

La ciencia contemporánea

Introducción

La materia es energía, decía Einstein a comienzos de siglo. Heisenberg formulaba el principio de indeterminación, la tecnología abría cada vez más el universo al ojo del hombre y nos acercaba a fenómenos antes inaccesibles.

Ciencia y tecnología, cada una desde su ámbito propio, cruzan colaboraciones al punto que la ciencia sugiere aplicaciones tecnológicas y la tecnología provoca nuevos descubrimientos científicos.

Podemos decir, sin temor a equivocarnos, que el siglo XX ha sido el siglo de la ciencia y la tecnología. Éstas han revolucionado nuestro mundo hasta transformar la vida cotidiana, el modo de comunicarnos, el modo de aprender y la manera de pensar.

Por eso queremos ofrecerles las ideas de algunos pensadores contemporáneos, científicos y filósofos a los que se los llama **epistemólogos**, porque se ocuparon de poner en ideas este nuevo fenómeno que es la ciencia contemporánea.

Discuten acerca de dónde fundamentar las afirmaciones científicas, cómo podemos diferenciar a la ciencia de los otros discursos no científicos, qué relación hay entre ciencia y filosofía y cómo procede el científico cuando elabora una teoría. Estamos acostumbrados a pensar la ciencia como un saber seguro, que ofrece conocimientos verdaderos que no cambian, unánimemente aceptados. Sin embargo, estos pensadores nos van a mostrar que esa seguridad y esas certezas se han transformado, así como también las formas de validar los resultados, los métodos, la forma de pensar el progreso de los conocimientos científicos.

Encontrarán a continuación las ideas del neopositivismo, de Popper y de Kuhn. Les proponemos entrar en diálogo con ellos y trabajar a partir de sus sugerencias.

científicas.

La lógica de la investigación científica

El hombre de ciencia propone enunciados, construye con ellos sistemas teóricos y los pone a prueba por medio de observaciones y experimentos. La lógica del conocimiento o lógica de la investigación científica tiene como fin ofrecer un análisis lógico del modo de proceder científico. Se pregunta, por ejemplo: ¿puede justificarse un enunciado?, ¿de qué modo?, ¿depende lógicamente de otros enunciados?, ¿los contradice?

Interesan los enunciados ya formulados, no su proceso de concepción. En cambio, el acto de concebir una nueva idea, de invención de una teoría no es susceptible de un análisis lógico; es de interés para una psicología del conocimiento.

Dice Popper en *La lógica de la investigación científica*:

“La tarea lógica del conocimiento consiste en la investigación de los métodos empleados en las contrastaciones sistemáticas a que debe someterse toda nueva idea antes de que se la pueda sostener seriamente”.

Veamos lo que esto significa. Una vez presentada provisoriamente una hipótesis nueva se extraen conclusiones por medio de una deducción lógica. Esas conclusiones se comparan entre sí y con otros enunciados vigentes para hallar relaciones lógicas. Por ejemplo, *equivale a, implica que, es incompatible con*. Se busca determinar la coherencia interna del sistema. Luego se compara con otras teorías para determinar si la teoría examinada constituye un adelanto científico. Por ejemplo, si explica mejor, si tiene más contenido, si resuelve mejor problemas ante los que otras teorías se detienen. Finalmente se la somete a test empíricos, esto es, observaciones, experimentos, aplicaciones tecnológicas. Se mantendrá vigente mientras resista las pruebas más exigentes. Si la teoría pasó con éxito las contrastaciones a las que se la sometió, se dice que está corroborada. En cambio, si no las resistió ha sido falsada. La ciencia progresa a través del repetido derrocamiento de teorías científicas y su reemplazo por otras mejores.

Popper propone invertir el método de Hume, de modo semejante a la revolución copernicana que realizó Kant. En lugar de esperar pasivamente a que las repeticiones de un fenómeno nos conduzcan a una ley, debemos tratar nosotros de imponer regularidades a la naturaleza a través de leyes inventadas por nosotros. Hay que ir de la conclusión a las premisas.

La suya es una teoría del ensayo-error, de conjeturas y refutaciones. Porque las teorías científicas no son recopilaciones de informaciones, sino que son “invenciones audazmente formuladas, las que deberán ser eliminadas si entran en conflicto con las observaciones. Éstas se deben emprender con el fin de someter a prueba una teoría para obtener una posible refutación”.

Thomas Kuhn y las revoluciones científicas

Kuhn es un epistemólogo norteamericano nacido en Cincinnati, Ohio. Fue doctor en física y filosofía. En 1922 publicó *La estructura de las revoluciones científicas*.

La importancia de su pensamiento radica en que incorpora la variable histórica en la ciencia, pero no al modo de una cronología de hechos, sino como una reconstrucción de la imagen de la ciencia a partir de la historia de la investigación científica. Se trata de un punto de vista más problemático que de un registro lineal de hechos tal como se presenta en los manuales. En ellos, la ciencia aparece como un conjunto de hechos, teorías y métodos reunidos en un texto. El desarrollo científico se presenta como un proceso de crecimiento gradual y acumulativo. La historia de la ciencia relata esos incrementos sucesivos, sus trabas, los problemas que surgen.

Kuhn va a poner en cuestión este modo de ver la ciencia y este modo de considerar su historia. La ciencia no se desarrolla por acumulación de descubrimientos. Va a distinguir la prehistoria de la ciencia de su historia, determinada por el momento en que una ciencia adquiere un paradigma.

En el primer momento hay multiplicidad de escuelas competidoras. La teoría se articulaba en torno de una metafísica (por ejemplo, la metafísica de Platón o Aristóteles, en el caso de la física), se seleccionaban los fenómenos que mejor se explicaban desde su perspectiva, no había un punto de vista único sobre la naturaleza sino distintos modos de ver el mundo y cada uno reconstruía su campo desde el comienzo, porque no daban por sentado los trabajos de ningún otro, y había libre elección de métodos y observaciones sin un patrón que los guíe. En cambio, cuando la ciencia adquiere un paradigma logra un principio de unidad para su desarrollo de la ciencia, la determinación de un campo propio de problemas, métodos e instrumentos para su solución.

Todas las ciencias logran esto después de Newton, a excepción de la geometría que lo logró con Euclides (siglo IV a.C.) y de la astronomía, con Ptolomeo (siglo II d.C.).

¿Qué es entonces un paradigma? Kuhn responde: "Son realizaciones científicas universalmente reconocidas que durante un cierto tiempo proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica".

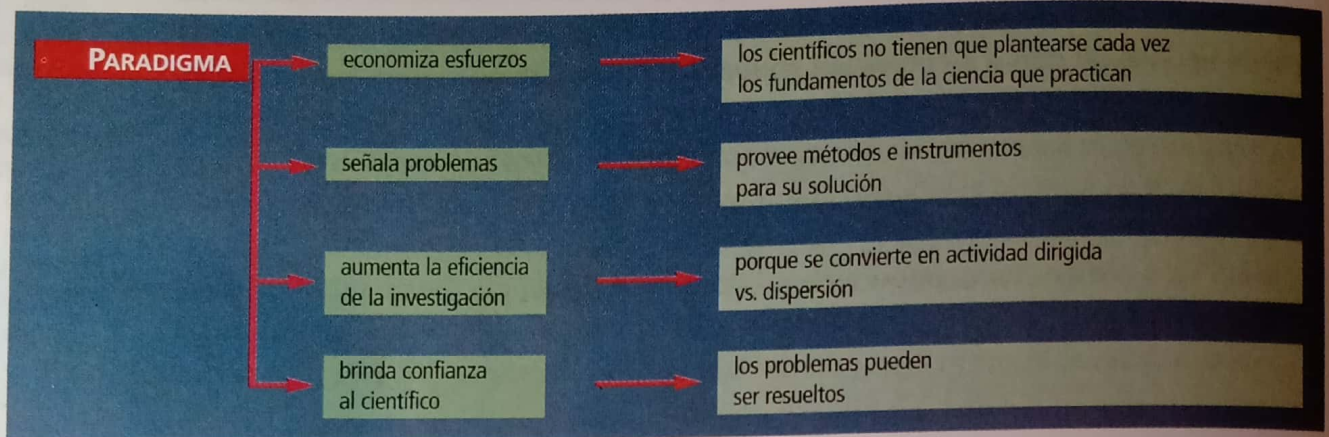
Se trata de modelos que les permiten, a los científicos que los comparten, tener una misma perspectiva para ver el mundo, para analizar los problemas que se presentan y para solucionarlos con los instrumentos y métodos que les proporciona el paradigma con el que trabajan. Implican un modo de ver el mundo compartido por la comunidad de científicos que lo sostienen, y esto significa que los paradigmas incluyen valores, normas e ideologías. Por eso su caída constituye siempre un momento crítico.

Los paradigmas

Los paradigmas cumplen con dos características:

- carecen de precedentes como para lograr unificar las explicaciones que antes estaban dispersas,
- son lo bastante incompletos como para dejar muchos problemas para ser resueltos por el grupo de científicos.

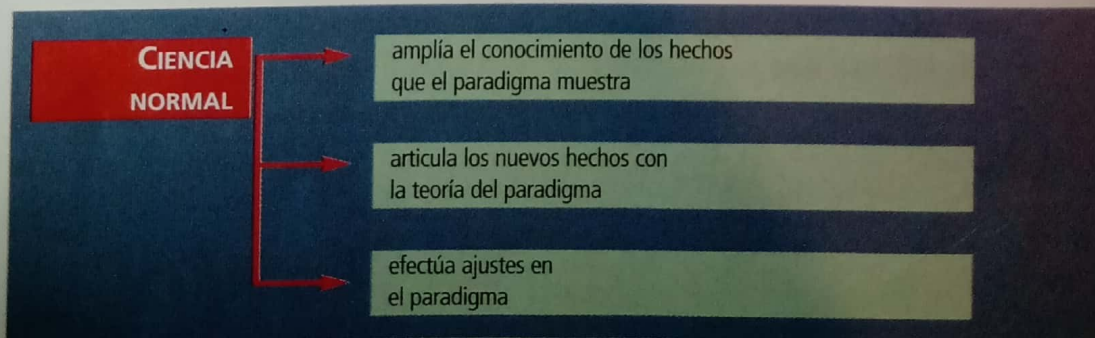
Observen el siguiente esquema:



Período de ciencia normal

Cada paradigma inicia el llamado período de ciencia normal que es, dice Kuhn, el período de trabajo de una comunidad científica en torno de un paradigma que reconoce durante un cierto tiempo como fundamento de su práctica.

La ciencia normal da lugar a una tradición científica particular de la investigación científica. En esta actividad ocupan su tiempo los científicos. Implica una práctica basada sobre un modo de ver el mundo que esa comunidad va a defender. La ciencia normal es relatada en los libros de texto que exponen la teoría aceptada, sus aplicaciones, experimentos y observaciones. Con éstos se forman los nuevos científicos y de este modo se preparan para integrar una comunidad científica.



Kuhn señala que la ciencia normal no apunta a producir novedad y cuando tiene éxito no descubre ninguna. En cambio, fracasa una investigación cuando el resultado no cae dentro de lo esperado. El resultado está previsto pero no se sabe el modo de alcanzarlo. Esto requiere solucionar enigmas conceptuales, matemáticos e instrumentales. Éste es el estímulo del trabajo de científico.

Ahora bien, si la ciencia normal es tan rígida, ¿cómo se relaciona con la ciencia como descubrimiento o invención?

Kuhn responde que la dinámica de la ciencia normal tiene que ser efectiva para producir el cambio de paradigma. La novedad comienza con la percepción de una anomalía, de que algo no funciona bien o no responde a lo esperado. Esto llega al científico a explorarla buscando normalizarla, es decir, adecuarla a las categorías vigentes para que deje de ser anormal. Para ello busca producir ajustes en el paradigma para poder incorporar este fenómeno por ahora extraño. La respuesta del científico ante la anomalía nunca es inmediatamente el cambio de paradigma. Más bien se trabaja intensamente para sostener el paradigma vigente.

A veces esos esfuerzos por mantener la teoría vigente conducen a complicarla en forma excesiva. Si a pesar de todo esto el nuevo fenómeno no puede ser explicado, comienza una etapa donde van a proliferar distintas versiones de una teoría, ensayos e investigaciones sin orientación única, lo que va a generar competencia entre las distintas escuelas e inseguridad en la práctica profesional. Una teoría paradigmática se considera inválida cuando ha surgido una nueva que la puede reemplazar. Rechazo y aceptación son simultáneos. Esta etapa de crisis va a encontrar solución cuando surja un nuevo paradigma que explique lo que el anterior no podía explicar o dejaba sin resolver.

La transición de un paradigma en crisis a otro nuevo indica que el progreso en la ciencia no es acumulativo, es una verdadera revolución científica. Para Kuhn las revoluciones científicas son:

“Episodios de desarrollo no acumulativo en que un antiguo paradigma es reemplazado por otro nuevo e incompatible”.



¿Sabías que

Georg Stahl (1660-1734) fue un químico alemán, creador de la teoría del flogisto, que era la sustancia base de la combustión y la oxidación. Luego fue reemplazada por Lavoisier (1773-1826, 1794), con el descubrimiento del oxígeno.

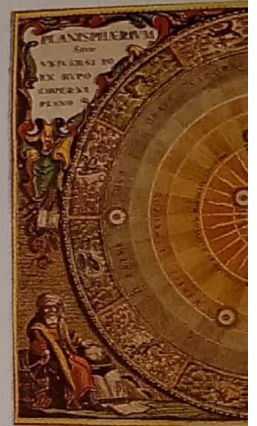


Lámina de la Harcoscópica, de Andriani, que muestra el sistema geocéntrico.

PREHISTORIA DE LA CIENCIA		HISTORIA DE LA CIENCIA	
ausencia de paradigma	paradigma ciencia normal	revolución crisis ruptura	paradigma ciencia normal

Lucha entre paradigmas

Ejemplos de revoluciones científicas fueron, en astronomía, Copérnico (siglo XVI), que reemplazó el sistema de Ptolomeo; en química la aparición de la teoría sobre la combustión del oxígeno de Lavoisier (siglo XVIII), que reemplazó a la teoría del flogisto, y la teoría de la relatividad de Einstein (siglo XX).

La ciencia procede por rupturas, por eso no se puede hablar en general de progreso acumulativo, ya que cada paradigma es inconmensurable, es decir, no puede ser comparado con otro.

Debemos comparar a los científicos con sus contemporáneos o con sus sucesores inmediatos, no así con los científicos que trabajaron desde paradigmas diferentes. No podríamos decir que Einstein es mejor que Newton.

La ciencia y el problema de la verdad

Si bien toda teoría del conocimiento exige una reflexión sobre la verdad podemos decir que, desde el mundo griego hasta hoy, éste ha sido un tema recurrente en la filosofía. Con la modernidad y su preocupación por una reflexión crítica acerca del conocimiento y con el surgimiento, en esta misma época, de la nueva ciencia, la preocupación por la verdad se torna una cuestión ineludible, ya que es preciso poder determinar cuándo se puede decir que un conocimiento es verdadero.

Muchos científicos evitan tratar este problema por considerarlo insoluble o bien por considerar que no constituye un problema.

El problema de la verdad ha sido abordado desde distintas perspectivas. Podemos decir que la verdad no es un atributo de las cosas sino más bien de nuestro juicio acerca de ellas. Dicho de otra manera, las cosas no son ni verdaderas ni falsas sino que lo verdadero o lo falso es lo que nosotros decimos acerca de ellas.

Por esto el problema de la verdad involucra al lenguaje. En esta dirección mencionaremos la diferencia entre verdad sintáctica y semántica.

Es necesario dejar en claro que esta clasificación no es la única manera de considerar hoy el problema de la verdad, pero sí podemos decir que es el planteo que advertimos en el discurso científico.

Dice Sergio Rábade Romeo en su libro *Teoría del conocimiento*: "La verdad sintáctica es la que le corresponde a una proposición dentro del sistema de proposiciones de que forma parte. Y tal verdad consiste en la coherencia que una determinada proposición guarda con el sistema al que pertenece".

Podemos decir que todas las proposiciones de un sistema están interrelacionadas, tal que si se confrontan nuevas proposiciones con las ya existentes se crea un sistema carente de contradicciones. Así, una proposición es correcta cuando se puede integrar sin contradicción, y es incorrecta cuando no se puede integrar. De todas maneras puede ser que proposiciones nuevas conduzcan a rechazar el sistema completo.

La crítica que se le hace es que con este criterio se puede diseñar un sistema coherente, sin contradicciones pero vacío en su contenido. La justificación de la verdad sintáctica pertenece a la lógica formal.

La verdad semántica se centra en la relación entre el lenguaje y la realidad referida por éste. Es decir, no se trata de la relación de los signos entre sí, sino de la relación entre el signo y lo significado por éste. No deja de lado el contenido de la proposición. De todas maneras, Rábade Romero nos advierte: