

¿Qué es la ciencia?



La escuela de Atenas, Rafael Sanzio (1509-1511)

¿Cómo adentrarnos a eso que llamamos ciencia? Este texto nos lleva de la mano para conocer algunos referentes de los filósofos que han forjado ese concepto y para revisar cómo en el avance del conocimiento científico no basta el método sino también se necesita del trabajo en equipo.

Filosofía e historia

Francisco D. Gurri Cada año más de 70 mil estudiantes se enrolan en un posgrado para convertirse en científicos. Aunque no lo sé “a ciencia cierta”, mis 20 años de experiencia como docente me hacen sospechar que la mayoría tiene apenas una vaga idea de lo que es la ciencia. Para solventar el inconveniente, en El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) se ofrece a los estudiantes de nuevo ingreso una asignatura que define la ciencia y los acerca a algunos de los filósofos que la han forjado, explicándoles cómo avanza el conocimiento científico. En este documento utilizo las notas con las que les

doy la bienvenida a un tema fascinante. Empezaré con una definición que pocos científicos rebatirían: la ciencia es un *método* objetivo, lógico y sistemático para estudiar la *naturaleza*, el cual permite la acumulación de conocimiento confiable.

Para llegar a esta definición fue necesario establecer que la naturaleza merecía ser estudiada. En el siglo IV a. de C., Platón sugirió que el mundo físico era un reflejo imperfecto del plano de las ideas. ¿Cómo conocer la esencia de un árbol cuando todos en la naturaleza son físicamente distintos? Además, puesto que la naturaleza se percibe con los sentidos, su estudio es

engañoso. Usando lo que ahora se conoce como la alegoría de la cueva, demostró lógicamente que “nada es verdad, nada es mentira, todo es según el color del cristal con que se mira”. Enseñaba que lo único que nos podía develar la esencia de las cosas eran las matemáticas y la dialéctica, cuyos enunciados son universales y siempre ciertos.

Para su estudiante más famoso, sin embargo, la naturaleza sí podía revelar su esencia si se le estudiaba sistemáticamente. Aristóteles inventó el método inductivo; usó silogismos para generar explicaciones universales derivadas de la observación

sistemática de los componentes individuales de la naturaleza y así llegar a su esencia. Su método se expandió en el mundo antiguo. Con él, Herón de Alejandría inventó la eolípila para demostrar cómo la expansión de los gases podía convertirse en energía mecánica, un descubrimiento que en otra época dio pie a la Revolución Industrial.

Con el edicto de Tesalónica (380 d. de C.), el emperador romano Teodosio el Grande decretó que "Todos serán católicos so pena de recibir la venganza divina [ok] y la del emperador [chin]"; surgía así el principio de autoridad y los filósofos se convirtieron en obispos. Rechazaron entonces la observación sistemática de la naturaleza para discutir la verdad revelada en los textos sagrados y en la inspiración divina del Papa. La *Historia de los animales* de Aristóteles se sustituyó con *La ciudad de Dios* de San Agustín, y el "eureka" de Arquímedes por el "amén".

La producción de conocimiento sobre la naturaleza, sin embargo, no desapareció. Los burgueses se lo apropiaron. Descubrieron tecnologías para construir catedrales, inventaron nuevos telares, mejores formas de forjar hierro, curtir cuero y entintar telas.

Método

Para el siglo XVI los burgueses adquirieron suficiente poder como para imponer su visión del conocimiento. Galileo Galilei desafió el principio de autoridad católico apoyándose en sus observaciones de la naturaleza y escribió que "La mejor ciencia no se aprende en los libros; el sabio más grande y mejor maestro es la Naturaleza", sentando así las bases del empirismo, un camino que exige librarse de todo prejuicio, ser escépticos y no aceptar explicaciones que no se puedan corroborar con la observación y la experiencia sensible.

En su libro *Novum organum* (1620), el inglés Francis Bacon presentó un método científico basado en la inducción. Su lógica se fundamenta en la aplicación de la analogía que estudia las propiedades del objeto en tres circunstancias distintas: en la "ta-



Francis Bacon señalando instrumentos científicos en el Frontispicio de Thomas Sprat, grabado por Wincelaus Hollar (detalle).

bla de presencia" se estudian los casos en los que el fenómeno sucede; en la "tabla de ausencia" aquellos donde no se da el fenómeno, y en la "tabla de grados" los casos donde el fenómeno varía.

Para los nuevos científicos, la praxis de la ciencia refleja su origen gremial. Bacon dejó claro que el propósito de la ciencia era conocer la naturaleza para ayudar al hombre a dominarla y promover su bienestar. Así, con la ciencia moderna surgirá la tecnología y desde entonces será imposible pensar en una sin la otra.

Hasta el siglo XVII los científicos sufrieron para explicar exactamente cómo podían enfrentar un problema sin prejuicios. Entre los más famosos en intentarlo se encuentra René Descartes (1596-1650). En *Discurso del Método* (1637), él propuso cuatro pasos para llegar al conocimiento de un fenómeno: 1) no admitir nada como verdadero sin evidencia; 2) dividir la realidad en tantas partes como sea necesario para su solución; 3) empezar por los objetos más simples y ascender poco a poco hasta los más com-



René Descartes

plejos; 4) hacer recuentos integrales y revisiones generales para estar seguro de no omitir nada. Este método no tuvo mucho éxito. Exige mucho tiempo y no soluciona el problema de cómo eliminar los prejuicios antes de empezar. Su tiro de gracia fue la aceptación universal del método hipotético deductivo.

Aunque no es claro cómo surgió, el método hipotético deductivo fue utilizado y popularizado por Isaac Newton (1623-1727). En la actualidad se le resume y presenta como el método científico. Una de sus principales virtudes es que incorpora los prejuicios al método y nos da las herramientas para confirmarlos y utilizarlos o deshacernos de ellos. Por su universalidad, nos detendremos en sus componentes y funcionamiento.

Los prejuicios son explicaciones sobre la naturaleza. El genio del método está en exigirle a la persona que nos diga qué esperaríamos encontrar en el mundo si su idea es correcta. A esta expectativa se le conoce como hipótesis, es decir, una predicción que se desprende lógicamente de la idea original o el prejuicio. Por ejemplo, en 1969 Arthur Jensen, un psicólogo de la educación, creía que había personas más inteligentes que otras. Cómo hipótesis propuso que los programas diseñados para remediar las carencias de poblaciones marginadas fracasaban porque estaban dirigidos a jóvenes con bajo coeficiente intelectual.

Planteadas la hipótesis se diseña un experimento que nos permita reforzarla o rechazarla y así promover o dudar de nuestro prejuicio. Si los resultados del experimen-

to se repiten consecutivamente mi idea se convierte en ley. Pero, ¿cuántas veces se debe repetir un resultado para que una hipótesis se convierta en ley? La respuesta es que las leyes no existen. De acuerdo con David Hume, un filósofo escocés del siglo XVIII, "no existe ninguna cantidad de observaciones particulares que nos permita inferir lógicamente, y sin restricciones, un enunciado general o ley". Es decir, no importa cuántas veces tu hipótesis se confirme, siempre queda la posibilidad de que se rechace con el siguiente experimento.

Si no se puede comprobar nada, ¿cómo avanza la ciencia? En 1934 Karl Popper, un científico alemán, definió el principio de la falsación, según el cual, la ciencia nunca puede confirmar una hipótesis, pero sí refutarla definitivamente deduciendo una consecuencia observable de la misma y mostrando que no se cumple. Mientras no se refute, el conocimiento se considera confiable. Eso sí, la teoría tiene que plantearse de tal manera que pueda ser puesta a prueba y ser falseada. En *La lógica de la investigación científica* (1934), Popper explica cómo el conocimiento científico crece por medio de conjeturas y refutaciones, lo que produce explicaciones cada vez más confiables. Puesto que estas son falseables son temporales y no pueden ser consideradas como verdaderas. Es un hecho que la verdad no es misión de científicos.

Paradigma

Para Thomas Kuhn, un físico y filósofo estadounidense, la propuesta de Popper no explica de dónde surgen las preguntas de investigación. Sugiere que estas, los métodos para contestarlas y nuestras interpretaciones sobre los resultados de los experimentos, dependen de una percepción de la realidad que compartimos con otros científicos. A esta visión la llamó "paradigma". Este lo usan los científicos como modelo para generar preguntas de investigación, validar sus métodos y explicar los resultados.

Volviendo a nuestro ejemplo del método científico, nos damos cuenta de que

solo podríamos haber pensado que unas personas son más inteligentes que otras si nuestro paradigma indica que la inteligencia es sumativa y que hay quienes tienen más que otras. El paradigma valida y dicta nuestro método que se basa en la racionalidad de que la inteligencia se puede medir cuantitativamente y compararse entre individuos con exámenes diseñados para ello. Finalmente, el paradigma nos proporciona un marco de referencia para interpretar los resultados. Si hay personas más inteligentes que otras, el paradigma me permite concluir que así es. Kuhn llamó a este proceso "ciencia ordinaria".

No todos los resultados, sin embargo, se ajustan a las expectativas del paradigma reinante. Por ejemplo, un investigador puede encontrar que unos individuos aprenden idiomas mejor que otros, pero que estos aprenden matemáticas con mayor facilidad. El resultado es contrario al esperado si la inteligencia fuera sumativa. No obstante, este rechazo de la hipótesis no lleva al abandono del paradigma, sino que genera una "anomalía". Estas anomalías seguirán acumulándose hasta que a alguien se le ocurre un nuevo paradigma que las explica, da cabida a todas las observaciones que validaba el paradigma anterior y proporciona una nueva visión para guiar la investigación futura. Este cambio de paradigma se da durante un periodo que Kuhn llamó de "ciencia extraordinaria". En nuestro caso, si el nuevo paradigma propone que la inteligencia no es sumativa, sino que existen diferentes tipos de inteligencia, la propuesta de que hay personas más inteligentes que otras se vuelve irrelevante, no merece estudiarse científicamente, y se convierte en la llamada "pérdida kuhniana".

A los científicos que comparten un paradigma, Larry Laudan los agrupa en "tradiciones de investigación". Estas forman una escuela que cumple dos funciones principales: la primera es la ontológica, que define los objetos o fenómenos legítimos de estudio; la segunda es la metodológica, que establece las reglas de lo que se puede o no

hacer en el área y cómo. De esta función depende la objetividad del método científico y es en ella que los científicos pueden determinar si la forma en que aplicas tu método realmente contesta tu pregunta de investigación y si tus resultados contribuyen a resolver las ideas que motivan a la tradición.

Ningún paradigma está libre de anomalías por lo que la coexistencia de teorías rivales no es la excepción sino la regla. El avance del conocimiento puede darse por medio de las confrontaciones dialécticas al interior de las tradiciones, donde eventualmente se adopte la teoría que resuelva el mayor número de problemas empíricos importantes y genere el menor número de anomalías. A menudo, sin embargo, se da como resultado de la competencia de programas científicos de investigación (PCI) rivales. Lakatos sostiene que los científicos de cada PCI comparten un núcleo firme de ideas protegido por un cinturón de hipótesis auxiliares que pueden eliminarse o remplazarse sin afectarlo. Este solo dejará de existir cuando el PCI rival sea adoptado por un número cada vez mayor de científicos, y en algunos casos hasta que se retiren sus máximas autoridades, las "vacas sagradas".

Las tradiciones de investigación, o PCI, son los que nos permiten ser objetivos, generar conocimiento confiable y, sobre todo, relevante. Es la contribución al paradigma compartido lo que justifica nuestro trabajo, son nuestros colegas los que juzgan si nuestro método para estudiar la naturaleza es válido y son ellos los que evalúan si nuestras conclusiones se derivan de manera lógica de nuestros resultados. Si te estás preparando para aprender sobre lo que te apasiona por el camino de la ciencia, es importante que descubras cuanto antes quiénes forman tu tradición. Empieza con tu comité y asiste a los congresos donde se reúnen. Lo más seguro es que una vez que conozcas lo que han descubierto, tus preguntas originales se habrán transformado y sabrás por qué las nuevas son relevantes. 

Francisco D. Gurri es investigador del Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad de ECOSUR Campeche (fgurri@ecosur.mx).