después. Cabe señalar que entre ciencia aplicada y tecnología hay sólo una diferencia de grado que tiene que ver con su mayor o menor autonomía y en un continuo de modalidades.

La tecnología hace permanentes aportes a la ciencia, por un lado a través del planteo de nuevos problemas, y por el otro, aportando nuevas herramientas de exploración científica, como los radares, los microscopios, los telescopios y un sinnúmero de sofisticados recursos para ampliar la observación y la experimentación. En algunos casos, los cambios en los instrumentos de observación generaron verdaderas revoluciones científicas. Está el famoso ejemplo del telescopio de Galileo y sus adversarios que se negaban a mirar a través de él. Como dice Galileo en el *Mensajero de los astros*, la observación de montañas en la luna confirmaba la antigua opinión pitagórica de que la luna es como otra tierra y refutaba la división aristotélica de un mundo supralunar, eterno e incorruptible y otro sublunar imperfecto y temporal. En la actualidad, las técnicas estadísticas y la simulación por computadoras son también ejemplos de la gran influencia que la tecnología ejerce sobre la ciencia.

En cuanto a las reglas tecnológicas, comparten con las normativas y jurídicas el carácter de discurso prescriptivo o directivo, pero difieren de aquellas en cuanto a que tienen carácter instrumental. Su forma es la siguiente: "para lograr el fin A, deberá efectuarse el procedimiento B". Son condicionales que conectan medios con fines, cuyo valor es la eficacia, y no la verdad. Son ejemplos de reglas técnicas las oraciones prescriptivas que establecen procedimientos relativos a cómo reparar un reloj o un mueble, y son tecnológicas aquellas que, por ejemplo, indiquen cómo preparar un campo antes de la siembra, cómo recaudar impuestos o cómo resolver un conflicto en un grupo de trabajo.

Se puede a su vez diferenciar distinto grado de generalidad y especificidad en las reglas, y en el caso de las tecnológicas, si bien constituyen saberes instrumentales, al presuponer conocimientos científicos, contienen también saberes proposicionales.

Cabe diferenciar, por otro lado, entre las reglas tecnológicas y las acciones mismas. En algunos contextos, se entiende por técnica y tecnología el conjunto de acciones, la práctica misma, las acciones guiadas por las reglas, y no el cuerpo de conocimientos que guían esas acciones, al que nos referimos en este contexto. Otra confusión frecuente es la de tomar por tecnología a los productos tecnológicos, particularmente los productos físicos o artefactos.

Las disciplinas tecnológicas tienen larga data en algunos casos, como la medicina, la ingeniería, la administración y la contabilidad. En otros casos se han desarrollado ramas nuevas, como la cibernética, la computación y la ingeniería genética. La psicoterapia y la psiquiatría, si bien no son tecnologías nuevas, han recibido cambios notables en las últimas décadas. La navegación espacial es otro de los campos de desarrollo reciente.

Del mismo modo que el conocimiento científico, el conocimiento tecnológico se organiza en disciplinas. Por un lado están las que derivan de una ciencia natural, como la ingeniería espacial, la ingeniería química, la biotecnología y la ingeniería genética. También hay tecnologías asociadas a las ciencias humanas, como la economía política, la psiquiatría, la planificación educativa, la planificación social, el urbanismo, la administración de empresas y otras. Por último, existen disciplinas que presuponen solamente las matemáticas y ninguna ciencia fáctica, como la cibernética

y la ingeniería de sistemas. En el siguiente cuadro se ejemplifican las relaciones de algunas tecnologías con las principales ciencias presupuestas¹⁷.

Tecnología	Ciencias presupuestas
Administración	Sociología, Economía, Psicología, Matemáticas
Agronomía	Física, Química, Biología, Geología, Geografía, Meteorología
Computación	Lógica, Matemáticas, Semiótica
Didáctica	Pedagogía, Psicología,...
Ingeniería (distintas especialidades)	Física, Química, Matemáticas, (de acuerdo con cada rama)
Medicina	Biología, Química,...
Política económica	Economía, Ciencias Políticas, Sociología,...
Psicoterapia	Psicología, Biología, ..

6. El conocimiento filosófico

Puesto que la epistemología es considerada una disciplina filosófica, cabe analizar brevemente qué es lo que caracteriza a la filosofía. Puede decirse que produce un conocimiento de difícil delimitación dado el amplio campo de problemas que abarca y la diversidad de modalidades y criterios que se han desarrollado a través de su historia. Pretende ser un saber general, que fundamenta y evalúa los distintos productos y actividades humanas.

Gran parte de los conocimientos filosóficos son conocimientos de segundo nivel o metateóricos: aquellos que no tratan problemas relativos a un campo determinado de la realidad, sino que se ocupan de problemas acerca del conocimiento. Cuando un epistemólogo analiza la validez de una teoría o la adecuación de los métodos de investigación, está haciendo enunciaciones metateóricas. Todo lo que se refiere a la verdad de una teoría, su fundamentación teórica y empírica, su coherencia, su estructura su poder explicativo y predictivo es siempre metateórico. Conviene que este plano sea siempre reconocido como distinto del plano sobre el cual se reflexiona. para de este modo evitar las paradojas de la autorreferencia, como la famosa paradoja del mentiroso, que ya conocían los antiguos griegos.

Pero ciertas temáticas filosóficas son también teóricas, sólo que de un amplio grado de generalidad y abstracción, como la antropología filosófica, la metafísica y algunos desarrollos de la ética normativa. La primera trata de elucidar qué es el ser humano, y la metafísica, que es una disciplina central dentro de la historia de la filosofía pretende, llegar a un conocimiento general de la realidad en el sentido de "realidad última", dando respuestas a preguntas más allá de las cuales ya no cabe preguntar. a los límites de nuestro conocimiento.

Son muchas las disciplinas que integran la filosofía. La gnoseología se ocupa del conocimiento y sus problemas, la estética de la producción artística y la ética de la caracterización y la fundamentación de la moral. Están también la filosofía del lenguaje, de las religiones, del derecho, de la educación y de la ciencia. Como ya se señaló, a veces se ha identificado la epistemología con la filosofía de la ciencia, pero en sentido estricto, la epistemología sólo toma los problemas relativos al conocimiento, mientras la primera incluye otras cuestiones, como las ontológicas y las éticas.

Del mismo modo que las ciencias, las disciplinas filosóficas han cambiado a lo largo de la historia, fusionándose algunas veces y bifurcándose otras. La axiología, por ejemplo, se constituyó por fusión de los problemas relativos a los valores, integrando la ética y la estética. También la filosofía práctica se configuró como integración de problemas éticos y de filosofía política. La filosofía de la tecnología y la filosofía del género son ejemplos de disciplinas nuevas. En algunos casos, ciertas disciplinas que en el pasado integraban la filosofía fueron convirtiéndose en ciencias.

Tal es el caso de la lógica, que desde sus orígenes, con la obra de Aristóteles, hasta finales del siglo pasado, fue parte de la filosofía, para terminar en la actualidad constituyendo una ciencia formal, muy cercana en métodos y contenidos a la matemática.

Si bien la filosofía pretende configurar sistemas de conocimiento que en tanto tales estén formados por enunciados verdaderos y fundados, su metodología difiere de las de las ciencias. Por un lado, no se requieren procedimientos de contrastación de las afirmaciones con la información empírica, y por otro lado no hay un conjunto unificado de procedimientos que constituyan la metodología filosófica. Entre las metodologías utilizadas se pueden mencionar la deducción, el análisis conceptual, la intuición y la analogía.

Una de las pocas características reconocidas de la filosofía es la de someter a permanente crítica sus supuestos.

Disciplinas filosóficas

Ontología, Metafísica.

Axiología, Ética, Estética, Filosofía Práctica

Gnoseología, Epistemología, Filosofía de la Ciencia,

Filosofía de la tecnología.

Semántica Filosófica, Filosofía del lenguaje, Filosofía de la Lógica

Antropología Filosófica

Filosofía de (del derecho, de las religiones, del género,... etc)

GIANELLA, A. *Introducción a la Epistemología y Metodología de la Ciencia*, Ed. UNLP, La Plata, Cap. I, pp. 60-68.

IV. FORMAS DE INTEGRACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

Los conocimientos se ordenan y configuran en estructuras complejas de muy diversas maneras. Consideraremos las principales.

1. Las teorías

Una de las unidades más importantes de organización del conocimiento científico es el de las teorías, particularmente en las ciencias fácticas. En las ciencias formales también se habla de teorías, pero en un sentido diferente: como cálculo o sistema axiomático. Pueden caracterizarse en las ciencias fácticas, como conjuntos de enunciados de distinto tipo conectados por relaciones de compatibilidad e implicación, que pretenden comprender y explicar un determinado dominio de la realidad. Son ejemplos de teorías la darwiniana, la molecular, la cuántica, la de la relatividad general y el psicoanálisis freudiano.

Siguiendo a Klimovsky, se pueden distinguir tres niveles que estratifican los enunciados de una teoría, como se ilustra en la figura 3. Un primer nivel N_1 está formada por los enunciados empíricos básicos, que son enunciados singulares, relativos a descripciones, datos y observaciones, conectados directamente con la base empírica de las teorías. Se entiende por *base empírica* el conjunto de entidades, fenómenos, propiedades y relaciones de un sector de la realidad a los que hace referencia la teoría. Puede entenderse como formada exclusivamente por componentes empíricos, o pueden reconocerse, como hace Klimovsky, otros tipos, como la *base empírica metodológica* que admite componentes teóricos de teorías presupuestas. Así, por ejemplo, un biólogo puede tomar como datos de la base empírica, entidades, propiedades y relaciones que para la química son teóricas.

Un segundo nivel N_2 , lo constituyen las generalizaciones empíricas, que pueden ser enunciados universales estrictos, enunciados estadísticos o enunciados existenciales. El conjunto de términos de este nivel sigue siendo observacional o preteórico. Por último, en el tercer nivel N_3 están los enunciados teóricos, que intentan dar cuenta en profundidad de lo que se conoce en los niveles anteriores y hacen uso de conceptos teóricos. Algunos de los enunciados son teóricos puros, cuando todos sus términos son teóricos, y otros son mixtos, cuando tienen al menos un término teórico y uno observacional. Estos enunciados mixtos, llamados tradicionalmente *reglas de correspondencia* o *principios puente* tienen la función de conectar las construcciones teóricas con la realidad. Son imprescindibles para asegurar la contrastabilidad y el contenido empírico de las teorías. Para muchos su presencia es condición de cientificidad de una teoría.

Figura 3:

Sus enunciados:

N3	H1: T1.....Tn	}	Explican, predicen, comprenden, sistematizan, llevan a descubrimientos.
Nivel alto	H2: T2....Tc		
	H3: T1..O1..Om		
N2	Hi: O1....Oi	}	Generalizan, correlacionan, subsumen, clasifican.
Nivel medio	Hj: O2....Oc		
N1	Fa, Gb,	}	Describen, analizan, registran, enumeran, atribuyen bajo propiedades y relaciones.
Nivel bajo			



base empírica

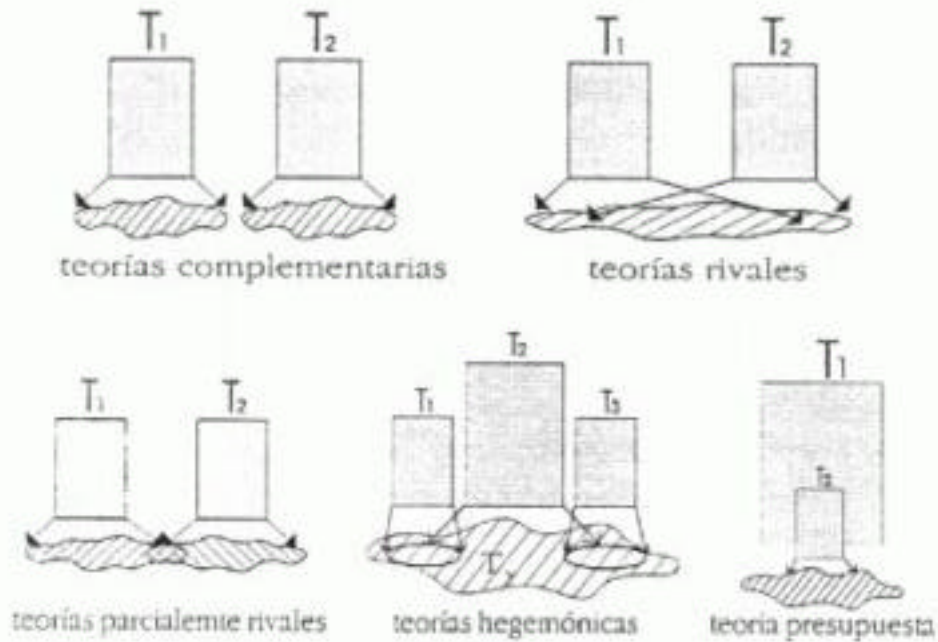
T1, T2,.....Tn son términos teóricos.
O1, O2,.....Om son términos observacionales.

Los enunciados de los niveles alto y medio refieren a variables individuales x, y, z por ser enunciados generales. En cambio los enunciados de nivel bajo refieren a individuos determinados, representados por las constantes individuales a, b, c , a los que se le atribuyen los predicados F, G y H .

Puede ilustrarse la diferencia entre niveles imaginando un ejemplo correspondiente a la astronomía. Si se investigan las explosiones solares, habrá todo un conjunto de datos e informaciones básicas, donde se registrará la localización y la magnitud de distintas explosiones, y se buscará información del pasado (N1). Luego se encontrarán algunas regularidades sobre la información básica disponible, y se formularán leyes acerca de este tipo de fenómenos, algunas de ellas de frecuencias relativa o estadísticas (N). Por último, se buscará explicar estas regularidades y el porqué de estos fenómenos a través de hipótesis teóricas de forma universal como las que postulan fuerzas termonucleares. Se hablará también de átomos, de cargas de energía y de partículas subatómicas (N3).

Las teorías forman parte de las disciplinas pero no las agotan: simultánea o sucesivamente cada disciplina ha tenido varias. En algunos casos hay teorías rivales, que explican los mismos fenómenos, pero de maneras distintas e incompatibles. En otros casos hay teorías compatibles, complementarias, que refieren a distintos fenómenos y procesos empíricos. Puede también darse el caso de teorías parcialmente rivales, teorías hegemónicas que centralizan toda la actividad de una disciplina en un momento determinado, y teorías que presuponen otras, como se ilustra en la figura 4.

Figura 4

Figura 4

(acá va un dibujo de la pág 73 del libro de A. Gianella:
Introducción a la epistemología y a la metodología científica)

Para el caso de teorías rivales, es de fundamental importancia contar con algún criterio para comparar sus méritos y de ser posible identificar cuál es falsa y cuál es verdadera. Si esto no fuera posible, saber al menos cuál es más aceptable. Un recurso ideal, pero que pocas veces se alcanza es el diseño de *experiencias cruciales*. Por ejemplo, si desde una teoría se sostiene que la osteoporosis se origina en la escasa ingesta de calcio, y hay otra que afirma que la enfermedad se origina en la escasa asimilación del calcio por falta de vitamina D, el experimento crucial estará destinado a determinar si es la ausencia o presencia de calcio solamente o si influye también la ausencia o presencia adicional de vitamina D, para determinar cuál de las dos explicaciones es la adecuada. En su forma más

simple, la experiencia crucial tiene la siguiente forma:

T1-----E , T2-----no E

si ocurre E habrá que rechazar T2 y aceptar, al menos provisoriamente, T1.

Además de las condiciones generales del conocimiento científico ya expuestas, hay una serie de requisitos que deben reunir las teorías. Algunos son imprescindibles, mientras que otros son de menor importancia y actúan como condiciones ideales que se pretende alcanzar.

En primer lugar está la *consistencia interna*, que es un requisito central, puesto que una teoría contradictoria carece de todo valor.

Es imprescindible también que tenga *contenido empírico*, condición que se cumple si la teoría permite deducir enunciados cuyos referentes sean propiedades y relaciones claramente identificables en su base empírica. Un requisito que es aproximadamente equivalente es el de *contrastabilidad*, que significa la posibilidad de ser puesto a prueba por la experiencia.

Otro rasgo valorado es la *sistematicidad*, que permite reunir bajo un conjunto reducido de hipótesis generales, datos y regularidades de variado contenido. También los conceptos deberán tener sistematicidad, de modo de conformar sistemas clasificatorios bien estructurados.

Una condición que se suele pedir de una teoría es que contribuya a una mejor *comprensión* de la realidad. Pero es un tanto difícil elucidar qué se espera de este requisito, que no sea identificable con su *poder explicativo*, y por explicar se entiende generalmente, poder dar cuenta de un fenómeno o una regularidad tomando como premisas explicativas las hipótesis o leyes de una teoría.

Junto con el requisito de explicación, se pide que una teoría sea capaz de *predecir*. Así como una teoría construye argumentos para explicar un hecho o una regularidad ya conocidas, se espera que esa misma forma argumentativa permita inferir hechos y regularidades nuevos y desconocidos. Como es obvio, de lograrse esta finalidad la teoría quedará mejor posicionada que si sólo es capaz de explicar lo ya conocido.

Es también muy importante que una teoría tenga poder *heurístico*, que es la capacidad para generar nuevos conocimientos. Sería poco reconocida una teoría que solamente lograra sistematizar los conocimientos ya existentes, pero que no pudiera producir nuevos descubrimientos.

Además de contenido empírico, es necesario que una teoría tenga *apoyo empírico*. Esto significa que en forma mediata o inmediata deberá contar con el aval de los hechos: que haya información favorable que confirme la teoría, o la corrobore. Mientras el contenido empírico establece que debe ser contrastable, el apoyo empírico reclama la efectiva contrastación con resultados favorables. En algunos casos de la historia de la ciencia el apoyo empírico de una teoría vino con algún tiempo de demora respecto de su formulación, de años y hasta de décadas. En esos casos se solía sostener que la teoría era científica, ya que disponía de contenido empírico, pero que estaba a la espera de elementos de juicio fácticos para poder evaluarla. En física teórica es frecuente que se dé esta situación. También la sociología marxista requería del transcurso de largos períodos de tiempo para poner a prueba algunas de sus hipótesis centrales.

Otro requisito importante es la *refutabilidad*. Popper ha sostenido el carácter crucial de esta condición, apoyándose en razones lógicas y metodológicas. Ha considerado también que la refutabilidad constituye un criterio de demarcación entre la ciencia y la pseudociencia, ya que esta última busca siempre salvaguardar sus teorías haciéndolas irrefutables. Toda teoría que se precie deberá ser falsable, y cuanto más falsable, mejor. Cuanto más expuesta a refutación, más contenido empírico tendrá, y de no ser refutada habrá aportado más a nuestro conocimiento de la realidad que otra menos refutable.

El *apoyo teórico* es otra condición importante para una hipótesis o una teoría. Se lo puede caracterizar por la compatibilidad con teorías aceptadas de áreas afines, o por inferirse de ellas. Hempel señala que para que una hipótesis sea aceptada deberá tener apoyo teórico y apoyo empírico. como dos pilares que la sustenten. Algunas hipótesis han tenido uno sólo de estos apoyos y esa situación les acarreo dificultades. El "caso Semmelweis" que describe Hempel ilustra el caso histórico de una investigación médica acerca del origen de una enfermedad, que contaba con apoyo experimental, pero que no estaba en concordancia con las concepciones teóricas de la medicina de la época. En otros casos las teorías cuentan con apoyo teórico debido a que se infieren de teorías más abarcativas, pero no cuentan con apoyo empírico por no habérselas podido contrastar.

Para algunos la *simplicidad* también una virtud de las teorías, pero nadie ha logrado definirla con claridad. Parece ser más un requisito de elegancia formal, que una cuestión sustantiva.

También es deseable la *aplicabilidad* de una teoría. En primer lugar, es muy importante todo lo que contribuya a mejorar las condiciones de la vida humana (y de la vida en general) en sus distintos aspectos. Por otro lado, también es valioso, desde un punto de vista pragmático, que una teoría puede hacer aportes al campo de la tecnología.

En cuanto a las relaciones lógicas de los enunciados de una teoría, son importantes las relaciones que se dan entre los tres niveles. Los enunciados que pertenecen a un mismo nivel deberán tener relaciones de compatibilidad. Por otro lado, los enunciados del nivel medio se infieren del nivel alto, y los del nivel bajo se desprenden del nivel medio. En condiciones óptimas esas relaciones son deductivas, pero en muchos casos se trata de relaciones más débiles que la implicación y deducción de la lógica estándar.

Desde el punto de vista del contexto de descubrimiento, algunos enunciados del nivel medio se obtuvieron por generalización inductiva de enunciados básicos, mientras que en otros casos fueron obtenidos deductivamente del nivel superior. Pero cualquiera sea su origen, a la hora de analizar la estructura de la teoría, esas diferencias no son relevantes. Se ha dado también la circunstancia de que teorías nuevas incorporaran leyes de nivel medio ya conocidas, tal es el caso de las leyes de Galileo, que quedaron integradas en la teoría de Newton.

¿Qué se entiende por ley en las ciencias fácticas? Son aquellas hipótesis que gozan de cierto reconocimiento por sus amplias confirmaciones durante un tiempo prolongado. Del mismo modo que con las hipótesis, se establecen diferencias entre leyes empíricas y leyes teóricas, según contengan o no vocabulario teórico.

Los enunciados teóricos constituyen el núcleo de las teorías científicas, lo que las caracteriza y diferencia, mientras que los niveles inferiores suelen formar un campo de conocimiento común con otras teorías. El problema de legitimar en una teoría la presencia de las hipótesis teóricas, de considerarlas como genuino conocimiento, constituye un problema epistemológico central. Se dice que son siempre conjeturas, ya que es sumamente difícil saber si son verdaderas y por lo tanto si constituyen o no conocimiento. Por otra parte, es la zona más interesante de la ciencia, ya que pretende acceder a un conocimiento profundo de la realidad, que abarque una gran cantidad de experiencias particulares y de generalizaciones empíricas y que provea de leyes e hipótesis que expliquen el porqué y el cómo de los conocimientos contenidos en los niveles inferiores. Hay razones lógicas y gnoseológicas que dificultan la evaluación. Se ha dicho, por ejemplo, que no es posible verificar teorías, en el sentido de probar su verdad, pero se podría en cambio refutarlas, entendiendo por refutación la prueba de la falsedad. El carácter universal de las hipótesis centrales de una teoría impide una demostración de su verdad, pero esa misma universalidad está expuesta permanentemente a refutación, ya que un sólo caso en contrario de una afirmación universal es prueba suficiente respecto de su falsedad. Pero la compleja estructura de las teorías hace también compleja su refutación.

Los epistemólogos que pertenecen a la corriente estructuralista como Stegmüller y

Sneed han defendido una interpretación no enunciativa de las teorías. Las consideran estructuras formales que pueden recibir aplicaciones y formulaciones diferentes, pero ninguna de esas formulaciones agotaría el contenido de la teoría.

GIANELLA, Alicia (1988), *Introducción a la Epistemología y Metodología de la Ciencia*, Ed. UNLP, La Plata, 1995, Cap.II, pp.84-88.

Observación y experimentación

Entre los métodos de nivel intermedio, más específicos que los anteriores, se puede reconocer a la *observación* y la *experimentación* como modos de exploración y de contrastación de teorías e hipótesis.

La *observación* puede ser *espontánea* o natural, donde se toma conocimiento de algún fenómeno que resulta relevante para la investigación, como en el caso de un antropólogo que observa una ceremonia ritual en una tribu y la registra a través de una descripción narrativa.

También puede ser una observación *sistemática*, que es una actividad programada en la que se estipula con claridad qué se va a observar y de qué manera: qué propiedades y relaciones van a ser tenidas en consideración. Consiste en un registro cuidadoso de información empírica referida a las propiedades y procesos que se desea investigar. Se la utiliza tanto como procedimiento exploratorio, para el descubrimiento de regularidades y la formulación de hipótesis, como también para la evaluación o justificación empírica de una hipótesis o teoría. Es importante el modo en que se documentan estas observaciones. Suelen volcarse en *protocolos*, que son planillas especialmente diseñadas para almacenar este tipo de información.

La *experimentación* es un procedimiento que parte de la identificación de ciertas propiedades o factores que se supone que tienen alguna relación de dependencia, sea ésta de tipo causal o de tipo funcional y se intenta evaluar cómo incide la variación de algunos de esos factores sobre los otros. Cuando esas propiedades se individualizan y definen con claridad pasan a ser considerados *variables*.

A la variable que se supone que es factor determinante en el fenómeno que se investiga se la llama *variable independiente* y es *dependiente* la variable que queda determinada por los otros factores. Hay que incluir también otras propiedades, a veces consideradas como *variables intervinientes*, ya que difícilmente se pueda analizar la producción de un cierto tipo de fenómeno tomando en consideración a un único factor que actúa sobre otro. Hay casi siempre una multiplicidad de factores que interactúan. Supongamos el caso de una investigación que desea averiguar la acción de la humedad del suelo en el crecimiento de una determinada especie vegetal. Sin duda habrá que considerar otros factores que intervienen en el crecimiento de la planta, tales como el clima y la composición química del suelo.

En el método experimental es fundamental ejercer *control* sobre las variables, poder variar y registrar adecuadamente sus valores. El control de las variables intervinientes puede efectuarse de distintas maneras: se las puede mantener constantes, como podría ser, en el ejemplo anterior, estudiar suelos de la misma composición química y clima, b) otra posibilidad es variarlas al azar, que en el ejemplo anterior sería tomar distintos suelos y climas aleatoriamente y c) se pueden efectuar variaciones sistemáticas: aumentar y disminuir, conjunta y sistemáticamente con la variable independiente a los distintos factores intervinientes.

La experimentación tiene distintos tipos, como la experimentación de laboratorio, la de campo y la llamada experimentación *ex post facto*.

La experimentación de laboratorio es la modalidad que permite un mayor control de las distintas variables, creando artificialmente las situaciones y casos que van a ser analizados. El caso paradigmático es el del control de una única variable que actúa sobre otra, y el resto de los factores se mantienen constantes. Esta modalidad tiene algunos inconvenientes. Por un lado, resulta difícil crear esas condiciones artificialmente, y por otro lado, el alejamiento de la realidad que suelen presentar estas condiciones hace cuestionable su posterior extensión a las condiciones reales. En algunos contextos, como el de las ciencias sociales, estos son inconvenientes serios.

Una modalidad muy importante que permite considerar simultáneamente varias propiedades es la experimentación factorial, que da lugar a los diseños factoriales de investigación. Tienen la ventaja de que permiten conocer hasta qué punto la variación sistemática de un factor depende o no de la manera en que varían los restantes, en forma individual o combinada.

Se puede recurrir en muchos casos a los experimentos *de campo*, más cercanos las condiciones reales que otro tipo de experimentos. Ellos toman un sector de la realidad en que se presenta el fenómeno a estudiar en pequeña escala, y operan variaciones en alguno de los factores. Así por ejemplo, se suele emplear esta modalidad en los estudios de psicología social acerca de los comportamientos de las personas en grupos, variando algunos de las condiciones que inciden en las actitudes de los individuos, pero dejando libradas las otras condiciones a su presentación espontánea.

Los llamados experimentos *ex post facto* son aquellos en que no se manipulan a voluntad las variables, debido a impedimentos que a veces son de índole ética y otras veces de tipo técnico. Así, por ejemplo, manipular las condiciones psicológicas que llevan a la depresión o al suicidio conlleva riesgos a las personas involucradas que obviamente son objetables desde un punto de vista ético. Sin embargo, pueden estudiarse los factores intervinientes mediante el análisis de los datos disponibles a partir de un relevamiento estadístico y con materiales de tipo histórico. En astronomía, por ejemplo, se estudian las radiaciones emitidas durante los eclipses cuando estos se producen, ya que por razones técnicas no se los puede manipular a voluntad. También en economía, fenómenos como la hiperinflación se estudian a partir de sus casos históricos, ya que las variables que intervienen no pueden manipularse a voluntad, tanto por razones técnicas como por razones éticas.

Hay otro modo de considerar las variables, que establece diferencias entre variables cualitativas y cuantitativas. Las primeras responden a criterios clasificatorios, tales como sexo o estado civil, las segundas permiten alguna correspondencia de orden numérico, como en el caso de la edad, temperatura y velocidad. Pueden dividirse a su vez en variables ordinales, y variables métricas, sujetas a escalas de medición.

En la versión más simplificada del método inductivo experimental, están las tablas de presencia, ausencia y grado, ideadas por Francis Bacon, y luego ampliadas por John Stuart Mill. La siguiente es una versión esquemática de esas tablas:

Sean *a*, *b*, *c* y *d* casos de una clase **A**, y sea *f* un cierto tipo de fenómeno.

Tabla de presencia:

a tiene las propiedades G, H, I y **J**, y se produce el fenómeno *f*.

b tiene las propiedades G, I, K y **J** y se produce el fenómeno *f*.

c tiene las propiedades L, H, **J** y K y se produce el fenómeno *f*.

d tiene las propiedades L, H, **J** y K y se produce el fenómeno *f*.

Si un x de un A tiene \mathbf{J} , se produce el fenómeno f .

Tabla de ausencia:

a tiene las propiedades G, H, I y \mathbf{J} , y se produce el fenómeno f .

b tiene las propiedades G, H, I , no tiene \mathbf{J} , y no se produce f .

c tiene las propiedades G , no tiene H , no tiene I , tiene \mathbf{J} , y se produce el fenómeno f .

d tiene las propiedades H e I , no tiene G , no tiene \mathbf{J} , y no se produce f .

Si un x de un A tiene \mathbf{J} , se produce el fenómeno f , si no tiene \mathbf{J} no se produce f .

Tabla de grados:

a, b, c y d tienen las propiedades G, H, I y \mathbf{J} y se produce el fenómeno f .

En a, b, c , y d si aumenta o disminuye \mathbf{J} , aumenta o disminuye el fenómeno f , estén o no las propiedades G, H e I .

Los x de A que tienen más o menos \mathbf{J} , tienen más o menos f .