

Capítulo IV

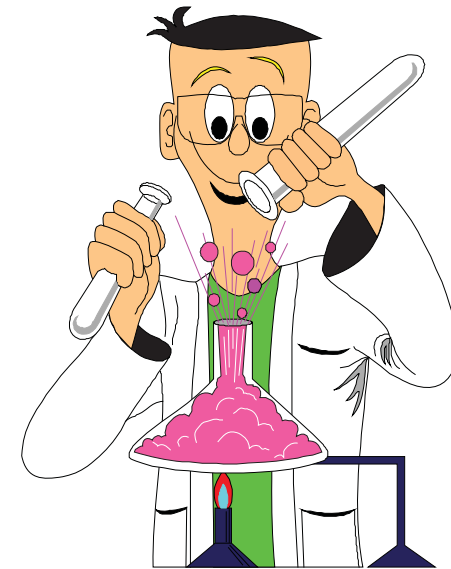
El problema epistemológico

¿Qué es la Epistemología?

Si en este momento alguien se nos acercara y nos preguntara qué es la ciencia, la respuesta sería rápida y sin mayores dudas. La imaginación nos lleva a representarnos personas con guardapolvos mirando a través de un microscopio e investigando sobre enfermedades o personas en medio de la selva observando cómo se comportan los animales en estado salvaje. Sin embargo, no siempre es claro qué se entiende por ciencia o conocimiento científico y mucho menos, cómo se desarrolla el tipo de investigación llevada a cabo por los así llamados científicos.

Una de las ramas de la Filosofía trata de dar respuesta a estos interrogantes: ¿qué es la ciencia?, ¿cómo trabaja un científico?, etc. El nombre de esta parte de la Filosofía es Epistemología. Esta palabra deriva de dos vocablos griegos: *episteme* y *logos*. El primer término significa ciencia o conocimiento científico y es utilizado por Aristóteles en contraposición a *doxa*, cuyo significado es opinión. El término *logos* tiene en griego varias acepciones, tales como tratado, estudio, teoría, discurso, razón, argumento. De tal manera que la Epistemología es una disciplina meta-científica, (es decir, que está más allá de las ciencias), constituyendo así un discurso sobre la ciencia. En base a lo dicho, la palabra Epistemología podría ser traducida como estudio de las ciencias o teoría de las ciencias o ciencia de las ciencias.

El conocimiento científico (*episteme*) se diferencia de la mera opinión (*doxa*) por ser un conocimiento fundamentado, esto es, que da razones de lo enunciado. Y este es el problema de la Epistemología: cuál es la forma en que los científicos justifican sus teorías o hipótesis.



La Epistemología se ocupa de la ciencia y de las formas del trabajo científico

Como veremos, no existe un único método de investigación, ni tampoco existe el método perfecto; todos ellos son pasibles de crítica. Las modernas tendencias de la Filosofía de la Ciencia indican y subrayan, de un modo muy preciso, las dificultades que están asociadas a la idea de que la ciencia se basa en un fundamento seguro, adquirido gracias a la observación, experimentación y en un procedimiento inferencial que permite derivar teorías científicas de manera fiable.

No hay ningún método que permita probar que las teorías científicas son verdaderas. Pero más aún, tampoco existe un método que permita refutarlas, demostrar de un modo concluyente que son falsas. Frente a esta situación, algunos epistemólogos renuncian a la idea de que la ciencia sea una actividad totalmente racional que actúe de acuerdo a un método. Tal es el caso de Paul Feyerabend, quien sostiene que la ciencia no posee rasgos especiales que la hagan superior a otras formas de conocimiento tales como los mitos o la religión. Para este autor, la ciencia desempeña, en la actualidad, un papel semejante al desempeñado por el cristianismo en la Edad Media. La ciencia es la religión moderna y la elección entre distintas teorías se reduce a una elección determinada por valores y deseos subjetivos de los individuos o grupos que las contemplan. Lo citado es un mero ejemplo de la complejidad del tema y de la posición a la que han llegado algunos investigadores resueltos a negar el progreso científico.

Las diferentes posiciones epistemológicas son resumidas en el siguiente cuadro:



¿Cuáles son los objetos de la ciencia?

Al salir de nuestra casa, podemos ver que el mundo está lleno de cosas que podemos ver como los árboles, los perros, las estrellas, etc. La ciencia habla sobre algunas de estas cosas. En otras palabras, se dedica a estudiar objetos de cierto tipo.

Los objetos de la ciencia son divididos en dos grupos distintos: por un lado, tenemos los objetos directos u observables y, por el otro, los objetos indirectos o no observables. Los primeros son aquellos a los que podemos acceder a través de los sentidos, (un vegetal, una piedra, una conducta, etc.) y constituyen lo que se conoce como base empírica de la ciencia en cuestión (así, los vegetales constituyen la base empírica de la botánica y la conducta animal, la de la etología, por ejemplo). Los segundos son aquellos a los que no podemos acceder a través de los sentidos y se conocen como términos teóricos (gen, átomo, inconsciente, campo magnético, etc.). Forman parte de las leyes explicativas y permiten una mayor comprensión de los fenómenos.

Términos u objetos directos y términos teóricos se ponen en relación a través de lo que se conoce con el nombre de Regla o Ley de Correspondencia, que funciona (desde el punto de vista lógico) como un *modus ponens*. El *modus ponens* es una regla de deducción que se enuncia así: si de una hipótesis A, se sigue una consecuencia B y la hipótesis se da, entonces, necesariamente, se da la consecuencia.

A	B premisa ley
A	premisa dato
B	inferencia o predicción
(donde A es un término directo y B un término teórico)	
Ejemplo	
Los árboles tienen raíces	
Este es un árbol	
Tendrá raíces	

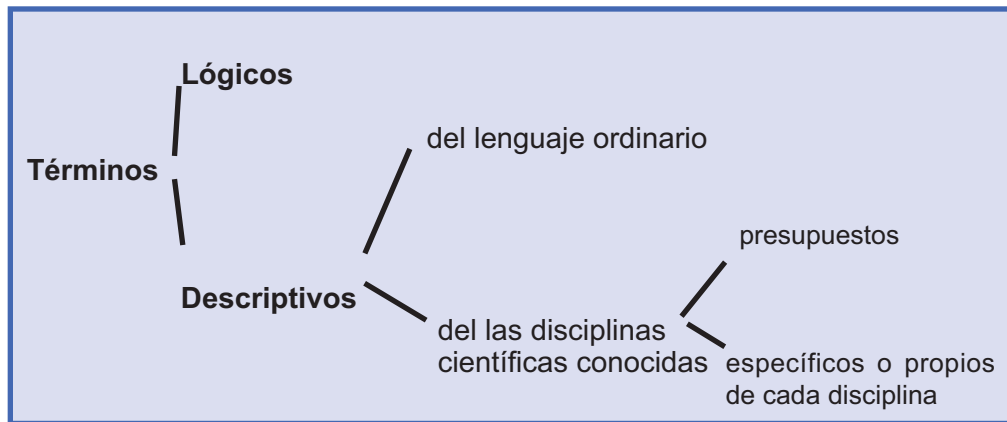
Los objetos que constituyen la base empírica de una disciplina deben ser observables, se debe poder acceder a ellos a través de los sentidos, a través de la vista, pero, además, deben cumplir con otros tres requisitos: decidibilidad, objetividad y repetibilidad. Se entiende por decidibilidad o efectividad el poseer una cualidad por la cual el científico pueda decidir categóricamente por si o por no. Esto quiere decir que el investigador tiene que poder decir de forma definitiva, por ejemplo, si el objeto en cuestión se encuentra presente en un momento determinado. Así, uno es capaz de contestar a la pregunta ¿hay en el aula un oso? Se entiende por objetividad el ser observable por varios investigadores. Esto es, varias personas tienen que poder ver lo mismo, por ejemplo, todo el curso es capaz de observar la inexistencia de un oso en el aula. Por repetibilidad se entiende el que

Filosofía

un hecho ocurra en varias oportunidades. Por ejemplo, cada vez que se pone el agua al fuego y esta llega a una temperatura de 100° C, se evapora. Esto puede ser observado repetidas veces.

El lenguaje científico

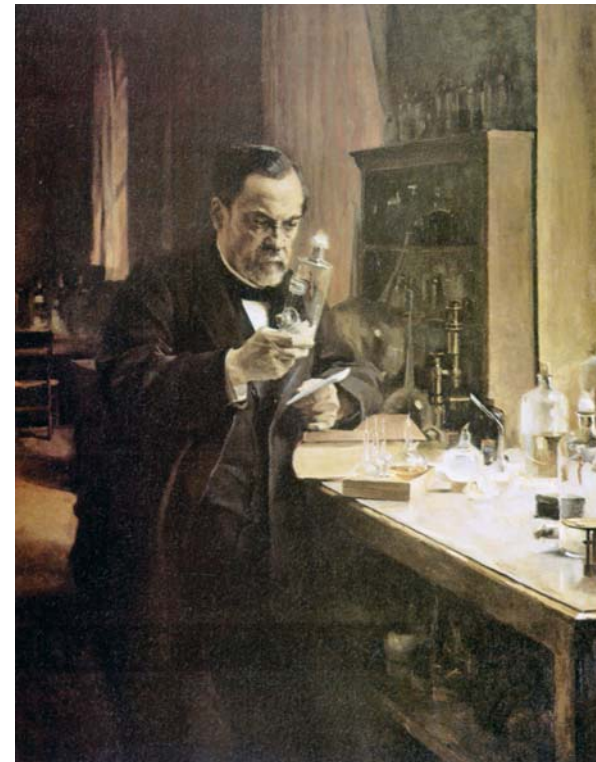
La forma que tienen los seres humanos para comunicarse es a través del lenguaje. De la misma manera, los científicos utilizan un lenguaje específico para hablar sobre los objetos de estudio. Cada ciencia es un discurso que se expresa en comunicaciones, textos, conferencias, clases, etc. y como tal posee un lenguaje. Los términos que lo constituyen pueden clasificarse así:



Los términos lógicos son utilizados por el científico, aún sin que este lo note. Estos términos no hacen referencia a nada de la realidad, pero sirven como conectores en la argumentación. (y, o, no, si... entonces, por lo tanto, etc.).

Por otro lado, los términos descriptivos hacen referencia a algunos de los objetos de la realidad. Algunos corresponden al lenguaje

ordinario, al lenguaje que utilizamos a diario (frío, blanco, limpio, etc.), mientras que otros pertenecen al campo de otras disciplinas científicas que se presuponen en la ciencia en cuestión. Por ejemplo, la Medicina presupone la Física y la Química, entre otras ciencias, y usa términos que corresponden a ellas (kg., ml., etc.). Finalmente, cada ciencia posee términos especiales que le son propios (hipertensión, gastritis, son términos propios de la medicina).



Luis Pasteur (1822-1895) trabajando en su laboratorio

A partir de estos términos se construyen afirmaciones o enunciados científicos. Ellos pueden ser de tres niveles de menor a mayor nivel de abstracción. Los enunciados de nivel 1 son los singulares, es decir, aquellos que se refieren a un caso particular o a un conjunto finito de casos y no contienen términos teóricos. Los de nivel 2 son universales, es decir, se refieren a todos los acontecimientos de un determinado tipo en todos los lugares y en todos los tiempos, tampoco contienen términos teóricos. Los de nivel 3 son enunciados singulares y enunciados universales que contienen términos teóricos.

Finalmente, el lenguaje científico debe carecer de dos características propias del lenguaje ordinario: vaguedad y ambigüedad. Ambas características dificultan la precisión. En el lenguaje cotidiano utilizamos palabras u oraciones que no tienen una única interpretación posible. Por ejemplo, «voy a ir al banco» puede ser interpretado como la casa donde se hacen ciertos trámites relacionados con el dinero o un tipo de asiento que se encuentre, generalmente, en las plazas. El término «banco», en este contexto, resulta, de esta manera, ambiguo, ya que no sé a ciencia cierta por cuál de estas interpretaciones posibles debo decidirme. En la ciencia, el uso de los términos debe ser claro y preciso y no debe prestarse a confusiones.

Inductivismo ingenuo

El inductivismo ingenuo nace con Francis Bacon a principios del S XIII. Este monje franciscano inglés propuso que la finalidad de la ciencia es la mejora de la suerte del hombre en la tierra y, según él, esa finalidad se lograría recogiendo hechos a través de la observación organizada y derivando de ella teorías. Insistía en que si queremos entender la naturaleza debemos consultarla, salir al mundo y observarlo, no leer los escritos de Aristóteles o la Biblia en busca de respuestas. Esta afirmación responde a la imposibilidad que existió durante mucho tiempo de la historia de la humanidad de ir contra los textos de Aristóteles o la Biblia. No se podía afirmar nada que los contradijera.

Desde el punto de vista gnoseológico, se inscribía en la vertiente empirista, según la cual se accede al conocimiento a través de los sentidos y no de la razón como sostenían Platón y, posteriormente, otros racionalistas tales como Descartes y aún, en cierta medida, el mismo Kant. En otras palabras, los sentidos me permiten conocer el mundo que me rodea y descubrir las leyes que lo gobiernan.

Esta corriente llega a su auge en la primera década del siglo pasado con el positivismo lógico. Allí, autores como Ayer y Wittgenstein sostienen una forma extrema de empirismo, en la cual no sólo las teorías se justifican en la medida en que se pueden verificar apelando a los hechos mediante la observación, sino que, además, sólo tienen «significado» en tanto se puedan derivar de este modo. Es decir, aquello que no se puede derivar de la observación, aquello que no se puede reconocer a través de los sentidos, no tiene ningún tipo de significado. Esto plantea un serio problema para la ciencia contemporánea. Sólo basta preguntarse si cosas tales como el ADN

Filosofía

o la fuerza de gravedad son observables. Es dudoso que se pueda sostener que alguien vio alguna vez estas cosas, lo cual implica que muchas de las teorías que se utilizan en la ciencia actual carecen de significado.

Para el intuicionista ingenuo, la ciencia comienza con la observación de los hechos: este es el primer paso de toda investigación y constituye un acto totalmente objetivo, libre de prejuicios, que proporciona una base segura a partir de la cual se puede derivar el conocimiento. Gracias a las observaciones que los científicos hacen del mundo, pueden realizar afirmaciones del tipo «está pelota cae cuando la suelto». Los enunciados a los que se llega de este modo (enunciados observacionales) forman así la base de la que se derivan leyes y teorías. Cualquier observador puede comprobar su verdad recurriendo a sus sentidos.



Pero estos enunciados son de nivel 1, es decir, singulares y como tales no interesan a la ciencia. A la ciencia no le interesa que la pelota que tengo en mi mano en este momento se vaya a caer si la suelto, su pretensión es alcanzar leyes, esto es, enunciados universales verdaderos que describan y expliquen el mundo y permitan predicciones. Su objetivo es arribar a enunciados del tipo «todo objeto que suelte de mi mano, caerá». Este tipo de afirmaciones son las leyes que la ciencia busca y que le permiten predecir lo que sucederá en el mundo. Permiten predecir que la pelota que tengo sujeta en mi mano, caerá si la suelto.

El paso de los enunciados observacionales a las leyes

Las dos funciones de la ciencia son la explicación y la predicción. Recurriendo a la ley sobre la caída de los cuerpos, se puede tanto explicar lo que sucede al abrir la mano que sostiene la pelota, como predecir qué sucederá antes de que efectivamente abra la mano.

Pero existe un problema: cómo se puede pasar de enunciados singulares a enunciados universales. Cómo se puede pasar de decir «esta pelota caerá si la suelto» a decir «toda pelota caerá siempre que la suelte». Dicho paso se lleva a cabo mediante un razonamiento inductivo que opera del siguiente modo

Este árbol tiene hojas verdes.
Este otro árbol tiene hojas verdes.
Este otro árbol también tiene hojas verdes.

Por lo tanto, todos los árboles tienen hojas verdes.

Pero el problema no está resuelto en lo más mínimo. Como sabemos, el razonamiento inductivo no es un razonamiento válido, es decir, que la verdad de las premisas no garantiza la verdad de la conclusión. En el ejemplo citado, la falsedad de la conclusión resulta obvia para cualquier persona. No hace falta observar demasiado para verificar que existen árboles con hojas de otros colores. Entonces, ¿cómo se puede justificar un enunciado universal basándose en la limitada evidencia de un número finito de enunciados observacionales? Un ser humano no es capaz de hacer todas las observaciones posibles, sino que realizará un número limitado de estas. ¿Cómo se puede asegurar que lo sucedido hasta ahora seguirá sucediendo siempre?

El inductivista insiste en que no debemos sacar conclusiones precipitadas. Su respuesta es que, suponiendo que se dan ciertas condiciones, es lícito generalizar y obtener una ley a partir de una serie de enunciados singulares verdaderos. Las condiciones quedan enunciadas en lo que se conoce como «Principio de Inducción», a saber: «si en una amplia variedad de condiciones se observa una gran cantidad de A y si todos los A observados poseen sin excepción la propiedad B, entonces, todos los A tienen la propiedad B».

Dicho de otro modo, los requisitos son:

- Número suficientemente grande de casos en los que se observa una determinada propiedad.
- Ningún caso en que no se observa.
- Amplia variedad de condiciones experimentales.

Vale decir que, si deseo investigar, por ejemplo, la posible relación entre abrir la mano y la caída de un objeto, debería tomar

una muestra de objetos suficientemente grande (es decir, hacer la prueba con muchos objetos), observar siempre que al abrir la mano estos se caen sin excepción (es decir, que no exista ningún caso en el que esto no suceda) y efectuar dicha observación bajo diferentes condiciones (soltar los objetos en distintas alturas, en distintos lugares geográficos, a distinta temperatura). Si siempre que abrí la mano, el objeto cayó, puedo concluir que existe una relación entre abrir la mano y que el objeto caiga. La ley a la que arribo de este modo me permitirá no sólo describir y explicar un fenómeno, sino que, además, me permitirá cumplir con una de las mayores pretensiones de la ciencia: predecir. Siguiendo con el ejemplo anterior, puedo efectuar la siguiente predicción: esta pelota que tengo ahora en mi mano caerá ni bien deje de sostenerla.

Críticas al inductivismo

1- El principio de inducción carece de justificación. En otras palabras, no hay manera de demostrar que dicho principio tiene algún tipo de validez. Para aceptar este principio como elemento que explica cómo funciona el razonamiento inductivo, primero se lo debe justificar, aceptarlo sin justificación equivaldría a una imposición. Existen tres vías de justificación para cualquier enunciado: *a priori*, lógica o empírica. Pero el Principio de Inducción no resiste ninguna de las tres vías.

Que algo se justifica *a priori* significa que es evidente y se lo acepta por ello. Es decir, no hay que demostrarlo, simplemente se cree en ello por lo claro que parece al afirmarlo. Pero la evidencia es un criterio subjetivo y arbitrario y, por lo tanto, no constituye legitimación alguna.

La vía lógica fundamenta aquellas inferencias obtenidas por deducción, pero este no es el caso de un razonamiento deductivo sino de uno inductivo y, como hemos visto, este no es un razonamiento válido (la verdad de las premisas no garantiza la verdad de la conclusión).

Utilizar la vía empírica para justificar el principio equivaldría a proceder del siguiente modo: en la historia de la ciencia se ha visto que en la ocasión X se usó como metodología la inducción alcanzándose resultados satisfactorios; en la ocasión X1 ocurrió lo mismo en la ocasión X2, etc. Dado que en varias ocasiones esta metodología de investigación ha tenido éxito, la misma resulta justificada. Pero esto no es válido, porque estamos utilizando un argumento inductivo. En otras palabras, se pretende justificar la inducción por medio de la inducción misma. Por lo tanto, se necesitaría una nueva justificación que tendría nuevamente el mismo problema y así al infinito.

2- El inductivismo parte de dos supuestos: que el futuro es semejante al pasado y que causas semejantes producen efectos semejantes.

Ejemplos:

- a) Si hasta ahora todos los cisnes que he visto son blancos, es de esperar que la próxima vez que vea un cisne, éste también lo sea.
- b) Si todos los alcohólicos que he examinado tenían hipertensión, puedo predecir que la ingesta de alcohol (causa) originará hipertensión arterial (efecto).

Según Hume, estos supuestos son insostenibles. Dice: «En el pasado se ha observado siempre que al relámpago le sigue el trueno (causas semejantes tienen efectos semejantes). El fogonazo de magnesio que se quema ante mí ahora mismo es semejante al relámpago, luego tengo razones para esperar el trueno. Contra un razonamiento como éste, podría objetarse que es importante distinguir entre semejanza relevante e irrelevante: el fenómeno luminoso no es ninguna semejanza relevante. El supuesto tendría pues que reformularse: las causas que son semejantes entre sí en forma relevante tienen efectos semejantes. ¿Pero cómo puede definirse el concepto de «semejanza relevante»? Dos acontecimientos son semejantes entre sí en forma relevante sí y sólo sí en el sentido de que conducen a los mismos efectos».

3- Los inductivistas sostienen que la observación cuidadosa y sin prejuicios proporciona una base segura apoyándose en dos supuestos: por un lado, que un observador humano tiene acceso directo al mundo exterior y, por otro, que dos observadores que vean el mismo objeto o hecho desde el mismo lugar verán lo mismo.

Pero, hay que tener presente que la observación de los hechos no es el primer paso en una investigación científica. No todos los datos parecen tener «sentido» dentro de una investigación y ello es así porque hay una teoría «previa» a la observación, en función de la cual se seleccionan únicamente los hechos que se consideran «relevantes» para la misma. La teoría permite, entonces, seleccionar los hechos pertinentes y, además, guía el proceso de investigación.

Inductivismo crítico

El inductivismo ingenuo intenta escapar a la primera de las críticas (la única que acepta) mediante una «retirada» a la probabilidad: no podemos garantizar cien por ciento la verdad de los enunciados universales, sin embargo, ellos pueden ser «probablemente» verdaderos.

El Principio de Inducción se formula del siguiente modo: «si en una amplia variedad de condiciones se ha observado un gran número de A y si todos los A observados poseen sin excepción la propiedad B, entonces, probablemente todos los A posean la propiedad B».

Puede parecer intuitivamente plausible que, aplicando una prueba estadística, aumente la probabilidad de verdad. Se podría llegar a creer que cuantas más veces observe que al soltar un objeto este cae, la probabilidad de que al soltar un nuevo objeto este caiga, aumenta. Lo que se intenta decir es que ya que no se puede asegurar que siempre que abra la mano el objeto caerá, ya que nada garantiza que esto seguirá siendo así debido a que la observación siempre es limitada, al menos se puede sostener que cuantos más casos en los que esto sucede vea, la probabilidad de que vuelva a suceder aumentará.

Pero esta intuición no resiste un examen. Aunque se hagan cientos de experimentos observando este hecho, dichos experimentos siempre contarán con un número finito de observaciones, no se pueden verificar todos los casos posibles. Mientras que un enunciado universal, una ley científica, hace afirmaciones acerca de un número infinito de posibles situaciones. La probabilidad de que sea cierta la generalización universal es, por tanto, un número

finito dividido por un número infinito, lo cual sigue siendo cero por más que se aumente el número finito de enunciados observacionales.

Por otro lado, la estadística no tiene una fundamentación fáctica. En otras palabras, no hay forma de que se la explique a través de la observación. Por ser una rama de las Matemáticas, parte de axiomas, esto es, de verdades «evidentes» o aceptadas por convención.

Falsacionismo ingenuo

Karl Popper es el autor de esta metodología. Sus características principales son las siguientes:

- 1- La teoría precede a la investigación y la guía.
- 2- Las hipótesis surgen como conjeturas especulativas y provisionales que el intelecto humano crea libremente, o por inducción, en un intento por solucionar los problemas.
- 3- Una vez propuestas, han de ser comprobadas por observación y experimentación.
- 4- Las que no superan las pruebas deben ser eliminadas y reemplazadas por otras.
- 5- Por lo tanto, la ciencia progresa por ensayo y error.
- 6- Sólo sobreviven las teorías más aptas. Aunque nunca se puede decir de una teoría que es verdadera, se puede decir que es la mejor disponible.
- 7- Usa el razonamiento deductivo.

Según esta teoría, los científicos trabajan tratando de demostrar que aquello que afirman es falso. Volviendo al ejemplo de la mano y la pelota: los científicos partirían de una teoría que afirma la relación entre abrir la mano y la caída de la pelota. A partir de ella harían afirmaciones singulares con «cuando abra mi mano, esta pelota no caerá». Lo que un científico intenta hacer es refutar, demostrar que la teoría por él defendida es falsa. Y lo hace a partir de enunciados singulares que contradicen dicha teoría.

Popper sostiene esto porque frente a un enunciado observacional verdadero, la hipótesis que se pretende justificar mediante él puede ser verdadera o falsa; mientras que, frente a un enunciado observacional falso, se asegura la falsedad de la hipótesis. Es decir, si al soltar la mano, la pelota no cae, entonces, la hipótesis principal (todas las pelotas caen cuando abro la mano) es falsa, mientras que si la pelota cae, yo no puedo demostrar que la hipótesis sea verdadera, simplemente puedo decir que, en este caso, ocurrió lo que ella predecía. Es por ello, que los falsacionistas sostienen que nunca se puede estar seguro de la verdad de la teoría científica, pero sí de su falsedad. El científico debe trabajar para refutar (o falsar) su hipótesis. Si no logra demostrar que la hipótesis es falsa, la acepta «provisoriamente» como hipótesis corroborada, pero dejando abierta la posibilidad de una futura falsación.

Es decir, una hipótesis es científica cuando es falsable y una hipótesis es falsable cuando existe por lo menos un enunciado observacional lógicamente posible que de ser verdadero entra en contradicción con la hipótesis.

Ejemplo:

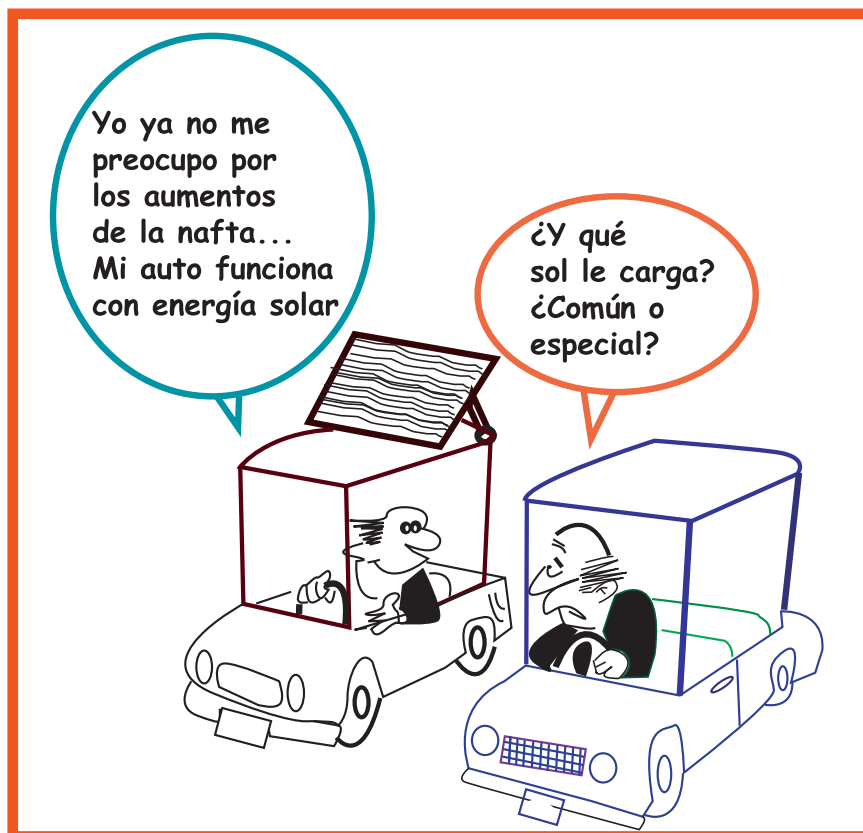
«Todas las sustancias se dilata al ser calentadas».
Esta es una hipótesis falsable y además falsa porque existe un enunciado lógicamente posible que dice:
«Este trozo de hielo no se dilata al ser calentado».
Dado que este enunciado observacional es verdadero, entra en contradicción con la hipótesis y esta resulta ser falsa.

Existen diferentes «grados» de falsabilidad. Una hipótesis es tanto más falsable cuanto más precisa y clara.

Ejemplos:

- 1- «Una persona me saludará mañana», es falsable.
- 2- Una persona de sexo masculino, de 20 años, vestida de azul, me saludará mañana a las 15 hs., es mucho más falsable.

Popper propone, además, que las hipótesis científicas sean más «audaces». Una conjetura es audaz cuando entra en contradicción con las teorías aceptadas en la época. La astronomía de Copérnico, que colocaba al Sol en el centro del universo, era audaz en 1543 porque chocaba con el supuesto básico de que la tierra estaba inmóvil en el centro del universo. Hoy en día no se la considera audaz.



Actividad

- Imaginen cómo se corroboraría la teoría sobre el movimiento del coche a partir de la energía solar según Popper.



Así, las conjeturas se consideran audaces o no por referencia al conocimiento básico relevante para un determinado contexto socio-histórico.

La corroboración de una hipótesis audaz, sin duda, determina un avance científico mucho mayor que en el caso de la corroboración de hipótesis prudentes, mientras que su falsación no implica retroceso. Si se corrobora una hipótesis audaz, esto puede significar un cambio radical en la ciencia, mientras que si se refuta dicha hipótesis, la ciencia no sufre ningún tipo de cambio o daño.

Esquema de cómo trabaja un falsacionista

Frente a un problema se formula una hipótesis para resolverlo. El contexto de descubrimiento, es decir, el origen de la hipótesis, no tiene importancia. Ella puede nacer por inducción, por elucubración teórica o ser el producto de una fantasía, sueño, pálpito, corazonada, etc. Se dice que Kekulé descubrió la estructura del anillo de benceno en un sueño. Lo importante es el contexto de justificación, es decir, cómo se legitima, cómo se trata de introducir esa hipótesis como parte de la ciencia aceptada, dado que las hipótesis que pretenden ser leyes son enunciados universales. Por lo tanto, es imposible contrastarlos directamente con la realidad. Es preciso obtener hipótesis derivadas para ir bajando el nivel de abstracción hasta llegar a enunciados observacionales, (aquellos que afirman cosas que se pueden observar directamente en el mundo), que son los contrastables. Este enunciado observacional se contrasta con la base empírica mediante una observación o experimento pertinente. Es decir, una vez que se tiene un enunciado que habla sobre cosas concretas del mundo, se debe realizar un experimento que permita verificar la verdad o falsedad de dicho enunciado. Una vez hecho el experimento, pueden obtenerse dos resultados posibles:

Filosofía

1- Que el enunciado observacional sea falso. En este caso, la hipótesis de partida queda refutada dadas las características del razonamiento deductivo: la hipótesis es descartada y deberá formularse otra conjetura para resolver el problema repitiendo el proceso de contrastación.

2- Que el enunciado observacional sea verdadero. En este caso, la hipótesis de partida puede ser verdadera o falsa, pero, por el momento, ha sobrevenido a la contrastación. Si resulta también verdadero, se repetirá el proceso unas cuantas veces hasta que se produzca lo que Popper denomina la «renuncia epistemológica»: el científico abandona su pretensión de falsar la hipótesis y dado que ha resistido una serie de contrastaciones la acepta «provisoriamente» como corroborada.

Ejemplo:

Problema: Asma en un adolescente.

Hipótesis fundamental: El asma es producido por alergias.

Hipótesis derivadas: - Los pelos de los animales domésticos están relacionados con las alergias.

- La inhalación de los pelos de animales domésticos, produce problemas en la respiración.

- Si elimino los animales domésticos, no se inhalarán los pelos y no se producirá la alergia.

Enunciado observacional: Juan y Pedro (miembros de la familia problema) serán separados de sus animales domésticos.

Si el enunciado observacional resulta falso (es decir, si a pesar de la desaparición de los animales domésticos continúa con la sintomatología) la hipótesis de partida será falsa.

Crítica o limitación del falsacionismo ingenuo

1- Los falsacionistas admiten que la teoría precede y guía la observación. Implícitamente, están diciendo, entonces, que los enunciados observacionales, al depender de la teoría, son falibles, que no existen enunciados observacionales completamente seguros. En otras palabras, como la teoría se formula antes que los enunciados que se utilizan en los experimentos, estos dependen de la teoría, están guiados por ella. Uno va al mundo y observa teniendo en cuenta la teoría.

Por otro lado, al realizarse la contrastación, al hacer el experimento, puede que sea el enunciado observacional el que esté equivocado, puede que la descripción que hace sobre el mundo sea errónea y no que esté mal la hipótesis de partida. La ciencia está llena de ejemplos de rechazo de enunciados observacionales y conservación de las teorías con los que chocan.

Eso fue precisamente lo que sucedió cuando se conservó la teoría de Copérnico y se rechazó la observación realizada a simple vista de que Venus no varía apreciablemente de tamaño a lo largo del año, lo cual es incompatible con la teoría copernicana.

Caemos entonces en un grave problema: ¿cómo se justifican los enunciados observacionales? Los enunciados sólo se justifican por medio de otros enunciados. Entonces, ¿cómo establecemos la conexión entre experiencias perceptuales (obviamente subjetivas)

y los enunciados observacionales que deben ser objetivos? Parece imposible encontrar una conexión entre aquello que una persona determinada observa y un enunciado que finalmente será justificado por otro enunciado. Popper es consciente de esta limitación y la denomina «el problema de la base empírica».

2- Los falsacionistas dejan de lado algo fundamental y es que una teoría no está formada por un sólo enunciado universal, sino que consta de un conjunto de enunciados universales. Además, para contrastarla habría que recurrir a algo más que los enunciados observacionales, es decir, habría que aumentar la teoría mediante leyes y teorías que rigen el uso de los instrumentos utilizados, además, serían necesarias ciertas condiciones del marco experimental.

En una palabra, al contrastar una hipótesis fundamental mediante los enunciados observacionales derivados de ella, en la experiencia entran en juego también toda una serie de hipótesis y teorías presupuestas y auxiliares. Entonces, ante un enunciado observacional falso, no podemos estar completamente seguros de la falsedad de la hipótesis de partida. Puede ser, en efecto, que la que falle sea la teoría sometida a prueba, pero también puede ser que el responsable de la predicción incorrecta sea algún supuesto auxiliar o alguna parte de las condiciones iniciales.

Para los falsacionistas, un hecho histórico embarazoso es el que si los científicos se hubieran atenido estrictamente a su metodología, aquellas teorías que se consideran mejores ejemplos de teorías científicas habrían sido rechazadas desde su gestación. Tal es el caso de la teoría gravitatoria de Newton que fue falsada por las observaciones de la órbita lunar.

Falsacionismo sofisticado

Con respecto a la primera de las limitaciones, el mismo Popper afirma que no existe un paso simple que conecte las experiencias perceptivas individuales, es decir, lo que cada persona ve, con los enunciados observacionales objetivos que garantice la verdad de los mismos. Los observadores «dicen» aceptar o no un determinado enunciado observacional. Su «decisión» sobre esta cuestión estará motivada, en parte, por las experiencias perceptivas, pero ninguna experiencia individual será suficiente para establecer la validez de un enunciado observacional. Es decir, aceptar o no un enunciado acerca de lo que sucede en el mundo, dependerá, en parte, de lo que se observe, pero no exclusivamente de esto. Por otro lado, aquello que se observa está guiado por la teoría misma.

1- Popper concluye con la siguiente metáfora: «la base empírica de la ciencia objetiva no tiene, por consiguiente, nada de «absoluto». La ciencia no descansa en una sólida roca. La estructura audaz de sus teorías se levanta, como si dijéramos, sobre un pantano. Es como un edificio contraído sobre pilotes. Los pilotes son hincados desde arriba en el pantano, pero no en una base «dada» o natural; y si no hincamos los pilotes más profundamente no es porque hayamos alcanzado suelo firme. Simplemente paramos cuando nos satisface la firmeza de los pilotes, que es suficiente para soportar la estructura, al menos, por el momento» (Popper, Karl: La lógica de la investigación científica, Londres, hutchinson, 1968, pag. 111).

Los enunciados observacionales son falibles, pueden estar equivocados y su aceptación es sólo provisional y está sujeta a revisión, es decir, que se los acepte hoy, no quiere decir que no se los rechace mañana. Las teorías tampoco se pueden falsear de un modo concluyente.

Filosofía

En lo que hace a la segunda limitación, el falsacionista sofisticado introduce las llamadas hipótesis ad hoc. Estas sirven para evitar que una teoría sea refutada. Impiden que una teoría sea falsada, pero introducen elementos que no pueden corroborarse ni falsarse. Técnicamente se definen como aquellas modificaciones que no tienen consecuencias comprobables que no fueran ya consecuencias comprobables de la teoría sin modificar.

Un ejemplo tomado de la historia de la ciencia aclarará el concepto: Galileo afirmó a sus adversarios aristotélicos que la luna no era una esfera lisa sino que su superficie estaba llena de montañas y cráteres. Esto no podía ser captado por una mentalidad escolástica pues entraba en contradicción con uno de sus principios más importantes según el cual la figura perfecta es la esfera y los astros, producto de la creación divina, no podían no ser esferas perfectas. Para evitar la refutación, sugirieron que había una sustancia invisible en la luna que llenaba los cráteres y cubría las montañas de tal manera que la forma de la luna era perfectamente esférica.

Cuando Galileo preguntó cómo se podía detectar la presencia de la sustancia invisible, la réplica fue que no había manera; por lo tanto, la teoría modificada no produjo nuevas consecuencias comprobables. Galileo, exasperado, admitió la existencia de tal sustancia invisible, pero insistió en que ella no estaba dispuesta en la manera en que sugerían sus rivales, sino que respetaba los relieves del satélite terrestre.

Irme Lákatos y el falsacionismo sofisticado

Una variante de falsacionismo sofisticado es la introducida por Irme Lákatos. Sostiene que hay que considerar las teorías como totalidades estructuradas de algún tipo.



Telescopio del siglo XVI, tablas de Tycho Brahe y primera edición de la obra de Copérnico *De Revolutionibus*, con anotaciones de Tycho Brahe (Casa de Kepler en Praga)

Su afirmación se basa en tres argumentos:

- 1- La historia de la ciencia revela que la evolución de las principales ciencias muestran una estructura que no captan ni la concepción inductivista ni la falsacionista.
- 2- Los conceptos adquieren su significado en función de la estructura de la teoría en que aparecen (ej.: el concepto newtoniano de masa tiene un significado sólo en su teoría; Newton no puede definirla en términos de conceptos prenewtonianos).

3- La ciencia avanza de un modo más eficaz si las teorías están estructuradas; deben ser estructuradas sin límites que ofrezcan un «programa» de investigación.

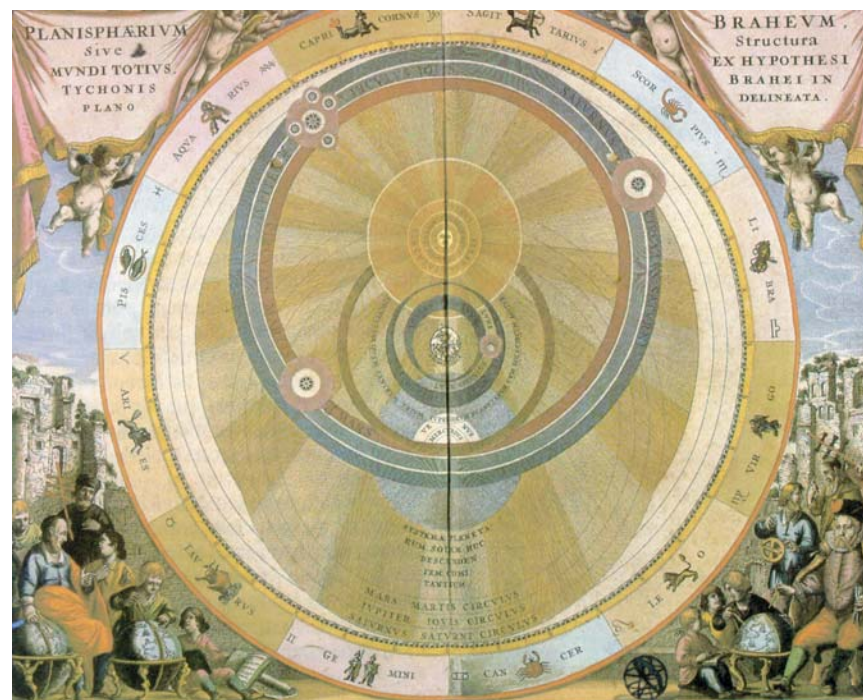
Un programa de investigación es una estructura que sirve de guía a la futura investigación tanto en modo positivo como negativo. Según este autor, toda teoría científica está formada por un núcleo central (son las hipótesis más importantes de una teoría, las que hacen que la teoría sea la que es y que si se refutan, la teoría como tal desaparece) y un cinturón protector (son hipótesis auxiliares y colaterales que pueden ser refutadas sin que la teoría se vea realmente afectada). La heurística negativa implica que no se pueden rechazar ni modificar los supuestos básicos del programa que constituyen así su núcleo central. Este núcleo central está protegido frente a la refutación por un cinturón protector constituido por hipótesis auxiliares, colaterales, etc.

El núcleo central se vuelve irrefutable por la «decisión metodológica de sus protagonistas» (Lakatos, I., Musgrave, A.: *Cristism and the growth of knowledge*, Cambridge, University Press, 1974, pag. 43-178). Cualquier científico que modifique el núcleo central se apartará de ese determinado programa.

El siguiente ejemplo histórico aclarará el concepto de heurística negativa de un programa: el núcleo central de la astronomía copernicana lo constituían los supuestos de que la tierra y los planetas giran alrededor de un sol inmóvil y que la Tierra gira sobre un eje una vez al día. Tycho Brahe se apartó del programa de investigación copernicana e inició otro al proponer que todos los planetas, excepto la Tierra, giran alrededor del Sol; al tiempo que el propio Sol gira alrededor de la Tierra, la cual está inmóvil. El cinturón

protector de la teoría copernicana incluía el desarrollo de una óptica y una mecánica adecuadas.

La heurística positiva pretende desarrollar el programa para completar el núcleo central con nuevos supuestos que permitan explicar y predecir los fenómenos aún no aclarados por los conocimientos presentes.



Planisferio de Tycho Brahe: el Sol, la Luna y las estrellas giran en torno a la Tierra, pero los cinco planetas giran alrededor del Sol

La metodología de Lakatos incluye las hipótesis *ad hoc* en el sentido de hipótesis que no son comprobables de forma independiente.

Sostiene además que los méritos de un programa se tienen que juzgar por la medida en que dichos programas progresan o degeneran.

La dificultad que presenta este criterio de aceptación o rechazo es que el mismo va unido al factor tiempo, es decir, que no se puede estipular cuánto se debe esperar para decidir a favor o en contra del programa. Siempre es posible que una modificación del cinturón protector conduzca a un descubrimiento relevante que haga que el programa reviva. De modo tal que no se puede decir nunca de modo absoluto que un programa de investigación es mejor que otro rival; sólo se pueden decidir los méritos relativos de dos programas retrospectivamente.

Racionalistas y relativistas

Las concepciones descritas hasta este punto podrían englobarse dentro de lo que llamaremos racionalismo, en oposición al relativismo.

Los racionalistas sostienen que, en lo que respecta a la valoración y elección de las teorías y a la forma de demarcación entre ciencia y no ciencia (dos cuestiones epistemológicas fundamentales), existe un único criterio universal e intemporal (para los inductivistas, el apoyo empírico e inductivo que recibe una teoría; para los falsacionistas, la falsabilidad de las hipótesis; para Lakatos, el ajustarse o no a un programa de investigación y la progresividad).

Al respecto dice Lakatos: «si no hay una forma de juzgar una teoría a no ser evaluando el número, la fe y la energía vocal de sus defensores, entonces, la verdad reside en la fuerza, el cambio científico es un asunto de psicología de masas; el progreso científico consiste esencialmente en subirse al carro. A falta de criterios racionales que guíen la elección de una teoría, el cambio de teoría

resulta similar a la conversión religiosa» (Lakatos, I., Musgrave, A.: *Criticism and the growth of knowledge*, Cambridge University Press, 1974, pag. 43-178).

Los relativistas, en cambio, niegan que exista un criterio universal e intemporal. La valoración de una disciplina o teoría científica varía de un individuo a otro y de una sociedad a otra. La variación estará en relación con lo que cada sujeto y cada comunidad considere importante. Kuhn dirá que no hay ninguna norma superior a la aprobación de la comunidad correspondiente. Por lo tanto, la distinción entre ciencia y no ciencia será variable, no hay una categoría única, no existe algo así como «La Ciencia», intrínsecamente superior a otras formas de conocimiento. La comprensión de la elección por parte de un individuo o de una comunidad de una determinada teoría, requerirá una investigación psicológica o sociológica respectivamente.

Kuhn: paradigma-teorías como estructura-revoluciones científicas

El título de este párrafo enuncia los conceptos claves de la posición de este físico dedicado a estudiar la historia de la ciencia. En su tarea como historiador, comprendió que la ciencia no avanza en forma lineal y progresiva, como sostiene el positivismo, sino que su avance se realiza en términos de revolución. Los factores sociológicos desempeñan un rol fundamental en este proceso que puede resumirse de la siguiente manera: la actividad científica reconoce tres etapas:

1- Pre-hitórica o pre-paradigmática: esta etapa se caracteriza porque no existen opiniones o creencias compartidas unánimemente por los científicos. Esto da lugar a una serie

de escuelas que compiten entre sí y, ante la ausencia de un programa en común, la comunidad entre los científicos resulta sumamente difícil. Podríamos decir, para ejemplificar, que es el estadio en que se encuentra la psicología en la cual existen diferentes escuelas, por ejemplo, la escuela freudiana, lacaniana, conductista, etc.

2- Ciencia normal: en esta etapa, la comunidad científica adopta un paradigma. El mismo Kuhn señala la dificultad de establecer el concepto de paradigma. A grandes rasgos, diremos que un paradigma está constituido por los supuestos teóricos generales, leyes y técnicas para su aplicación, los instrumentos de una teoría (por ejemplo, el uso de telescopios o microscopios) que adoptan los miembros de una comunidad para trabajar dentro de él. En la ciencia normal, los científicos no critican el paradigma en el que trabajan y esto es lo que los diferencia de la etapa pre-paradigmática, en la cual existe desacuerdo en lo fundamental y debate constante. Aquí, el científico no necesita justificar su enfoque y dedica todo su esfuerzo a la articulación del paradigma con los problemas de la realidad. La ciencia normal se describe como la actividad de resolver problemas, gobernada por las reglas de un paradigma: «los paradigmas obtienen su estatus debido a que tienen más éxito que sus competidores para resolver problemas que el grupo ha llegado a reconocer como agudos. Sin embargo, el tener más éxito no quiere decir que tenga un éxito completo en la resolución de un problema determinado o de un número considerable de problemas (...). El éxito de un paradigma es al principio como una «promesa» de éxito (...). La ciencia normal consiste en la realización de esa promesa (...). Esa empresa parece ser un intento de obligar a la naturaleza a que encaje

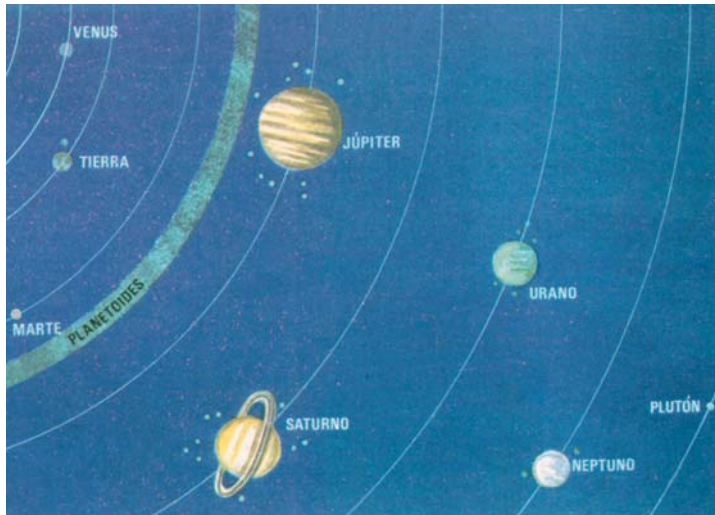
dentro de los límites preestablecidos y relativamente inflexibles que proporciona el paradigma» (Kuhn, T. S.: *La estructura de las revoluciones científicas*).

3- Crisis y revolución científica: en todos los paradigmas existen problemas sin resolver y cada paradigma cuenta con los métodos e instrumentos para resolver dichos problemas. Pero existen otros que no tienen una solución dentro del paradigma. Kuhn compara estos paradigmas con rompecabezas. Las piezas existen y sólo hay que armarlo, pero hay ciertas piezas que no están. Cuando las piezas que faltan, o mejor dicho, cuando los problemas sin solución que presenta el paradigma son demasiado numerosos o se vinculan con necesidades sociales apremiantes, resultan lo suficientemente graves como para provocar su crisis. Según Kuhn, el análisis de un período de crisis corresponde tanto al psicólogo como al historiador.

La gravedad de una crisis aumenta cuando hace su aparición un paradigma rival. El nuevo paradigma considerará al mundo desde una apertura diferente. La misma «realidad» se ve de manera distinta (recordemos por ej. que el paradigma aristotélico del universo distinguía la región supralunar, eterna e incorruptible, del mundo sublunar, perecedero y sometido al cambio). Los paradigmas rivales considerarán, entonces, como relevantes distintas «cuestiones» (por ej. el peso del flogisto era importante para los químicos anteriores a Lavoissier e irrelevante para este). Del mismo modo, los paradigmas consideran normas diferentes e incompatibles. En síntesis, los defensores de paradigmas rivales «viven en mundos distintos».

Filosofía

Pero entonces, ¿cómo se lleva a cabo el cambio de paradigmas si hay tanta inconmensurabilidad, si no hay posibilidad de comparación entre ellos?



La imagen representa
a los planetas del sistema solar recorriendo sus órbitas

Para Kuhn, el abandono de un paradigma y la aceptación de otro es una cuestión no susceptible de análisis racional. Es algo semejante a una «conversación religiosa». Los factores que resultan eficaces para lograr el cambio corresponden a la psicología y a la sociología. No existe ningún argumento puramente lógico que demuestre la superioridad de un paradigma sobre otro. Esto es así porque al ser modos de apertura del mundo distintos, no hay puntos en común que actúen como premisas a partir de las cuales argumentar. No existe manera alguna de comparar los paradigmas entre sí y, por esta razón, Kuhn dice que son inconmensurables. Por eso, Kuhn compara las revoluciones científicas con las revoluciones políticas: «la elección entre paradigmas rivales resulta ser una elección entre modos incompatibles de vida comunitaria y ningún argumento puede ser lógico, ni si quiera probabilísticamente convincente» (Kuhn, T. S.: *La estructura de las revoluciones científicas*).

Kuhn niega ser un relativista y afirma que el criterio universal por el cual se pueden juzgar los méritos de las teorías es la capacidad de resolver problemas. Sin embargo, recordemos que lo que se considera como «problema» dependerá del paradigma o de la comunidad. Por otro lado, el criterio de demarcación que ofrece entre ciencia y no ciencia, es la medida en que el campo de estudio en cuestión es capaz de respaldar una tradición científica normal.

Quizá el aspecto más importante en que la postura de Kuhn difiere del relativismo es su gran respeto por la ciencia. Al igual que Lakatos, no mantiene que la ciencia sea superior a otros campos de estudios, pero, a diferencia de este, lo supone.

El relativismo de Feyerabend

La propuesta de Feyerabend la convierte en una utopía y, como toda teoría relativista, se anula a sí misma, cayendo en autocontradicciones. Si «todo es relativo», este mismo enunciado también lo es.

Si todos deben seguir sus inclinaciones individuales y hacer lo que quieren, como propone este autor, entonces «todo vale». En la práctica significa que «todo sigue igual».

Además, siguiendo a Lakatos, «si no hay forma de juzgar una teoría a no ser evaluando el número, la fe y la energía vocal de sus defensores, entonces la verdad reside en la fuerza, el cambio científico se convierte en psicología de masas y el progreso científico consiste precisamente en abrirse al carro» (Lakatos, I., Musgrave, A.: *Criticism and the growth of knowledge*).

La obra magna de Feyerabend, *Contra el método*, encierra en su título el pensamiento anarquista de este autor.

Para él, ninguna de las ideologías propuestas hasta ahora ha tenido éxito. Así lo demuestran los principales acontecimientos de la historia de la ciencia. Muchos científicos no han seguido en sus investigaciones las reglas propuestas y, sin embargo, han alcanzado logros importantes. Todas las metodologías tienen sus limitaciones y la única regla que queda en pie es la de todo vale.

Comparte con Kuhn la tesis de la inconmensurabilidad de las teorías rivales, apoyándose en hechos históricos como la mecánica newtoniana. La elección entre teorías es, en última instancia, una cuestión objetiva: «lo que queda (después de haber eliminado

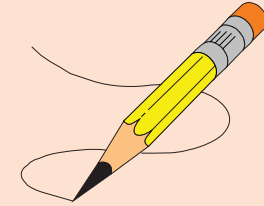
la posibilidad de comparar lógicamente teorías comparando conjuntos de consecuencias deductivas) son juicios estéticos, juicios de valor, prejuicios metafísicos, anhelos religiosos; en resumen, lo que queda son nuestros deseos subjetivos».

Considera que los epistemólogos dan por supuesto, sin argumento alguno, que la ciencia constituye el paradigma de la racionalidad. Pero, para Feyerabend, la ciencia no es necesariamente superior a otro campo. Precisamente, en consecuencia con su tesis de inconmensurabilidad, no puede haber un argumento decisivo en su favor.

Defiende lo que denomina «actitud humanitaria» y sostiene que los hombres deberían ser libres para elegir entre lo científico y lo no científico. La institucionalización de la ciencia en nuestra sociedad es incompatible con la actitud humanitaria. «Así, mientras no se le permite todavía elegir que su hijo estudie magia en lugar de ciencia en la escuela. Hay una separación entre Iglesia y Estado, pero no entre Estado y ciencia».

Actividades

- 1) Den ejemplos de enunciados observacionales y de enunciados universales. Expliquen los ejemplos.
- 2) Expliquen las diferencias entre teorías racionalistas y relativistas.
- 3) Expliquen las diferencias entre Kuhn y Feyerabend.
- 4) En grupos, formulen un experimento que permita refutar una teoría teniendo en cuenta la forma en que Popper dice que trabajan los científicos. Expliquen por qué eligió ese experimento teniendo en cuenta lo dicho por Popper.
- 5) Expliquen qué diría Kuhn en relación a ese experimento. ¿Qué diría Lakatos?
- 6) Lean atentamente este texto tomado de <http://cea.cielosur.com/historiaas/copernico.htm>:



Nicolás Copérnico (1473 1543) Astrónomo polaco a quien se debe la formulación de la teoría heliocéntrica, es decir el haber desplazado el centro del Universo desde la Tierra al Sol, encaminando esa revolución que, en el término de dos siglos, a través de la contribución de Galileo, Kepler y Newton, conducirá a una renovación total de las bases de la astronomía. La centralidad del Sol no es una idea original de Copérnico, ya fue adelantada por los antiguos filósofos griegos desde el siglo III a. J. C. En la antigüedad, el más importante sostenedor de un sistema heliocéntrico del Universo fue Aristarco de Samos quien, tomando las concepciones de Heraclides del Ponto, afirmó que todos los planetas, comprendida la Tierra, giran alrededor del Sol. En la época de Copérnico aún imperaba el sistema de Claudio Tolomeo quien negaba a la Tierra cualquier movimiento, tanto de revolución como de rotación alrededor de su propio eje, y la

ponía en el centro de las rotaciones realizadas por los planetas y el Sol a su alrededor. Para explicar el movimiento de las estrellas, Tolomeo las imaginaba fijas a una esfera celeste que también estaba animada de un movimiento rotatorio. El sistema tolomeico estaba complicado con otros mecanismos. Por ejemplo, para explicar el estacionamiento y el movimiento retrógrado de los planetas en determinados períodos del año, el astrónomo griego debió atribuir a cada planeta dos movimientos: uno circular (epiciclo) alrededor de un punto; el otro, desde este punto sobre una órbita circular, pero excéntrica, con respecto a la Tierra inmóvil (excéntrico). Copérnico se dio cuenta que el movimiento de los astros es una mera apariencia: en su obra más importante «De revolutionibus orbium coelestium», publicada en el año de su muerte, dice: «...cuando un barco navega sin sacudidas, los viajeros ven moverse, a imagen de su movimiento, todas las cosas que les son externas y, a la inversa, creen estar inmóviles con todo lo que está con ellos.

Ahora, en lo referente al movimiento de la Tierra, de manera totalmente similar, se cree que es todo el Universo íntegro el que se mueve alrededor de ella...» Copérnico, contra lo que pueda pensarse, fue inducido a abandonar el sistema tolomeico, porque se dio cuenta que los resultados de sus observaciones astronómicas diferían de las posiciones de los astros calculadas según aquél sistema. Por lo tanto, desplazó el origen de las rotaciones del centro de la Tierra al centro del Sol, sin renunciar sin embargo a los movimientos circulares. Pero aún acercándose de esta manera a la realidad, no logró encontrar la razón de los movimientos aparentes de los astros, por lo cual tuvo que recurrir a los epiciclos. Será mérito de Kepler, algunos años más tarde, intuir la forma elíptica de las órbitas y archivar para siempre los complicados esquemas epicicloidales. La biografía de Copérnico presenta muchas lagunas e incertidumbres, a partir de su nacionalidad que, según algunos estudiosos, no es polaca sino alemana. Nace probablemente en 1473 en la ciudad libre de Thorn, entonces en territorio polaco, y después de haber realizado los estudios en la universidad de Cracovia, fue a perfeccionarse a Italia, donde se quedó durante ocho años, entre 1496 y 1503, frecuentando los ateneos de Bolonia, Roma, Padua, y Ferrara. Típico exponente de la cultura del renacimiento, se interesó en muchas disciplinas: medicina, teología, derecho canónico y astronomía. Conocía perfectamente el latín y el griego y estudió a los clásicos directamente en las fuentes. En Bolonia realizó observaciones astronómicas junto con D.M. Novara, titular de aquella cátedra de astronomía.

En 1505 volvió a su patria donde obtuvo una canonjía en Frauemburg. Algunos años más tarde heredó bienes de su tío obispo y se aseguró una vida desahogada. Durante veinte años, desde 1509 a 1529, Copérnico acumuló observaciones astronómicas y medidas para confirmar su teoría heliocéntrica. En 1533 circulaba un resumen de ésta con el título «Commentariolus», que llegó a las manos del Papa Clemente VII. Recibió, por parte de varios estudiosos, exhortaciones

y estímulos para publicar su obra completa en seis libros y, después de muchas resistencias, se decidió a confiar el manuscrito a su amigo Tiedmann Giese, obispo de Kulm, que encargó al pastor luterano Andre Osiander realizar la impresión en Nuremberg. Este, temiendo el impacto de la nueva doctrina sobre la cultura de la época, escribió por iniciativa propia un prefacio a la obra en el que advertía al lector que las ideas del autor debían considerarse puras hipótesis, no necesariamente verdaderas y ni siquiera verosímiles. Copérnico no leyó este prefacio, ahorrándose así una aflicción más; el libro fue publicado poco después de su muerte el 24 de mayo de 1543. El «De revolutionibus» se convertirá en el punto de partida sobre el que Galileo Galilei basará su batalla para la reforma de la astronomía.

a) Expliquen el sistema de Ptolomeo y el de Copérnico.

b) Teniendo en cuenta la forma en que Kuhn habla de paradigmas, ¿cree que se trata de dos paradigmas distintos? ¿Por qué?

7) Miren la película Despertares. Contesten en grupos: ¿El protagonista se comporta como un verdadero científico? Para contestar esta pregunta elija dos de las teorías vistas en este capítulo y justifique su respuesta.

8) En grupos, imaginen una teoría científica a partir de la propuesta de Feyerabend. Expliquen la elección y definan cómo entienden ciencia a partir de la teoría científica por ustedes inventada.

9) En grupos, imaginen un experimento científico que pueda ser tomado como válido para los inductivistas ingenuos.