

FILOSOFÍA DE LA CIENCIA



1. LA CIENCIA

El concepto popular de “ciencia” reduce la ciencia a las denominadas “ciencias empíricas”. A lo largo del presente texto no asumiremos este concepto popular de “ciencia”, sino que consideramos que “ciencia” es toda aquella disciplina del conocimiento, que se rige por una metodología conocida y que se somete a alguna forma de contrastación.

En consecuencia, cuando aludamos a “ciencia”, salvo que indiquemos lo contrario, no haremos sólo referencia a las ciencias empíricas, sino que mantendremos un concepto amplio de ciencia.

1.1. La ciencia y la pseudociencia

La importancia de la ciencia en nuestra sociedad es evidente, aunque cada vez se nubla más por dos motivos; el primero es porque lo que se llama ciencia realmente es tecnología (más adelante consideramos la diferencia entre ambas); y el segundo viene dado por la vuelta a principios irracionales que se consideraban superados hace tiempo pero que, poco a poco, vuelven a resurgir.

La sociedad que conocemos actualmente no es comprensible ni explicable si prescindimos de la ciencia. Nuestra sociedad es heredera y deudora de la revolución científica iniciada en el siglo XVI y de los continuos hallazgos e investigaciones desde toda la historia del pensamiento.

La ciencia es una de las actividades humanas más serias y necesarias. La mayoría de las cosas, producidas por los seres humanos, de las que nos admiramos y sentimos orgullosos no serían posibles si numerosas personas no se hubieran entregado plenamente a investigaciones, que en sus inicios fueron juzgadas como delirios intelectuales, y que han posibilitado que la Humanidad dé paso significativos.

Gracias al trabajo desinteresado y anónimo de miles de investigadores y a los frutos de sus conocimientos, la ciencia ha adquirido un bien merecido prestigio. El problema surge cuando grupos o personas concretas intentan apropiarse del prestigio de la ciencia pero sin recorrer el arduo camino de ésta. Aparecen “disciplinas” que no son ciencia, sino pseudociencias, es decir, apariencia de ciencia.

En muchos casos las diferencias entre ciencia y pseudociencia son borrosas, pero haciendo un esfuerzo de síntesis podemos decir que una disciplina es pseudociencia, es decir, ciencia sólo en apariencia, cuando sus métodos de investigación no son públicos o cuando no admite ninguna comprobación de sus resultados. La pseudociencia, además de lo dicho anteriormente, se basa en todo tipo de falacias, que son afirmaciones que en apariencia son verdaderas, pero que realmente contienen argumentaciones falsas, y sólo procuran el engaño de quién escucha las falacias.

La pseudociencia se basa en todo tipo de falacias. Dos son los tipos favoritos: las falacias formales en el argumento condicional y la falacia denominada "argumento de autoridad", autoridad de seres evanescentes o inaccesibles.

1.2. La libertad y la vinculación moral a la verdad como presupuesto para la existencia de ciencia

La ciencia tiene que seguir de una forma correcta una determinada metodología que engloba un conjunto de pasos complejos. Pero además de la metodología, la ciencia requiere dos presupuestos, uno de carácter social y otro de carácter individual.

El presupuesto de carácter social es la libertad. Para que se dé la ciencia, ésta debe poder desarrollarse en libertad. Sólo en una sociedad libre, la ciencia puede desarrollarse conforme a sí misma. Es contrario a la evidencia histórica afirmar que cuando no ha habido libertad, en una determinada sociedad, no haya habido ningún progreso científico, pero es igualmente evidente que los progresos que se han dado siempre han sido mediatizados por los intereses de aquellos que controlan el poder, además de prohibir determinadas investigaciones, así como eludir o eliminar los resultados que fueran contradictorios con su ideología, cuando no se han tergiversado deliberadamente.

El segundo presupuesto es la vinculación moral o ética a la verdad. Si la ciencia no busca la verdad, en cualquiera de sus múltiples facetas, no es ciencia. Todo conocimiento tiene alguna brizna de interés extracientífico, pero ello no quiere decir que se deban admitir cualquier proposición. En la ciencia sólo se admite lo que, al menos, tiene "fumus veritatis", es decir, un principio de verdad o de veracidad, pendiente de su ulterior comprobación.

1.3. La necesidad del conocimiento filosófico sobre la ciencia

La filosofía y la ciencia, en sus inicios, fueron una misma cosa, y quizá realmente no sean cosa diferente. La filosofía siempre ha investigado qué tipo de conocimiento nos lleva de una forma más segura a la verdad, desechando las formas que eran menos seguro o que desviaban a los seres humanos de la verdad.

PLATÓN en su célebre obra, La República, distinguió cuatro formas de conocimiento, dos de ellas que no conducían a la verdad, y otras de dos que llevaban a la verdad, aunque a puntos diferentes. Estas cuatro formas eran las siguientes:

- a) Creencia: se considera que algo es verdadero por el simple hecho de que siempre se ha considerado verdadero, de que no se conoce otra posibilidad o que nace del miedo a las consecuencias de mantener lo contrario.
- b) Opinión: ésta busca basarse en algunos argumentos, que en principios consideran racionales. Pero estos argumentos no son definitivos y no consigue distinguir lo que es verdadero de lo que no lo es, por lo que su fuerza no recaerá en la verdad y en la racionalidad, sino en lo convincente que resulten los argumentos.
- c) Conocimiento de los conceptos abstractos: para acceder a los conocimientos abstractos es necesario el uso de la razón. Los conceptos abstractos engloban a muchas cosas particulares, y no deben contener ninguna contradicción.
- d) Conocimiento de los conceptos supremos: no todos los conceptos son iguales. Hay determinados conceptos que regulan y gobiernan a toda la realidad. El conocimiento de estos conceptos es el más difícil y por ello necesita de un mayor trabajo.

La naturaleza del conocimiento filosófico y científico siempre ha sido objeto, como ya hemos indicado, de la reflexión de los pensadores. Lo que ha sucedido es que durante determinadas épocas esta reflexión se ha intensificado, como lo ha sido la primera mitad del siglo XX. Para darle un nombre a esta actividad filosófica se ha recurridos a diferentes denominaciones, que también recogen algunas diferencias entre ellas, por lo que sucintamente las describiremos.

2. LA CIENCIA EN LA HISTORIA

La ciencia no siempre ha sido tal y como la conocemos ahora. La ciencia, como cualquier actividad humana, tiene una historia, como la tienen los seres humanos. Lo que la ciencia es depende de lo que ha sido, porque en su historia se han ido demarcando las líneas fundamentales de lo que ahora consideramos ciencia.

Ello no debe llevarnos a confusión. No podemos considerar que tengamos la versión definitiva de lo que es la ciencia, pues ésta es dinámica y en continuo crecimiento y expansión. La historia de la ciencia es una historia abierta.

2.1. Las primeras investigaciones científicas

Antes del nacimiento de la filosofía occidental en Grecia, los seres humanos ya procuraban explicar el mundo que les rodeaba. En un principio recurrieron a narraciones míticas en las que seres divinos o sobrehumanos eran los artífices de la realidad y sus sentimientos y acciones provocaban los diferentes cambios que todos podían observar.

La inquietud por el futuro hizo que los seres humanos se fijasen en el cielo por primera vez. Buscaban encontrar el futuro escrito en el cielo y este interés, nada científico, hizo que los hombres empezaran a conocer los astros y el comportamiento de éstos. Sólo faltaba el paso, dado por el pensamiento griego, de explicar la realidad valiéndose de la razón humana para que la Humanidad se adentrara en el conocimiento científico.

2.2. La ciencia griega

Desde sus orígenes, la filosofía griega intentó diferenciar entre diversos tipos de conocimiento, en aquellos primeros tiempos eran el conocimiento mítico, el vulgar y el racional. Para los primeros griegos no existía la división entre las disciplinas del conocimiento que nosotros hemos realizado, sino que para ellos todo conocimiento que se rigiese a partir de la razón estaba comprendido bajo la denominación ἐπιστήμη (epistémē ó ciencia). De todas formas los primeros pensadores y científicos de Grecia no se desprendieron de la totalidad de presupuestos de carácter mítico y religioso, que todavía continúan.

Los griegos consideran que ciencia es aquel tipo de conocimiento que sea racional, entendiendo por racional todo el que no se funda en

conocimientos míticos o sociales, y que se deducen consecuencia a partir de principios bien establecidos. Ese conocimiento racional debe ser coherente, es decir, no debe tener contradicciones internas (afirmar y negar a la vez una misma cosa), lo que indica que la noción de verdad a partir de la cual operan es la de verdad formal. La ciencia antigua partía de la observación de los hechos naturales y buscaba realizar formulaciones teóricas, que serán válidas si son generales, abstractas e invariables. El objetivo fundamental de la ciencia de los griegos era la búsqueda de las razones primeras, de los principios supremos de la realidad.

2.3. La ciencia medieval

Esta noción o filosofía de la ciencia se mantuvo desde el siglo VI a.C. hasta el siglo XVI d.C. Pero veintidós siglos no pasan en vano y hubo algunas modificaciones dentro de la noción de ciencia antes de que fuese transformada por el nacimiento de la ciencia moderna. Las primeras razones o principios se redujeron a conceptos metafísicos que condicionaban los restantes conocimientos, perdiendo importancia las matemáticas, además de la introducción de la noción de verdad como adecuación.

La ciencia se encontraba muy limitada por conceptos metafísicos, religiosos y la verdad como coherencia. Posiblemente los dos elementos más característicos de este momento sean el principio de autoridad y la idea de sistema.

- El principio de autoridad consiste argüir como válido y correcto el pensamiento de un autor o una fuente de conocimiento que por una serie de circunstancias se consideran que han dicho la verdad. Por lo general no se cuestionaban a las autoridades del conocimiento. En la Edad Media la primera autoridad la constituían los textos sagrados, los primeros pensadores religiosos y los pensadores más prestigiosos.
- La idea de sistema procede de la verdad como coherencia. Se intentaba construir una ciencia perfectamente armónica y relacionada en todas sus disciplinas, llegando desde los principios más generales a los principios más concretos. Si Dios es el creador de toda la realidad, ésta debe estar racionalmente organizada, pues procede directamente de la plena racionalidad, que es el intelecto divino.

2.4. La revolución científica. La física newtoniana

Como ya hemos indicado en el siglo XVI comienza una revolución científica: nace la ciencia moderna. La ciencia moderna se cimenta en dos ideas fundamentales: en la convicción de la estructura matemática del mundo y en la sustitución de la observación por la experimentación.

La ciencia moderna, como hemos dicho, toma a las matemáticas como fundamento. GALILEO GALILEI afirmó que el libro de naturaleza está escrito en el lenguaje de las matemáticas, con lo que quería expresar que conocer las cosas y la realidad no es más que conocer la formulación matemática de éstas. De esta forma las matemáticas pasan de ser un medio auxiliar en el conocimiento al fin del conocimiento, porque ser capaces de formular la estructura matemática de la realidad es tanto como dar a conocer la realidad misma.

Como dijimos la ciencia antigua se fundaba en la observación de la naturaleza y la moderna en la experimentación. ¿Qué diferencia existe? En la observación hay que esperar a que el acontecimiento sometido a observación se produzca en la naturaleza, mientras que en la experimentación se procede a crear un ámbito de realidad propio para un acontecimiento que se ocasiona, sólo produciéndose después la observación.

Por ello la experimentación parte de un presupuesto fundamental que es la equivalencia entre la realidad creada para el experimento y la realidad que se da espontáneamente en la naturaleza. Esta equivalencia se basa en el estudio matemático del fenómeno que se ha producido en el experimento, de forma que es aplicable universalmente porque las matemáticas son universales e invariables, desde este punto de vista.

La noción de verdad no cambia sustancialmente respecto de la ciencia antigua de la última etapa, pues mantiene la verdad como coherencia de los sistemas matemáticos en los que se funda la ciencia moderna, así como también introduce con mayor fuerza la verdad como adecuación, pues todas las teorías deben encontrar su correlato en la realidad, especialmente en la realidad experimental.

En sus primeros momentos la ciencia moderna se encontró enfrentada a la ciencia tradicional de procedencia griega y elaboración escolástica. El primer foco de enfrentamiento fue la posición de la tierra en el cosmos: el debate en torno al geocentrismo o al heliocentrismo.

La obra cumbre del nacimiento de la ciencia moderna es *Principia mathematica philosophiae naturalis*, (*Los principios matemáticos de la Filosofía Natural*), de ISAAC NEWTON (1643-1727)). En esta obra se tratan los asuntos clásicos de la filosofía de la naturaleza pero desde la perspectiva de la ciencia moderna, es decir desde su formulación matemática después de una fase experimental.

La ciencia moderna, como todos conocemos, triunfó en la estructura que sus padres la idearon. Ciertamente los grandes autores de la primera ciencia moderna no sólo eran movidos por un afán científico, sino que en ellos también encontramos motivaciones estéticas y religiosas, pues consideraban que la demostración matemática y empírica de la nueva ciencia y la exactitud de éstas ponían de manifiesto la grandeza de la creación realizada por Dios.

2.5. La ruptura del paradigma newtoniano. La ruptura de la física contemporánea

Hasta finales del siglo XIX la física moderna, fundada por Newton, fue el modelo de ciencia. La física fue la disciplina científica que más desarrollo tuvo desde la revolución del siglo XVI y se consideró que los principios fundamentales estaban establecidos definitivamente.

MAXWELL, en sus estudios sobre termodinámica, y LORENTZ en sus investigaciones sobre la electricidad, apuntaron determinados puntos débiles de la física newtoniana, pero no consiguieron desarrollar una teoría alternativa lo suficientemente adecuada para sustituir a la física vigente.

A principios del siglo XX surgió esa nueva teoría, pero rápidamente apareció una nueva teoría. El producto fue la ruptura de la física en dos partes, hasta ahora irreconciliables.

ALBERT EINSTEIN (1879-1955) es quizás uno de los mayores genios científicos de la Humanidad. Este físico alemán se dedicó únicamente a la física teórica, dejando a otros los experimentos y las observaciones que deberían corroborar sus elaboraciones teóricas. Sus fuentes de inspiración eran tanto las investigaciones de físicos anteriores y como los tratados filosóficos de HUME y SPINOZA. El éxito de la teoría de la relatividad estribaba en explicar correctamente, sin recursos "ad hoc", fenómenos que la física clásica o newtoniana no podía explicar sin teoría "ad hoc".

EINSTEIN era un científico determinista y como tal se mantuvo toda su vida. La física o mecánica relativista produjo un cambio no pretendido dentro de la concepción de ciencia, puesto que se inició dentro del paradigma newtoniano más estricto. EINSTEIN cuestionó finalmente los fundamentos de la física newtoniana (espacio relativo y tiempo relativo; geometría curva y cuatridimensional) y produjo una revolución en la ciencia ya que, en poco tiempo, cayeron los presupuestos fundamentales sobre los que la ciencia se había edificado.

La mecánica cuántica, descubierta por el físico alemán WERNER HEISENBERG (1901-1976) y el danés NIELS BOHR (1885-1962) poco después de que la mecánica relativista apareciese tocaba el último fundamento de la física clásica o newtoniana que pervivían en la mecánica relativista: el determinismo. El "principio de incertidumbre", corroborado empíricamente en numerosas ocasiones, sostiene que no es posible tener un conocimiento perfecto de determinados objetos físicos, que la propia observación interfiere en el objeto observado, así como a la formulación estadística y no universal de las leyes físicas. La aceptación de la mecánica cuántica se fundó en la incapacidad tanto de la mecánica clásica como de la relativista en explicar los fenómenos físicos en ámbitos subatómicos.

La mecánica clásica pretendía cubrir todas las esferas de la realidad y durante varios siglos así lo hizo. El problema surgió cuando ésta fue incapaz de explicar fenómenos físicos sin recurrir a teoría "ad hoc". De tener una sola física, fundada en el paradigma newtoniano, se pasó a utilizar como válidas tres mecánicas diferentes, la clásica, la relativista y la cuántica.

Teoría Física	Ámbito de validez
Mecánica Clásica	Realidad supra-atómica y realidad subastronómica
Mecánica Relativista	Realidad astronómica
Mecánica Cuántica	Realidad subatómica

2.6. Un ejemplo de evolución científica no física: la ciencia médica

La evolución del concepto de ciencia es parejo a la evolución de la física y de la astronomía, tal y como hemos visto anteriormente. Pero la física y la astronomía no son las únicas ciencias y encontramos ciencias no físicas que sí han evolucionado, para ello nos fijaremos en la Medicina.

La Medicina, en la Antigüedad y en la Edad Media, eran fisiología y anatomía, pues estaban absolutamente limitadas por la prohibición supersticiosa de realizar aperturas en los cuerpos de los seres humanos. El conocimiento del cuerpo humano avanzó y con éste la Medicina, pero el cambio fundamental estribó en considerar que la principal misión de la Medicina era la patología, el conocimiento de enfermedades y la creación de vías de curación, así como el cambio del concepto de enfermedad, de pensar en el cuerpo enfermo a descubrir que lo que estaba enfermo es el órgano.

El verdadero lanzamiento de la Medicina ha sido en este siglo cuando se ha convertido en una ciencia interdisciplinar, esto es, ha tomado para su campo de estudio los conocimientos de todas las ciencias que pudiesen aportar algo de utilidad.

3. GRANDES FORMAS DE CONOCER

3.1. Inducción y Deducción

Tanto la inducción como la deducción han estado presentes en la historia del conocimiento humano, y siempre ha existido una amplia polémica sobre cuál de estas dos formas de era la más adecuada para alcanzar un conocimiento verdadero.

3.1.1. Inducción

La inducción parte del conocimiento de hechos, cosas o circunstancias en la realidad (en sentido general hablaremos de "hechos"). Si estos hechos nos proporcionan un comportamiento igual o tienen una misma estructura podemos inferir, es decir, podemos generalizar, que todos los hechos del mismo tipo de comportarán de la misma forma o tendrán la misma estructura.

Para realizar la inducción se supone que todo lo que pertenece a un mismo tipo es igual en estructura y comportamiento. A este supuesto se le denomina el principio de uniformidad de la naturaleza. Una vez que hemos constatado esa regularidad elaboramos una ley general válida para todos los casos que entren dentro de ese tipo.

Pongamos un ejemplo. Si observamos un conjunto de cisnes comprobamos que su plumaje es blanco, si ampliamos nuestra observación a más cisnes seguiremos comprobando que son blancos, de forma que

podemos inferir que la afirmación “los cisnes tienen un plumaje blanco” es una ley general verdadera para todo ser que sea un cisne.

El principio de uniformidad de la naturaleza plantea un grave problema lógico, ya que cae en la falacia llamada “círculo vicioso”, porque supone que todo hecho de un mismo tipo se comporta o es igual que otro de ese tipo, para concluir lo mismo que supone.

3.1.2. Deducción

La deducción es una forma de conocimiento tan antigua como la inducción, aunque sigue el camino inverso. La deducción parte de una serie de enunciados que son evidentes¹ por sí mismos (axiomas) y de la utilización de una serie de reglas para relacionar los enunciados; fruto de la combinación de los axiomas con las reglas de relación aparecen nuevos enunciados, a los que se les denomina “teoremas”. De esta forma podemos adquirir un conocimiento a partir de unos enunciados evidentes y de las reglas de relación. La primera gran obra que utilizó este método fue *Los elementos*, del matemático griego EUCLIDES (circa 450- circa 380 a.C.).

Pongamos un ejemplo sencillo de deducción:

Axiomas:

Ax₁: Hay seres materiales

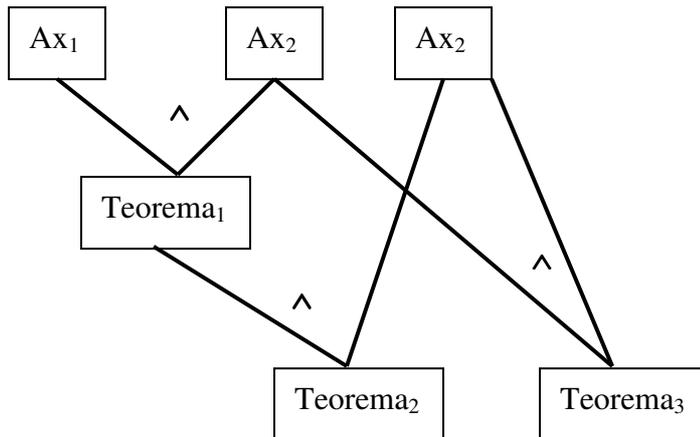
Ax₂: Hay seres de color amarillo

Ax₃: Hay seres que tienen la capacidad de volar

Reglas de relación:

Únicamente consideraremos relevante para esta deducción la regla de la conjunción, es decir, que se puede unir cualquier enunciado a otro por medio de la conjunción “y”, que se expresa lógicamente por medio del símbolo “ \wedge ”.

¹ Se considera que un conocimiento es evidente cuando el hecho de enunciarlo vale para aceptarlo como verdadero, sin necesidad de ninguna demostración. Un ejemplo de enunciado evidente sería el siguiente: “dos puntos diferentes en el espacio se encuentran unidos por una línea”.



- Teorema₁: Hay seres materiales y de color amarillo
- Teorema₂: Hay seres materiales, de color amarillo y que tienen la capacidad de volar
- Teorema₃: Hay seres de color amarillo y que tienen la capacidad de volar, pero no son materiales

La deducción considera que estos tres teoremas son correctos desde el punto de vista formal, ya que maneja el concepto de verdad como coherencia. Si contrastamos los teoremas con nuestra experiencia sí podemos encontrar seres que corresponden con los dos primeros teoremas, pero no encontramos ningún ser no material que sea amarillo y tenga la cualidad de volar. La deducción tiene una gran fuerza para encontrar nuevos enunciados, pero la validez lógica del proceso no garantiza necesariamente que tenga una correspondencia en la realidad material.

3.1.3. Conclusión al debate entre inducción y deducción

Ninguna de estas dos grandes formas de conocimiento humano es suficiente por sí misma para encontrar un conocimiento verdadero. Pero ambas han colaborado y colaboran en el trabajo científico, aportando notables descubrimientos. En la actualidad la metodología científica trabaja con una forma de conocimiento que combina tanto la deducción como la inducción: el método hipotético-deductivo.

3.2. Objetivismo, subjetivismo, intersubjetivismo y relativismo

El conocimiento humano puede considerarse desde varias perspectivas diferentes. Pasemos a analizarlas.

3.2.1. Objetivismo

El objetivismo considera que hay una realidad externa (el objeto) al ser humano que conoce (el sujeto). Objeto y sujeto son dos realidades absolutamente diferentes, independientes la una de la otra. El sujeto como al objeto como es, sin influir en nada sobre lo que conoce. El objetivismo, en consecuencia, considerará que todo conocimiento realizado correctamente es igual en todo tiempo, en todo lugar y para toda persona.

3.2.2. Subjetivismo

El subjetivismo mantiene que la realidad no existe con independencia del ser humano que la conoce. Es el ser humano que conoce el que hace la realidad, por lo que cada acto de conocimiento será único e irreproducible. Conocer es constituir la realidad, y por ello el conocimiento sólo tiene validez para el sujeto que lo ha producido.

3.2.3. Intersubjetivismo

Para IMMANUEL KANT (1724-1804) la universalidad del conocimiento humano no dependía de nuestro acceso pleno a los objetos, sino a la posesión de determinadas estructuras cognitivas comunes a todos los seres humanos y que eran anteriores a toda experiencia exterior.

El filósofo alemán EDMUND HUSSERL (1859-1938) radicalizó las posturas de KANT. Introdujo la noción de "intersubjetividad" para salvar las dificultades que tanto el objetivismo como el subjetivismo planteaba.

El conocimiento es una acción subjetiva, individual de cada ser humano, pero esa acción subjetiva no queda aislada de las demás porque se pueden aislar, dentro de cada fenómeno, aquello que no pertenece a la experiencia, aquello que tenemos antes de conocer la realidad externa a nosotros mismos.

3.2.4. El problema del relativismo

Las diversas culturas han considerado que sus posiciones fundamentales sobre la realidad son las verdaderas. La cultura occidental, desde el Renacimiento, se ha considerado no sólo como la verdadera, sino como naturalmente superior a las demás, las cuáles no eran más que realizaciones imperfectas de la cultura occidental, y por tanto falsas.

Afortunadamente ha habido, en las últimas décadas, un cambio de mentalidad acerca de la relación entre las diferentes culturas. Pero estas posturas se han radicalizado hasta el punto de afirmar que los conocimientos de cada cultura son solamente válidos y verdaderos en esa cultura y que no pueden ser criticados desde otra cultura. En consecuencia, la ciencia occidental sólo sería válida para la cultura occidental. Esta postura, junto a otras posiciones teóricas, ha sido defendida por el pensador austriaco PAUL K. FEYERABEND (1924-1994)

El relativismo ha presentado el problema de reducción y cierra de las culturas en todas las ciencias, pero especialmente en las que se dedican a buscar normas para el comportamiento humano, como la ciencia ética.

3.2.5. Valoración del objetivismo y el subjetivismo. Realismo crítico

La obra de KARL POPPER (1902-1994) *La lógica de la investigación científica*, publicada en 1934, supuso un camino para la resolución de la problemática planteada entre subjetivismo y objetivismo. A este camino se le ha denominado "realismo crítico".

Popper sostiene que los seres humanos podemos alcanzar descripciones de la realidad que no son arbitrarias y puramente subjetivas, sino que residen en la realidad, pero también considera que nuestros enunciados sobre la realidad no son más que interpretaciones de la realidad, nunca logramos aprehender la realidad en sí misma dentro de los enunciados. Todas las teorías aspiran a describir la realidad con perfección, y algunas de ellas logran éxito en la descripción, pero ello no quiere decir que hayan alcanzado su objetivo, sino sólo indica que provisionalmente son la mejor interpretación de la realidad de la que disponemos.

3.3. Lo descriptivo y lo normativo

Especialmente en el ámbito de las ciencias que se ocupan de los comportamientos del ser humano, sean individuales o sociales, ha surgido el problema de si la ciencia debe describir sólo cómo es la realidad o también debe indicar cómo debería ser.

Si a una ciencia sólo le interesa una faceta de la realidad tal y como es decimos que nos encontramos ante una ciencia descriptiva, pero si por el contrario nos encontramos ante una ciencia que no sólo describe, sino que también quiere fijar como debería ser esa faceta de la realidad, estamos ante una ciencia normativa.

4. ¿CÓMO FUNCIONA LA CIENCIA?

4.1. El problema como origen del conocimiento científico

No hay ciencia si no hay un problema al que buscar solución. Si los seres humanos, sin necesidad de realizar un trabajo científico, conociéramos todas las respuestas sobre la realidad, no nos habríamos tomado la molestia de construir el edificio de la ciencia. Incluso para seres humanos no hay problemas en la realidad, y por ello no necesitan de plantearse ningún tipo de búsqueda científica. Cuando algo no nos resulta problemático, no sentimos la necesidad de conocerlo.

Decía ARISTÓTELES que la filosofía, y toda la ciencia, nació como consecuencia del asombro que la realidad producía en los primeros investigadores. El asombro y el deseo de buscar explicaciones sigue siendo el motivo por el que los seres humanos seguimos empeñados en esa labor que es la ciencia.

No existe ciencia sin una implicación de la persona en ella. La ciencia primariamente no busca la utilidad práctica, sino la explicación, la satisfacción intelectual de encontrar posibles respuestas a los problemas. La utilidad viene dada después, pues cuanto mejor conozcamos la realidad, mejor podremos enfrentarnos a ella.

4.2. El objeto científico

El objetivismo considera que hay un sujeto que conoce algo externo, que es el objeto. Desde el punto de vista que es el generalizado, el del realismo crítico, el objeto no es plenamente ajeno al sujeto, pero sí tiene una suficiente autonomía.

Para tener un conocimiento científico hay que perfilar qué se conoce, a lo que conocemos lo llamamos objeto. Cuando una misma disciplina científica concreta estudia algo de la realidad, aísla ese objeto de los demás, tratándolo como una realidad independiente.

El aislamiento del objeto científico de los restantes objetos de la realidad es un presupuesto para posibilitar el estudio científico, pero ello puede llevar a la pérdida de elementos importantes, por ello la elección del objeto de estudio debe ser realizada correctamente, porque una elección incorrecta lleva a la investigación al necesario fracaso. El objeto científico si es demasiado pequeño puede llevarnos a una visión demasiado reducida,

y si es demasiado amplio puede tornarse la labor en eterna y tener resultados muy relevantes.

Normalmente el objeto de una disciplina científica no es simple, sino compuesto por múltiples hechos y objetos de la realidad. Dada la multiplicidad de objetos de una disciplina científica, en muchas ocasiones, se sustituye la noción de objeto por la de campo epistemológico.

4.3. Los contextos de descubrimiento y de justificación

HANS REICHENBACH (1891-1953) distinguió dos fases fundamentales en el proceso de investigación científica: el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación.

4.3.1. Contexto de descubrimiento

La aparición de una nueva idea científica no obedece a cauces lógicos ni científicos. Las nuevas ideas aparecen en la mente del investigador a través de las formas más variadas, siendo válidas cualquiera de ella.

La deducción de nuevos resultados a través de teorías establecidas, o las investigaciones más o menos mecánicas para conocer datos no requieren generalmente un contexto de descubrimiento. Sí lo necesita el establecimiento de nuevas teorías, el planteamiento de nuevos problemas y la búsqueda de soluciones a las aporías² que se dan en la ciencia.

Se puede dar la impresión de que el contexto de descubrimiento es únicamente irracional. No es así, sólo que el momento de "inspiración" no se sigue necesariamente de pasos lógicos, aunque la mejor forma de disponerse al descubrimiento es encontrarse investigando; no en vano el pintor PABLO PICASSO (1881-1973) dijo que la inspiración existe, pero tiene que encontrarte trabajando.

4.3.2. Contexto de justificación

Lo que hace científica a la idea descubierta por el modo que sea no es la forma de aparecer que tiene en la mente del científico, sino la forma

² Una aporía es un problema que no tiene solución, que no tiene salida. A lo largo de la historia de la ciencia se han planteado numerosas aporías, siendo resueltas algunas, en muchas ocasiones necesitando varios siglos de investigaciones.

de comprobar la veracidad de esa idea. La comprobación sí está sometida a leyes lógicas y científicas.

Toda nueva aportación a la ciencia necesita de justificación. La forma de justificar una aportación se encuentra dentro de la metodología científica, que vamos a estudiar en el próximo epígrafe.

4.4. Método hipotético-deductivo

El método hipotético-deductivo, como ya hemos indicado, pretender unificar tanto la inducción como la deducción. Este método es el utilizado en todas las ciencias empíricas y se está extendiendo progresivamente a todas las disciplinas científicas.

Como ya hemos indicado la ciencia requiere de la existencia de un problema que se desee resolver, al que se le quiera encontrar una solución. Por el medio que se quiera, pues esto corresponde al contexto de descubrimiento, se formula una solución provisional, que se denomina **hipótesis**.

La hipótesis para ser válida, en primera instancia, debe explicar el hecho que se plantea y no contener ni contradicciones ni ambigüedades. Una vez superada esta primera fase debe extraerse una predicción de la hipótesis, es decir, una proposición o enunciado que sea observable en la experiencia. Si fruto de la experiencia la predicción resulta contrastada, es decir, sucede lo que se había predicho, la hipótesis se considerará provisionalmente válida y se integrará dentro de otras leyes y teorías científicas.

Una cuestión diferente surge cuando la hipótesis que ha resultado contrastada pone en cuestión leyes o teorías establecidas anteriormente. Esto lo analizaremos cuando tratemos de la sustitución de una teoría científica por otra.

4.5. ¿Verificación o falsación?

Hemos dicho que una hipótesis puede ser contrastada o no. ¿Cuándo una hipótesis resulta contrastada? ¿Qué alcance tiene la contrastación? Se han formulado dos grandes teorías, aunque la primera de éstas se encuentra actualmente puesta en cuestión.

4.5.1. Verificación y Neopositivismo Lógico

A principios del siglo XX un grupo de científicos y filósofos alemanes y austriacos se plantearon el proyecto de establecer el método científico de una forma firme y lógica, con el objetivo último de poder alcanzar una ciencia unificada.

Consideraron que una hipótesis se contrastaba cuando se comprobaba que cumplía en la realidad con lo predicho. De tal forma que si se afirmaba lo dicho por la hipótesis, ésta pasaba a ser universalmente verdadera y se constituía en una ley científica.

El problema que tiene este criterio de contrastación, que se denomina **verificación**, es la misma que el indicado para la inducción: una serie infinita de datos no implica necesariamente que no existan casos contrarios.

4.5.2. Falsación y Racionalismo Crítico de Popper

Ante el problema lógico que plantea la verificación, POPPER, en la obra indicada anteriormente, proponía un nuevo criterio de contrastación. Admitía que una hipótesis se considerase cierta si se cumplían sus predicciones, pero sólo de una forma provisional. Lo que hacía que un enunciado fuera realmente científico era que contuviese la posibilidad de ser falsado, es decir, que pudiéramos intentar encontrar casos en los que sus predicciones no se cumplen.

5. CARACTERÍSTICAS DE LA CIENCIA

Caracterizar la ciencia es decir lo que ahora la ciencia es y cuáles son las condiciones que debe cumplir un conocimiento para que se le considere un conocimiento científico.

5.1. Practicidad

Esta condición, aunque es la primera que expone, es la más discutible. Practicidad significa que la ciencia debe tener una expresión que pueda afectar a la vida humana o a otras formas de conocimiento. Llevar al extremo esta primera característica nos llevaría a considerar que el primer objetivo de la ciencia no es la verdad, sino la utilidad.

Al inicio de este texto ya indicábamos que no existe ciencia si no hay una vinculación moral con la verdad. La verdad, y no la utilidad, es la

principal exigencia para la ciencia. Pero ello no nos puede llevar a afirmar que la utilidad no debe ser tenida en cuenta, pues la ciencia se desarrolla dentro de una sociedad y, generalmente, con los medios que esa sociedad le proporciona.

La utilidad se convierte en un criterio de valoración y de sentido de los resultados de la ciencia o de una disciplina particular. Una ciencia que sólo se ocupe de sí misma tiene poco sentido para la sociedad y para las personas en las que se da.

5.2. Matematización y formalización

Las llamadas ciencias de la naturaleza vivieron una gran revolución cuando se consiguió la matematización de sus contenidos, es decir, todos los conceptos de las ciencias de la naturaleza, especialmente de la física, consiguieron expresarse y caracterizar mediante el lenguaje matemático.

Las matemáticas, además de ser en sí mismas una ciencia, se han convertido en el instrumento científico por antonomasia. Algunos teóricos han considerado que la matematización es una característica específica de la ciencia, aunque esta postura extrema no es sostenible porque no todos los objetos científicos son iguales. Pasemos a analizar los diferentes tipos de formalización y matematización.

5.2.1. Formalización y matematización

La formalización consiste en sustituir los términos de los lenguajes naturales por términos lógicos. Realizando esta operación de sustitución, que se llama formalización, se pueden utilizar los instrumentos de la lógica, e incluso se pueden formular algunas deducciones, siempre que se dé una previa axiomatización.

La matematización requiere una formalización, pero tiene mayores exigencias. No sólo debe ser posible la formalización y las operaciones lógicas, sino también el conjunto de operaciones específicamente matemáticas, y sus resultados deben tener relevancia y sentido.

5.2.2. Medición

Uno de los logros fundamentales de la ciencia ha sido la creación de medidas de realidad, es decir, de unidades con valor objetivo sobre

circunstancias, acciones o cosas. Para que una medición sea científicamente relevante debe reunir las siguientes condiciones:

- a) La medición tiene que describir una cualidad de la realidad.
- b) Debe definir la relación numérica entre dos extremos que constituyen la escala.
- c) El paso de una medida a otra tiene que estar justificada y ser objetiva.
- d) Cualquier investigador, con el instrumental adecuado, debe obtener el mismo resultado con el mismo objeto de investigación.

5.2.3. Estadística

La ciencia tradicionalmente ha buscado enunciados universales, esto es, enunciados válidos siempre para el conjunto de objetos a los que se dirigen. El avance en determinadas disciplinas científicas han llevado a los investigadores a formular enunciados que no son universales, sino estadísticos; un enunciado científico estadístico será verdadero si se da en la proporción indicada.

Por ejemplo,

- Un enunciado universal del tipo “todos los cisnes tienen plumaje blanco” sólo será verdadera si todos los cisnes tienen plumaje blanco, pero si existiese un cisne que tuviese plumaje blanco el enunciado universal no sería válido.
- Un enunciado estadístico que diga “el 90% de los cisnes tienen plumaje blanco” será verdadero sólo si el 90% de los cisnes tienen plumaje blanco, pero si la proporción de cisnes con plumaje blanco es inferior o superior al porcentaje establecido en el enunciado el enunciado estadístico no será válido.

5.2.4. ¿Tiene la realidad una estructura matemática o las matemáticas son una forma de interpretar la realidad?

Desde el Renacimiento, concretamente desde la obra de GALILEO GALILEI (1562-1642), se ha suscitado el problema acerca si la realidad

tiene una estructura matemática o las matemáticas son sólo una interpretación de la realidad.

Los defensores de la primera postura, la de la estructura matemática de la realidad, argumentan que las matemáticas han posibilitado un mejor conocimiento de la realidad porque éstas y la realidad son isomorfas, es decir, que tienen la misma forma. Si no fuera así las matemáticas habrían fallado en algunas de sus predicciones más arriesgadas.

Las personas que sostienen que las matemáticas son una forma de interpretación no niegan la utilidad científica de las matemáticas, pero dicen que es una forma más de interpretar la realidad. Esta postura es correcta desde el momento en el que las matemáticas excluyen toda realidad que no sea coherente, exigencia fundamental de un sistema formal, cuando la realidad que vivimos no siempre es coherente. Las matemáticas tienen coincidencias isomorfas con grandes regiones de la realidad, aunque no con toda la realidad.

5.3. Observación y experimentación

La observación y la experimentación permiten la conexión de las elaboraciones teóricas con la realidad. Ambas nos permiten conectar nuestros conocimientos con la realidad, interaccionar con la realidad y también contrastar la relación entre elaboraciones teóricas y realidad.

5.3.1. Observación

Tal y como indicamos en la parte histórica la observación fue la forma de conocer la realidad en la ciencia griega. En la observación el investigador mantiene una posición pasiva respecto al objeto, dejándolo manifestarse y registrando los datos procedentes de la manifestación del objeto.

No todas las elaboraciones teóricas son posibles observarlas tal cual, además pueden interferir en las observaciones algunos fenómenos que no son deseables. Por ello la ciencia tuvo que recurrir a nuevas técnicas de relación entre conocimiento y realidad: el experimento.

El hecho de que la observación tenga límites no quiere decir que, en la actualidad, se encuentre desechada, todo lo contrario. La experimentación no siempre es posible en determinados ámbitos, como la

astronomía, disciplina en la que se recurre continuamente a la observación, aunque sirviéndose de instrumentos de gran sensibilidad.

5.3.2. Experimento

Antes hemos indicado que, en muchas circunstancias, la observación no es posible o bien no es la mejor posibilidad, dada la interferencia de fenómenos no deseados. Para ello la ciencia moderna, desde el siglo XVI, recurrió al experimento.

El experimento diseña un ámbito de realidad en el que se puedan controlar todos los parámetros posibles. Para ello se busca el aislamiento de esa realidad sobre la que se va a experimentar, fruto de lo cual han aparecido unos espacios especialmente dedicados a la experimentación (los laboratorios).

La realidad diseñada pretende que sólo ocurra lo que está previsto que ocurra; si lo previsto no acontece se debe a que la teoría no es correcto y no a circunstancias imprevistas que distorsionan los resultados.

Podemos establecer que en cualquier experimento hay al menos cuatro pasos:

1. Diseño del experimento: hay que planear las circunstancias y la forma de desarrollar el experimento para que pueda ser útil respecto al fin que se persigue. Cuando se van a realizar experimentos que van a arrojar resultados estadísticos la muestra³ debe ser amplia y bien elegida.
2. Realización del experimento: el experimento debe llevarse a cabo de la forma en la que se ha diseñado, para poder establecer una relación correcta entre la forma de realizar el experimento con los resultados que éste arroje.
3. Recogida de resultados: los resultados deben ser correctamente recogidos, teniendo en cuenta el funcionamiento del instrumental utilizado.

³ La muestra es el conjunto de objetos sobre los cuáles vamos a realizar el experimento. Si la muestra es muy reducida o no está bien elegida, los resultados que nos ofrezcan serán falibles, si pretendemos contrastar una hipótesis con intención de validez general.

4. Evaluación de resultados: una vez recolectados los resultados, hay que estudiar si esos resultados son los previstos en la predicción, que procede de la hipótesis sometida a contrastación. También se deben analizar los resultados para averiguar si se deben a las condiciones del experimento o a otros factores, para lo cual hay que repetir el experimento cambiando las circunstancias⁴.

5.3.3. Experimento y observación crucial

El teórico de la ciencia, IAN HACKING, ha estudiado la posible existencia de experimentos y observaciones cruciales. Un experimento o una observación crucial es aquél que, dependiendo de sus resultados, acredita una hipótesis y descarta otra.

Un ejemplo de crucialidad sería el registro de la radiación de fondo. El registro de esta radiación confirmaba la idea de que el universo tuvo un punto inicial y se encontraba en expansión, desechándose la teoría de que el universo era estático.

5.3.4. Experimento mental

El experimento mental es un caso extremo entre la elaboración teórica y la conexión con la realidad. Hay predicciones que difícilmente pueden ser constatadas por medio de un experimento o de la observación, generalmente por la falta de instrumentos adecuados.

Los científicos teóricos han creado los llamados “experimentos mentales”, que consisten en realizar en el plano teórico una simulación de los hechos. En otras ocasiones los experimentos mentales no son tales por incapacidad técnica, sino por otros motivos, para lo cual se simula en un ámbito que nada tiene que ver con la realidad que estudia la elaboración teórica⁵.

⁴ En los estudios farmacológicos, cuando un nuevo medicamento se prueba con seres humanos, se le proporciona a unas personas el medicamento y a otros un placebo (falso medicamento) diciéndoles que es el medicamento. Con esto se pretende analizar la incidencia del llamado “efecto placebo”, que lleva a sentir mejoría a unos enfermos por el simple hecho de creer que están tomando un medicamento adecuado.

⁵ Los ensayos nucleares en escenarios reales presentan grandes problemas ecológicos. Para sustituirlos se ha desarrollado una técnica de simulación de las explosiones a través de LASER.

5.4. Publicidad

La ciencia es una actividad pública accesible a toda la comunidad de investigadores. Si las investigaciones se desarrollan en secretos, los resultados no pueden ser revisados por otros científicos y por tanto no cabe comprobar por medios racionales si lo afirmado o lo negado es válido.

5.5. Repetibilidad

Supongamos que hemos formulado una hipótesis, de la cual hemos extraído una predicción, y esa predicción ha sido contrastada por medio de la experimentación o de la observación, con todas las garantías. Después pasaríamos a publicar nuestros resultados, así como la forma de contrastarlo en una revista o una publicación especializada. ¿Queda por ello establecida como ley o teoría nuestra hipótesis? La respuesta es sencilla: no.

El último paso que debemos pasar es esperar a que otros científicos realicen los pasos que hemos publicitado. Si otros científicos, en sus lugares de trabajo y siguiendo nuestras indicaciones, obtienen los mismos resultados que nosotros, entonces lo publicaran ellos y ahora sí, la hipótesis se aceptará provisionalmente como verdadera.

6. LEY CIENTÍFICA Y TEORÍA CIENTÍFICA

El término “ley científica” es una derivación de la noción jurídica de ley que realizaron un grupo de pensadores griegos conocidos como los sofistas. Al igual que las leyes que gobiernan los estados, consideraban que había un conjunto de normas que gobernaban la naturaleza. La labor de la ciencia era la de conocer cuáles eran las leyes que regían la naturaleza.

6.1. La explicación

La ciencia quiere explicar la realidad⁶. No todas las explicaciones son iguales, puesto que pueden perseguir diferentes fines. Por ello tenemos que distinguir determinados tipos de explicaciones.

⁶ También se ha mantenido que la ciencia pretende comprender la realidad, especialmente cuando conoce las acciones del humano. Sobre este punto volveremos más adelante.

6.1.1. Explicación teleológica

La explicación teleológica nos dice cómo es la realidad pero en relación con una finalidad (en griego *τελός*). Todos los fenómenos son expresión y camino de la consecución de un fin, de un hecho que dota de sentido a todo lo demás.

El problema de la explicación teleológica es justificar los argumentos por el que un fenómeno es el fin por el que los fenómenos anteriores existen sólo para producir el fin. Además cabe preguntarse también los argumentos para considerar que un fenómeno es el fin y otros el medio.

6.1.2. Explicación funcional

La explicación funcional da cuenta de los fenómenos atendiendo a las funciones que realizan, es decir, describe los fenómenos desde la perspectiva de su comportamiento externo, renunciando a ninguna forma de definición.

6.1.3. Explicación intencional

Esta forma de explicación se da únicamente en las ciencias que tienen por objeto a los seres humanos. Intenta describir la realidad a partir de la descripción de las intenciones de los seres humanos actuantes en el fenómeno. La intención recoge tanto los motivos, intereses, creencias o aspiraciones de cualquier ser humano.

6.1.4. Explicación histórica o genética

La explicación histórico-genética es propia de las ciencias históricas. Esta explicación pretende describir la realidad concreta que estudia descubriendo sus antecedentes y cómo se ha llegado a la situación que se estudia.

6.1.5. Explicación causal-nomológica

Esta es la forma de explicación más conocida y la que ha producido mejores resultados dentro de las ciencias de la naturaleza. Consiste en establecer relaciones entre un fenómeno (o un conjunto de ellos) y otro fenómeno (o un conjunto de ellos); la relación que se establece es la de causa y efecto, esto es, si se da el fenómeno antecedente se dará el

fenómeno consecuente. Esta relación se considera como una norma de la realidad, constituye una ley.

6.2. ¿Qué es una ley científica?

En la introducción a este apartado decíamos que la noción de “ley científica” procede históricamente de la noción de ley jurídica. Una ley científica es un enunciado, elaborado a través del método hipotético-deductivo, que afirmar algo sobre una parte de la realidad. Una ley científica puede ser rebatida proponiendo un contraejemplo.

6.3. ¿Qué es una teoría científica?

La teoría científica es una entidad teórica que engloba una pluralidad de leyes científicas, que tienen que estar conectadas entre sí de forma que compongan un conjunto articulado. Una teoría científica es más difícilmente rebatible que una ley, porque siempre cabe formular excepciones, “teorías ad hoc” o restricciones a la teoría. En todo caso hay que señalar que la diferencia entre ley y teoría no está especialmente clara.

6.4. ¿Cuándo una teoría sustituye a otra?

Lo que digamos para la sustitución de una teoría por otra es también predicable para la sustitución de una ley por otra, ya que como acabamos de indicar las diferencias entre una ley y una teoría son vaporosas.

- **Explicar la experiencia**: una teoría que pretende sustituir a otra, vigente hasta ese momento, debe explicar la parte de la realidad que sea su objeto.
- **Coherencia**: una teoría no debe contener contradicciones internas y con otras partes de la ciencia que no hayan sido rebatidas.
- **Precisión**: una teoría sustituye a otra cuando describe los fenómenos de una forma más precisa que la teoría anterior.
- **Amplitud**: una teoría podrá sustituir a otra cuando, al menos, abarcar el mismo número de fenómenos que la anterior. Es preferible que explique más fenómenos que la anterior.
- **Simplicidad**: cuanto menos elementos y menos teorías “ad hoc”, restricciones o lagunas.

- **Fecundidad**: será preferible una teoría a otra cuando se puedan deducir un mayor número de nuevos conocimientos que en la teoría vigentes.
- **Capacidad predictiva**: una teoría es preferible a otra cuando predice una mayor número de acontecimiento que la otra.

Una teoría puede tener problemas en determinados puntos, pero ello no quiere decir que necesariamente debamos destacarla, pues ello no es posible hasta que haya una teoría mejor.

6.5. Lagunas, restricciones y teorías “ad hoc”

Las **lagunas** también son partes de la realidad que la teoría no explica, y que debería hacerlo; forman parte de la teoría, como zona no explicada. Las **restricciones** son lagunas pero que han sido excluidas de la teoría, recortándose así la amplitud de la teoría. Cuantas más lagunas tenga una teoría, o cuantas más restricciones haya sufrido, menos validez tendrá la teoría en su forma original, aunque puede que se haya quedado acomodada a lo que realmente puede explicar correctamente.

Ya hemos hecho referencia a las **teorías “ad hoc”**. “Ad hoc” significa, en latín, “para esto”; en consecuencia una teoría “ad hoc” es una explicación hecha expresamente para un fenómeno que no puede ser explicado por la teoría. Las teorías “ad hoc” suelen tener problemas de coherencia con la teoría. Cuantas más teorías “ad hoc” tiene una teoría, más problema tiene planteado que no puede resolver.

6.6. Determinismo y probabilidad

El científico francés LAPLACE formuló la llamada “Hipótesis Laplace”. Esta hipótesis dice que si en un momento dado pudiéramos conocer los estados de todos los componentes del universo y todas las leyes que rigen la realidad, podríamos predecir cualquier acontecimiento futuro.

La “hipótesis Laplace” considera que toda la realidad es mecanismo en el que todo está regido perfectamente por unas leyes; no hay margen a ninguna desviación, y mucho menos a la libertad humana. A la posición teórica que considera que toda la realidad se encuentra perfectamente regida por leyes y que todos los acontecimientos son perfectamente predecibles, se le denomina **determinismo**.

A lo largo del siglo XX se ha ido formulando leyes probabilísticas ante la imposibilidad de formular leyes necesarias. El principio de incertidumbre de Heisenberg puso de manifiesto la incapacidad del ser humano para conocer plenamente la realidad: el conocimiento al que podemos llegar es solamente probabilística. Cabe preguntarse si esa limitación es porque el conocimiento humano es limitado o porque la realidad tiene la estructura probabilística que conocemos: la primera postura se llama **probabilismo subjetivo** y la segunda es conocida como **probabilismo objetivo**.

6.7. Los hechos y las elaboraciones teóricas. Una cuestión de límites

Los hechos son la materia prima de la ciencia. Pero la ciencia no es una mera descripción de un conjunto de hechos, sino un intento de explicación, por lo que la teorización, es decir, la elaboración racional de explicaciones entrelazadas entre sí. Para explicar a los hechos hay que recurrir a conceptos que no provienen de los hechos, son los conceptos teóricos. De esta manera hay una asimetría, a veces inevitable, entre hechos y teorías. Hemos de tener en cuenta que el objetivo de la ciencia es la elaboración teórica, pues la teoría es la explicación.

6.8. La explicación histórica de Thomas Kuhn

THOMAS KUHN (1922-1996), físico e historiador de la ciencia estadounidense, elaboró una teoría del cambio científico que revolucionó los fundamentos establecidos, y que anteriormente hemos enunciado. La obra de KUHN, *La estructura de las revoluciones científicas*, produjo el llamado "giro historicista" en la filosofía de la ciencia.

La ciencia es un producto social, que se desarrolla dentro de un marco de referencia, al que llamamos "paradigma". Un paradigma es el conjunto de conocimientos, problemas, técnicas y creencias que comportan los científicos como válidos y verdaderos, y a partir del cual realizan su labor; el paradigma tiene cierta permanencia en el tiempo. Los conocimientos que los científicos han elaborado dentro de un paradigma perfectamente establecido se denominan "ciencia normal".

En un epígrafe anterior decíamos que una teoría sustituye a otra si es mejor, y es mejor si cumple las condiciones ya explicadas de explicar la experiencia, coherencia, precisión, amplitud, simplicidad, fecundidad y capacidad predictiva. KUHN no niega que estas condiciones tengan

importancia, pero dice que por sí mismas no producen un cambio en la ciencia normal y en el paradigma que la sostiene.

Para que haya un cambio de paradigma tiene que darse un cambio más profundo, en la sociedad y en la mentalidad, que permita el establecimiento del nuevo paradigma, así como el desarrollo de la nueva ciencia normal. Cuando, en la ciencia, se produce un cambio de paradigma asistimos a lo que este pensador estadounidense ha llamado "revolución científica".

Las revoluciones científicas son invisibles. Ocurren sin ruido, al contrario de otras revoluciones. Sólo podemos identificar que se ha producido una revolución cuando ya vivimos sus efectos.

7. LA CLASIFICACIÓN DE LAS CIENCIAS

A lo largo de este texto hemos hablado, casi sin hacer diferenciación, de "ciencia", "ciencias" o de "disciplinas científicas". Normalmente diferenciamos entre diversos tipos de ciencias y tantas divergencias se han llegado a observar que se ha planteado si la ciencia es una, dos o tantas como disciplinas seamos capaces de imaginar.

7.1. La unidad de la ciencia

La ciencia es una, pero que tiene diversas manifestaciones. La ciencia es una porque procede de la razón humana, de su intención por explicar o comprender las múltiples facetas de la realidad y porque está sometida a reglas de procedimiento y a un método de contrastación. En un sentido preciso sólo hay una ciencia, y lo que son las "ciencias" o "ciencias particulares", lo denominaremos "disciplinas científicas"

El hecho de la unidad de la ciencia no es una cuestión pacífica, pero tampoco lo es la forma en la que la unidad de la ciencia se da. En los próximos puntos expondremos algunos de los modos con los que se ha tratado de articular la unidad de la ciencia y, además haremos una valoración crítica.

7.1.1. El primado de una disciplina y subordinación de las demás

Esta postura, también conocida como "reduccionismo", intenta erigir a una disciplina científica en el modelo de todas las demás disciplinas. En la Modernidad se ha intentado considerar que la única expresión auténtica

de la ciencia es la física, siendo ciencia todas las demás disciplinas en cuanto se parezcan a la física.

7.1.2. La interdisciplinariedad

La interdisciplinariedad es una tendencia científica que en las últimas décadas han conseguido el favor de numerosos científicos. Observar una realidad desde un solo punto de vista y desde una sola forma de trabajar puede dejar fuera de la explicación científica muchos aspectos importantes que sí son tenidos en cuenta por otras disciplinas científicas.

La posibilidad de unir aportes y formas de trabajo de distintas disciplinas es positiva, pero no siempre es posible ni fácilmente factible, ya que no cabe hacer referencias a otras disciplinas como conceptos externos, sino para que haya una verdadera interdisciplinariedad los conceptos de la disciplina externa se deben incorporar a la disciplina que la recibe.

Para que haya una verdadera interdisciplinariedad debe darse un conocimiento profundo de las disciplinas involucradas, de lo contrario, no habrá más que referencias superficiales o las incorporaciones pueden dificultar más que favorecer la explicación científica.

7.1.3. Las disciplinas mixtas

La constatación de los límites de las disciplinas científicas tradicionales ha llevado a los investigadores a ampliar el objeto o la forma de trabajo para englobar en una nueva disciplina objetos y formas de trabajos que pertenecían a disciplinas científicas diferentes. Estas disciplinas reciben el nombre de “disciplinas mixtas”.

7.2. Diferencia entre las disciplinas científicas.

La distinción entre disciplinas científicas se realiza en función de determinados criterios. Estos criterios, aunque sean buenos, no son definitivos y deben ser examinados. De los muchos criterios existentes vamos a tomar dos: el objeto y el método o la forma de trabajo.

7.2.1. El objeto

La constitución del objeto determina el tipo de ciencia que se denomina a él. Una diferencia que ha tenido bastante resonancia ha sido la que diferenciaba entre objetos dependiendo que aludieran o no a hechos de

la realidad, y cuando aluden a hechos de la realidad, distinguían si eran hechos en los que no interviniera el ser humano o en los que sí lo hiciera. Se puede establecer la siguiente tabla de clasificación, aunque debemos indicar que no se justifica suficientemente la diferenciación entre las ciencias sociales y humanas.

TABLA DE APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE LAS CIENCIAS⁷	
Objeto	Tipo de ciencia
No son hechos de la realidad	Ciencias Formales
Son hechos de la realidad - No producidos por el ser humano - Producidos por el ser humano	Ciencias Empíricas - Ciencias Naturales - Ciencias Sociales y Humanas

7.2.2. El método y formas de trabajo

No conviene confundir método con metodología. La metodología hipotético-deductiva es la metodología científica, aunque cada una de las disciplinas científicas trabajan de formas diferentes, por ejemplo la química utiliza el análisis como forma de trabajo para contrastar sus hipótesis, mientras que la historia busca la contrastación en documentos de archivo o en restos arqueológicos.

7.3. Las ciencias formales y su descripción como ciencia. El teorema de Gödel

Las ciencias formales son aquellas que no tienen por objeto a los hechos de la realidad. Las ciencias formales han sido tradicionalmente la lógica y las matemáticas, aunque a finales del siglo XX se le ha unido la cibernética.

La contrastación de las hipótesis de las ciencias formales no se realiza ni por observación y por experimentación, sino por medio de demostración de los teoremas a partir de los axiomas y las reglas de operación que se utilizan en un sistema.

⁷ Esta tabla es incompleta, aunque es suficiente a los efectos que nosotros nos proponemos en este texto.

El matemático austriaco KART GÖDEL (1906-1978) formuló en 1931 el teorema que lleva su nombre, “el teorema de Gödel”. La explicación de este teorema, como la misma demostración, es sumamente compleja y desbordaría nuestras pretensiones, por lo que nos ceñiremos a una somera explicación del resultado. GÖDEL concluye que en ningún sistema axiomático es posible que se den simultáneamente la completitud y la coherencia del sistema⁸, es decir, que si un sistema es completo entonces ese sistema es incoherente, pero si es coherente no es completo.

7.4. Las ciencias empíricas. Teoría y experiencia

Las disciplinas científicas que tienen por objeto a hechos de la realidad con los que podemos interactuar a través de alguna forma de experiencia son conocidas como “ciencias empíricas” o “disciplinas empíricas”. El adjetivo “empírico” procede del sustantivo griego ἐμπειρία (experiencia).

El hecho que las ciencias empíricas se las tengan que haber con los objetos en la experiencia ha llevado a algunos teóricos, especialmente del área anglosajona, a considerar que en estas disciplinas sólo son relevantes son datos procedentes de la interacción del investigador con la realidad, siendo sumamente secundaria la existencia de elaboraciones teóricas.

El lógico inglés QUINE puso de manifiesto que la neta separación entre teoría y experiencia no era más que un dogma y no una realidad. En primer lugar indicó que los instrumentos que se utilizan para interactuar con la realidad tienen una gran carga teórica; y en segundo lugar la interpretación de los resultados posee una teoría que hace posible el hecho de poder interpretar hechos y datos aislados.

7.5. Las ciencias sociales y su objeto

La clasificación antes expuesta indica que, dentro de las ciencias empíricas, las disciplinas que se ocupan de los hechos producidos por el ser humano son las ciencias sociales y humanas. La pretendida diferencia entre las ciencias sociales y humanas se basa en la idea de que las primeras, las sociales (economía, sociología o psicología), son más ciencia porque han logrado un determinado grado de matematización.

⁸ La completitud del sistema consiste en que abarca todos los objetos posibles dentro de él. En cambio la coherencia del sistema alude a la no contradicción entre los elementos del sistema.

La separación entre ciencias sociales y humanas es vana, porque la formalización y la matematización también se ha dado en ciencias humanas como la lingüística o la misma filosofía, y porque el objeto sigue siendo prácticamente idéntico, ya que todo lo humano es también social.

7.5.1. La aplicación del método hipotético deductivo

La aplicación del método científico, el método hipotético-deductivo, ha sido sumamente problemática en la reflexión teórica, pero ha sido y es aplicado por los investigadores de estas disciplinas de una forma implícita. Por ejemplo, muchas teorías históricas han sido revisadas por el descubrimiento de hechos que contradecían las previsiones de la teoría.

No existe ningún problema práctica para la utilización del método hipotético-deductivo en las ciencias sociales y humanas. Las únicas dificultades que se han encontrado han sido teóricas, más dependientes de intereses ideológicos o personales, que de su factibilidad científica.

7.5.2. El problema de la matematización

Más arriba decíamos que la matematización ha llevado a considerar que determinadas disciplinas son más científicas que otras. La matematización no da más cualidad científica a una disciplina, porque las matemáticas son un instrumento y no el objetivo de la ciencia.

La no matematización de algunas disciplinas no se debe a que sean inferiores a otras ciencias, sino que puede suceder que su objeto impida la matematización. Pensemos por un momento en la ciencia del Derecho, su objeto, el estudio de las normas jurídicas, no tiene ni una estructura matemática ni tiene una posible interpretación matemática, por ello su matematización se torna en un asunto sumamente difícil cuando no imposible.

7.5.3. La predicción y la contrastación

Las hipótesis de estas ciencias pueden también generar predicciones. Como ya hemos dicho anteriormente las predicciones son el vehículo para poder contrastar la veracidad o validez de una hipótesis. En todas las disciplinas científicas se pueden dar las predicciones y de hecho se dan, y ésta es la garantía de su científicidad, y no la matematización.

En determinadas disciplinas científicas sociales o humanas la contrastación es más accesible que en otras, sea por la propia disponibilidad de la realidad o por imposibilidad de naturaleza ética.

Pongamos dos ejemplos de lo que acabamos de señalar.

- En la **ciencia económica**, especialmente en la rama de la macroeconomía, se han realizado numerosos desarrollos en el terreno de las matemáticas aplicadas a este campo, no en vano la mayoría de los premios Nobel de economía han sido matemáticos. Fruto de ello se han deducido predicciones de las teorías matemáticas sobre macroeconomía, pero el hecho de poder someter a contrastación estas predicciones en una economía real siempre se ha tornado de gran dificultad⁹. Además, las elaboraciones matemáticas no han podido conseguir reducir a sus formalizaciones la gran cantidad de factores que intervienen en la realidad económica, consecuencia de lo cual ha surgido el chascarrillo que dice que los economistas explican mejor lo que ha sucedido en el pasado que lo que va a suceder en el futuro.
- En la **psicología**, el problema se plantea porque las predicciones tienen que ser corroboradas en seres humanos. Muchas contrastaciones no plantean ningún problema desde una perspectiva moral o ética, pero hay un grupo de ellos que sí. Un caso de contrastación inmoral sería someter a un grupo de personas a una experiencia de sufrimiento extremo y prolongado para observar su reacción psicológica a esta vivencia¹⁰.

⁹ Estos experimentos se han realizado, de una forma encubierta, en economías del tercer mundo a través de recomendaciones del Fondo Económico Internacional (FMI) y del Banco Mundial. Estas organizaciones económicas internacionales formularon sus recomendaciones para confirmar las predicciones de hipótesis económicas que no habían sido probadas con anterioridad. Los fundamentos económicos del Neoliberalismo fueron sometidos a contrastación en las economías latinoamericanas; los datos permitieron contrastar parte de las hipótesis y posibilitaron la reformulación de las no contrastadas, pero fue a cambio del empobrecimiento de muchos de estos países.

¹⁰ Cuando se quiere contrastar una hipótesis en casos como el indicado en el texto, y no se quiere violar las normas morales ni la dignidad de los seres humanos, se recurre al estudio de personas que hayan padecido la circunstancia inmoral, lo cual lamentablemente no es raro en casi ningún país del mundo.

7.6. El trabajo en las ciencias sociales y humanas

El trabajo en las ciencias humanas y sociales puede presentar, aunque no necesariamente, características específicas. Haremos un breve recorrido por alguna de las más relevantes.

7.6.1. El modelo de los tipos puros

El filósofo y sociólogo alemán MAX WEBER (1864-1920) propuso el llamado “modelo de los tipos puros”. Para analizar un problema intentaba hallar las formas fundamentales en las que un hecho social se da en la realidad, a forma de axiomas, debiendo ser independientes e irreducibles entre sí. Esto permite describir los límites de la realidad y ver las acciones concretas como partícipes de los tipos puros.

7.6.2. El método hermenéutico y la comprensión (interpretación)

La filosofía de IMMANUEL KANT dividió la realidad y el conocimiento humano en dos esferas irreconciliables, la esfera de la necesidad y de la causalidad y la esfera de la libertad.

WILHELM DILTHEY (1833-1911) sacando las consecuencias de los postulados kantianos, pone de manifiesto que el conocimiento humano, al acercarse a la esfera de la necesidad y de la causalidad, pretende explicar, mientras que cuando se acerca a la esfera de la libertad lo que pretende es comprender.

- Explicar consiste en establecer relaciones causales necesarias entre objetos naturales. El conocimiento producido por la explicación de la necesidad y la causalidad son las ciencias de la naturaleza (*Naturwissenschaften*)
- Comprender consiste en asumir dentro de la conciencia del investigador las motivaciones, creencias e intenciones de las vivencias humanas. El conocimiento producido por la comprensión de la libertad son las ciencias del espíritu (*Geisteswissenschaften*). La comprensión sólo puede darse a través de las objetivaciones del espíritu.

El método hermenéutico, descrito someramente, parte de la afirmación de que el ser humano vive elaborando continuas interpretaciones sobre la realidad. La interpretación dota a las cosas de un

sentido, de un significado para el ser humano. Pero la interpretación se realiza desde una serie de presupuestos compuesta por las interpretaciones anteriores.

7.6.3. El problema de la libertad del objeto

El ser humano como objeto de estudio tiene un gran problema, en primer lugar que tiene libertad o una gran imprevisibilidad, y en segundo lugar el ser humano tiene conciencia y puede, en la mayoría de las ocasiones, darse cuenta de que está siendo objeto de investigación y negarse a ello o interferir en la investigación.

7.6.3.1. *La objetivación de la subjetividad*

La conciencia humana es oculta, por sí misma, a otros seres humanos. La única forma de conocer la conciencia humana es a través de las expresiones externas en la realidad, de lo que DILTHEY llama "objetivaciones". Para conocer la conciencia de los seres humanos de la época barroca no podemos acceder a ella (por las causas ya dichas y por ser una conciencia pasada), por lo que tendremos que interpretar en qué consistía esa conciencia examinando su arquitectura, sus documentos, su arte, es decir, las materializaciones de la conciencia en la realidad.

7.6.3.2. *Las interferencias entre investigador y objeto*

En la introducción a este punto señalábamos que el ser humano puede darse cuenta de que se ha convertido en el objeto de una investigación. Veamos varias posibilidades y examinemos los problemas que generan.

<i>Modelos de observación de los seres humanos y problemas que se producen en ellos</i>		
Observación externa	Se ve lo observado desde un punto de vista externo, de forma que las personas observadas no se perciban que lo son	El hecho de situarse en un plano externo a la realidad que se estudia distancia al observador de los matices a favor de más generalidad y menos precisión

Observación interna no participante	El observador se sitúa en medio de lo que observa, pero sin intervenir en ningún momento, para no variar los resultados	Las personas observadas tiene conciencia de que entre ellos hay una persona dedicada a observar su conducta y pueden variarla para dar una impresión determinada o responder a las expectativas que creen que el observador tiene
Observación interna participante	El observador se sitúa en medio de lo que observa, pero sí interviene, para poder conocer desde dentro los motivos de una persona para actuar de una forma o de otra, o para no actuar	El observador puede verse tan implicado en lo que pretende observar que existe el riesgo de que pierda la debida distancia respecto a los hechos observados

7.7. Conclusión a la clasificación de las ciencias

Toda clasificación de las ciencias es necesariamente provisional. No cabe dar una clasificación como definitiva, porque no se puede establecer de una vez por todas las formas que adopta un fenómeno tan dinámico como es el conocimiento científico y las formas en las que se consolida.

Las clasificaciones se pueden hacer, por ejemplo, en función del objeto o de la metodología, pero siempre surgirán nuevos objetos y nuevas metodologías, a la vez que otros objetos y metodologías desaparecerán.

8. LA TECNOLOGÍA

8.1. Ciencia y técnica en la Antigüedad

ARISTÓTELES consideraba que la ciencia se dirigía a conocer los primeros principios de la realidad, mientras que el conocimiento que pretendía explicar la forma de hacer algo eran técnicas. La técnica contenía las reglas que se debían seguir para conseguir producir un objeto que la naturaleza no produce o para alcanzar un objeto en la relación entre los

seres humanos. El término griego de técnica (τέχνη) se tradujo al latín como "Ars", pero el significado fue el mismo.

8.2. Ciencia y tecnología

Hasta GALILEO GALILEI la técnica o el arte era tenido no como una forma de conocimiento digna, sino como algo propio de los artesanos y trabajadores manuales. La ciencia occidental tiene la gran repercusión social no por la corrección de sus elaboraciones teóricas, ni por las sutilezas de sus distinciones, sino por las aplicaciones prácticas que la ciencia ha hecho posible.

Nosotros no conservamos, con motivo, los términos antiguos. No hablamos de técnica, sino de tecnología, y lo hacemos porque la tecnología tiene unas exigencias que la técnica no tiene. La primera exigencia específica de la tecnología es la utilidad, y la segunda es que se plantea problemas propios para los que les demanda a la ciencia los recursos para poder solventarlos.

Dejar de tener sentido la antigua y radical división entre ciencia pura y tecnología, porque se da una unión de trabajo entre la ciencia y las exigencias pragmáticas de la tecnología. A esta simbiosis se le ha llamado **tecnociencia**.

Siendo lo indicado cierto no debe llevarnos a confusión. La ciencia está vinculada moralmente a la verdad, mientras que la tecnología se encuentra enraizada con la utilidad. Los intereses más elementales de estas dos expresiones del conocimiento y de la acción humana hacen preciso mantener cierta autonomía entre ambas¹¹.

9. SOCIOLOGÍA DE LA CIENCIA

La ciencia no es sólo una de las formas de conocimiento más particulares del ser humano, sino que también constituye un hecho social, y como tal puede ser estudiado por una disciplina científica como la sociología.

¹¹ Ni siquiera desde el punto de vista de la utilidad es correcto hacer depender a la ciencia de la tecnología, de la obtención de resultados útiles, ya que puede cerrar la puerta a nuevas explicaciones que sólo pueden ser encontradas si se deja tiempo suficiente a los investigadores teóricos para elaborar sus teorías, e incluso permitir que se confundan. En la URSS se valoraba la ciencia sólo por su producción de resultados útiles, lo cual produjo un gran atraso en la ciencia soviética.

9.1. El interés extracientífico en la ciencia

Hemos dicho y reiterado ya en muchas ocasiones que la ciencia tiene una vinculación moral y ética a la verdad. La ciencia que no busca la verdad es manipulación, es pseudociencia.

La vinculación a la verdad es necesaria, pero junto a ella pueden confluír otras vinculaciones e intereses. La investigación humana la hacen seres humanos en relación con otros seres humanos y con la sociedad en la que viven.

Muchas pueden ser las líneas de investigación que se pueden adoptar. La opción depende, en la mayoría de las ocasiones, de intereses que no son científicos, de intereses personales, económicos o políticos, entre otros. De esta forma la sociedad en la que viven los científicos penetra en sus laboratorios. El deseo de un conocimiento absolutamente desinteresado es imposible, como el espacio y el tiempo, el interés es una condición *a priori* del conocimiento humano.

10. LA ÉTICA Y LA CIENCIA

10.1. Pertinencia del tratamiento ético de la ciencia. El reverso tenebroso de la ciencia

Buena parte de la historia del pensamiento científico y filosófico ha considera que el perfeccionamiento del conocimiento humano y singularmente del conocimiento científico conllevaba necesariamente una mejora moral del individuo. Esta posición que identifica un mejor conocimiento con un perfeccionamiento moral se le conoce como **intelectualismo moral**.

Es una evidencia histórica y moral que el intelectualismo moral no es más que una bonita aspiración y en muchos casos no describe correctamente esta realidad. Tanto a nivel individual como social los conocimientos no nos llevan a ser mejores, porque depende de la forma en la que empleemos esos conocimientos.

Siguiendo al intelectualismo se identificó lo que era avance científico con el progreso humano, después de las experiencias del siglo XX, en especial a partir de las dos guerras mundiales, se constató como el conocimiento científico fue aplicado tecnológicamente para la destrucción, el sufrimiento y la muerte de seres humanos

Los conocimientos de la ciencia son conocimientos éticamente neutros, pero los conocimientos de la tecnología no lo son, porque obedecen a una utilidad concreta que ya tiene una carga ética determinada.

La consecuencia de todo hecho ha sido la irrupción de planteamientos éticos a la hora de emprender el trabajo científico. El hecho de que algo se pueda haber, no quiere decir que se debe hacer, y mucho menos cuando se ponga el juego la dignidad y la supervivencia de la especie humana.

10.2. Bioética

La necesidad de incluir planteamientos éticos en la investigación científica y en la aplicación tecnológica ha sido especialmente patente en las disciplinas científicas que cuidan de la salud humana, las ciencias biomédicas; en las últimas décadas se han incorporado comisiones de ética a las instituciones científico-tecnológicas para velar por el respeto de la dignidad humana.

Tanto especialistas en ética, como investigadores biosanitarios y profesionales de sanidad han elaborado una serie de principios bioéticos válidos para la investigación y la aplicación de los conocimientos biosanitarios.

- **Principio de vida**: las investigaciones y las intervenciones de los profesionales de la sanidad debe orientarse a cuidar y mantener la vida en el ser humano. Si esto no es posible debe cuidarse de que las personas no tengan sufrimientos innecesarios para su curación.
- **Principio de autonomía**: las personas deben estar informadas y prestar su consentimiento a los tratamientos a los que van a ser sometidos. También es preciso su información y consentimiento para ser sometido a tratamientos experimentales.
- **Principio de solidaridad**: los avances de las disciplinas biomédicas deben estar al alcance de los seres humanos, sin que la escasez de medios económicos personas o sociales puedan constituir un obstáculo para que recobre la salud.