

14. LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA DE LAKATOS JORGE PARUELO

El falsacionismo metodológico

La visión que presentaremos ahora corresponde a la manera en que se desarrolla la ciencia según la propuesta de Imre Lakatos desarrollada en la década de 1960 y que se conoce con el nombre de "metodología de los programas de investigación científica".

Analicemos con más detalle la historia de la cosmología.

Ptolomeo sostenía que los astros giraban alrededor de la Tierra, en órbitas circulares, en cuyo centro estaba la Tierra. Las predicciones de su teoría, para las órbitas de los planetas, como hemos dicho, no coincidían con lo que se observaba. Marte, por ejemplo, en algún tramo de su órbita tenía un movimiento que la teoría de Ptolomeo, tal como enunciamos, no podía explicar. Para evitar este problema Ptolomeo sostuvo que montado sobre su órbita principal el planeta describía una órbita circular más pequeña que. llamó epiciclo. Las nuevas predicciones coincidían mejor, luego de esta modificación, con lo que se observaba para el movimiento de Marte.

Nuevos epiciclos fueron agregándose para los demás astros con el objeto de intentar que coincidieran las predicciones con lo que la observación mostraba.

Catorce siglos después de Ptolomeo surge la teoría heliocéntrica de Copérnico. Ésta sostenía que el Sol era el centro de las órbitas de los planetas, incluida la Tierra, y que se trasladaba alrededor de aquel siguiendo trayectorias circulares.

Las predicciones de Copérnico no tuvieron mejor suerte que las de Ptolomeo: las órbitas predichas no coincidían con las reales y tampoco se detectaba la diferencia angular de las estrellas entre dos mediciones desde puntos opuestos de la órbita: como ya mencionamos, el ángulo de paralaje parecía ser cero.

Las Raíces Y Los Frutos

Para el problema de las órbitas se intentaron soluciones usando epiciclos pero sin mayor éxito y hubo que esperar hasta la llegada de Kepler para eliminar la dificultad. Kepler sostuvo que los planetas describían, alrededor del Sol, órbitas elípticas y no circulares como decía Copérnico. El Sol ocupaba, según esta nueva hipótesis, uno de los focos de la trayectoria elíptica. Ahora las predicciones coincidían mejor con lo observado. Para el problema de la observación del ángulo de paralaje se dijo inicialmente que las técnicas de observación de que se disponía en la época no permitían distinguir un ángulo tan pequeño. Lo era, según esa hipótesis, debido a que las estrellas estaban mucho más lejos de la Tierra de lo que jamás se había soñado. Varios años después se pudo distinguir este ángulo gracias al desarrollo de técnicas más precisas de observación. Analizando estos casos, podemos notar que en ambas teorías, la de Ptolomeo y la de Copérnico, se presentaban contradicciones entre lo que la teoría predecía y lo que se observaba: "falsaciones" en el sentido de la corriente falsacionista o "refutaciones" de acuerdo a lo que hemos visto anteriormente. Ahora bien, en ninguno de los casos mencionados la teoría es desechada frente a tales falsaciones. Por el contrario, se modifica dentro de la teoría algún elemento para disolver la contradicción entre la teoría y la observación en conflicto. Ptolomeo agregó epiciclos y Kepler cambió la forma de las órbitas planetarias. Con estos cambios ambas teorías predecían con cierta precisión (mayor en la 2- que en la 1 -) lo que se observaba.

Se podría argumentar que la teoría cambia cuando cambia alguna parte de ésta. Por ejemplo, si la teoría de Copérnico decía que las órbitas eran circulares, tal vez no se pueda afirmar que cuando Kepler dice que las órbitas son elípticas y no circulares se siga tratando de la misma teoría.

Sin embargo, aun admitiendo que fueran teorías distintas, estaríamos dispuestos a asociar la teoría de Kepler con la de Copérnico pero no estaríamos dispuestos a hacerlo con la de Ptolomeo.

La diferencia entre la teoría cosmológica de Kepler y la de Copérnico (la forma de las órbitas) parece ser menos importante que la que existe entre las de Copérnico (o Kepler) y la de Ptolomeo (quién se mueve alrededor de quién o bien, quién es el centro del movimiento orbital). Podríamos hablar de una evolución de la cosmología heliocéntrica desde la teoría de Copérnico a la de Kepler. Pero no diríamos lo mismo de Ptolomeo a Copérnico.

También hablaríamos de evolución cuando se pasa de la teoría de Ptolomeo sin epiciclos a la de Ptolomeo con epiciclos. Inclusive podríamos observar con más detalle y ver cómo se suceden la teoría de Ptolomeo sin epiciclos, la teoría de Ptolomeo con un epiciclo para Marte, luego, la de Ptolomeo con un epiciclo para Marte y otro para Venus, etc.

¿Por qué no estaríamos dispuestos a incluir en esta sucesión a la teoría de Copérnico?

Es claro que todas las sucesivas teorías que mencionamos arriba comparten que la Tierra es el centro de las órbitas mientras que, por otro lado, las de Copérnico y Kepler comparten que el Sol es el cuerpo celeste alrededor del cual giran los demás, en órbitas

CAPÍTULO IV

circulares o elípticas. Podemos pensar también que un geocentrista puede estar dispuesto a modificar algunas cosas de su teoría pero no lo estará sobre cuál es el centro alrededor del cual giran los cuerpos celestes. Lo mismo ocurre con un heliocentrista. Para él resultará intocable que el Sol es el cuerpo alrededor del cual giran los demás.

Tenemos entonces, por un lado, la sucesión de teorías geocentristas, que comparten que la Tierra es el centro orbital, y a los científicos geocentristas que no admiten que esto se modifique; por el otro, la sucesión de teorías heliocentristas, que comparten que el Sol es el centro orbital, y que esto es intocable para los científicos heliocentristas.

Llamemos a la sucesión de teorías, programa de investigación, y al elemento intocable que comparten, núcleo central¹ del programa.

Tendremos entonces:

Programa de investigación	Núcleo central
geocéntrico	La Tierra es el centro orbital
heliocéntrico	El Sol es el centro orbital

Otro ejemplo que podemos citar, sobre la base de los casos históricos ya presentados en este libro, es el del programa de investigación espontaneísta, que incluía en su núcleo central que el surgimiento de un nuevo individuo de algunas especies se puede producir por generación espontánea. Contemporáneo a éste, y enfrentado con él, está el programa de investigación que podemos llamar "biogenetista" (o antiespontaneísta) que incluye en su núcleo central que todo nuevo individuo de cualquier especie proviene de al menos un individuo vivo anterior.

Volvamos al programa ptolemaico, tal como lo formulamos al principio. Cuando se contrastó la predicción de la teoría (con órbitas circulares) para el caso de Marte, se obtuvo, como dijimos, una refutación de la teoría. Esto es una falsación del conjunto de hipótesis que componen la teoría más las auxiliares. En particular el razonamiento empleado, en este caso, puede ser:

"Todos los planetas giran alrededor de la Tierra" y "Todos los planetas recorren órbitas circulares?" y "Marte es un planeta". Entonces "Marte describe una órbita circular alrededor de la Tierra"

2) Marte no recorre una órbita circular alrededor de la Tierra.

3) No es cierta la conjunción:

["Todos los planetas giran alrededor de la Tierra" y "Todos los planetas recorren órbitas circulares?" y "Marte es un planeta"]

1. También se lo suele llamar "núcleo duro".

LAS RAICES Y LOS FRUTOS

Alguno de los tres enunciados (o dos de ellos o incluso los tres) debe ser falso. El problema es saber cuál (o cuáles) de los tres enunciados que componen la conclusión es falso.

Como un ptolemaico, según dijimos antes, no está dispuesto a modificar el núcleo central geocéntrico, entonces decidirá que "Todos los planetas giran alrededor de la Tierra" no entra en la discusión sobre cuál es el enunciado a modificar. Entonces la falsedad de la conclusión debe buscarse en alguno de los otros dos enunciados. Como en la época había suficientes indicios como para no dudar de que Marte es un planeta, sólo queda la posibilidad de atribuir la falsedad a "Todos los planetas recorren órbitas circulares" y por eso se decidió agregar un epiciclo a la órbita de Marte. Ahora con la hipótesis anterior modificada, las predicciones coinciden con lo observado con una mejor aproximación.

Lo mismo ocurrió con el programa copernicano por lo que Kepler modificó, en la teoría, la forma de las órbitas planetarias para resolver el problema. En ambos casos nos encontramos frente a una pretendida falsación de la teoría (y por lo tanto del programa).

Como un partidario de un programa no está dispuesto a tocar su núcleo central entonces se decide a modificar algo del resto para que el programa siga funcionando. Un ptolemaico conserva la Tierra como centro orbital y agrega epiciclos, para que el programa prediga lo más correctamente posible lo que observa; un copernicano como Kepler conserva el Sol como centro orbital y modifica la forma de las órbitas planetarias.

Podríamos pensar, entonces, que siempre que un científico esté frente a una falsación de la teoría buscará modificar algo que no sea parte del núcleo central del programa, para que éste prediga lo que se observa y desaparezca la falsación. Lakatos llama al conjunto de enunciados que sí pueden modificarse "cinturón protector del programa". Vamos a llamar, siguiendo la propuesta de Lakatos, al proceso seguido por el científico cuando se presenta una falsación del programa "heurística negativa del programa". Esta heurística guía al científico para que modifique alguno (o algunos) de los enunciados de la teoría con el fin de que desaparezca la falsación, pero lo conduce hacia los enunciados que componen el cinturón protector, prohibiéndole modificar los enunciados del núcleo central.

El caso de las órbitas planetarias es un ejemplo de la heurística negativa del programa copernicano: Kepler modifica el cinturón protector desechando el enunciado sobre la forma circular de las órbitas y reemplazándolo por el de la forma elíptica sin eliminar la tesis de que el Sol es el centro orbital.

Otro ejemplo es el del problema del ángulo de paralaje que no se detectaba en la época de Copérnico. Él mismo modificó el cinturón protector agregando una hipótesis *ad hoc*: "Los métodos de observación de que disponemos en la actualidad no permiten observarlo porque es muy pequeño" (ya que las estrellas están mucho más lejos de lo que se pensaba). De esta manera, a través de las modificaciones del cinturón protector se suceden las teorías o podemos decir que evoluciona el programa de investigación.

CAPÍTULO IV

Continuemos un poco más con la historia de las cosmologías.

Como dijimos, Kepler con su ley sobre la forma elíptica de las órbitas salvó al programa copernicano de una falsación. Ahora bien, posteriormente a esa ley, Kepler formuló dos leyes más sobre el movimiento de los planetas. Interesado por saber cómo era el movimiento de los planetas a lo largo de la elipse que forma su órbita, dirigió sus investigaciones hacia ese fin, obteniendo lo que se conoce como 2a ley de Kepler: "Si se traza una segmento recto desde el Sol al planeta, este segmento barre áreas iguales en tiempos iguales" (ver figura).

De esta manera Kepler amplió el programa de investigación copernicano agregando una hipótesis en el cinturón protector sin que medie una falsación previa del programa. Ésta es, de hecho, una de las tareas habituales de los científicos: agregar nuevas hipótesis al programa que permitan explicar fenómenos hasta ahora no explicados o profundizar en los ya explicados, sin que necesariamente exista una falsación previa. Esas hipótesis surgen como conjeturas que tratan de explicar nuevos problemas que se presentan al científico: ya conozco la forma de la órbita, ¿cómo se mueve el planeta por esa órbita? Si era circular, había una idea intuitiva de que podía tratarse de un movimiento circular uniforme. Pero ahora que sabemos que es elíptica, ¿cómo es el movimiento del planeta a lo largo de su órbita?

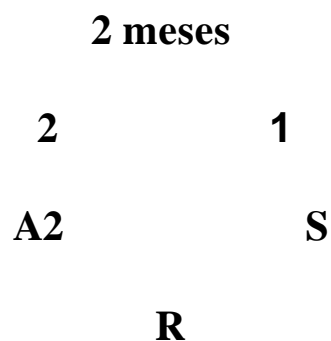


Figura 1: El planeta P tarda dos meses en recorrer los tramos 1-2y 3-4 de su órbita. La segunda ley de Kepler dice que la recta R barre áreas iguales en ese tiempo, es decir que A 1 y A2 son iguales.

Observamos ese movimiento y conjeturamos una ley que lo generalice y lo explique. Una vez agregada esa hipótesis, los científicos obtendrán nuevas consecuencias observacionales del programa y las confrontarán con la experiencia.

Cuando ocurre esto, que el programa evoluciona sin que medie necesariamente una falsación previa, diremos que está en marcha la heurística positiva del programa, que es

LAS RAÍCES Y LOS FRUTOS

un conjunto de indicaciones o sugerencias sobre cómo desarrollar o sofisticar el cinturón protector para que el programa evolucione.

Hemos revisado, para las cosmologías, dos programas: el ptolemaico y el copernicano (posteriormente hubo otros, como vimos en el primer capítulo). Estos dos programas rivalizaron en la segunda mitad del siglo XVI y primera del siglo XVII. Sin embargo, luego de ese período el programa geocéntrico fue dejado de lado y prevaleció el heliocéntrico. Podríamos analizar cuándo un programa es dejado de lado y reemplazado por otro.

Analicemos antes el siguiente caso. En el siglo pasado las observaciones realizadas de la órbita del planeta Urano no coincidían con lo que predecía la teoría de Newton (que en ese momento era la teoría física y cosmológica aceptada). Esto parecía constituir una falsación del programa newtoniano. Leverrier y Adams formularon una hipótesis *ad hoc* para evitar el problema. Esta hipótesis proponía que debido a la existencia de un octavo planeta (en la época se conocían sólo siete) de determinadas características y que describía una órbita, que ellos especificaron, Urano recorría una órbita diferente de la predicha originalmente. Así, teniendo en cuenta el supuesto planeta desconocido no habría dificultades en explicar la órbita observada de Urano. Hasta aquí la heurística negativa del programa: la falsación fue evitada sin modificar el núcleo central. Bastó modificar la hipótesis del cinturón protector que decía “Existen siete planeta” reemplazándola por “Existen ocho planetas”.

Ahora bien, la heurística positiva nos conduce a corroborar las consecuencias del programa con la nueva hipótesis agregada. En este caso consiste en apuntar un telescopio hacia el lugar donde debe estar el planeta postulado para el momento en que se realiza la observación. Esto se hizo así y se observó dicho planeta que no es otro que Neptuno.

Años más tarde se observaron problemas similares a los de Urano para la órbita de Neptuno y se propuso una solución similar. De esa manera se descubrió el noveno planeta de nuestro sistema solar: Plutón. Ante el rotundo éxito que parecían presentar estas dos hipótesis corroboradas se sugirió algo similar ante los problemas que presentaba la órbita de Mercurio. Se postuló un décimo planeta (al que inclusive se le puso nombre: Vulcano) y se apuntaron los telescopios hacia donde debía estar. Sin embargo, jamás fue localizado ese planeta y el programa newtoniano nunca pudo dar cuenta de la falsación que le significaban las anomalías en la órbita de Mercurio.

En dos, de los tres casos presentados, el agregar una nueva hipótesis en el cinturón protector del programa condujo al descubrimiento de un nuevo planeta. En el tercero, la hipótesis no condujo al descubrimiento de un nuevo planeta. Inclusive podríamos decir que la hipótesis de la existencia de Neptuno condujo no solo al descubrimiento de éste sino al de Plutón y abrió nuevas vías de investigación a partir de estos descubrimientos. En cambio, la hipótesis de la existencia de Vulcano no condujo al descubrimiento de

CAPÍTULO IV

ningún astro. ¿Qué ocurre si un programa a lo largo de cierto tiempo incorpora hipótesis, por ejemplo, para evitar falsaciones, pero los fenómenos nuevos predichos no ocurren y esto sucede una y otra vez? (en nuestro ejemplo, sería que, en el programa newtoniano ocurra con varias hipótesis lo que ocurrió con la hipótesis de Vulcano).

Seguramente un científico que trabaje dentro de ese programa sentirá que está trabajando sólo para defender su programa de las falsaciones pero que éste no le permite avanzar en la comprensión de lo que está estudiando.

Podríamos decir que el programa no resultó fructífero. Cuando esto ocurre diremos que el programa se ha tornado *degenerativo*.

Por el contrario, si el programa permite descubrir nuevos fenómenos a medida que se agregan hipótesis. entonces diremos que el programa es progresivo.

Volvamos ahora a nuestro problema inicial: ¿cuándo es dejado de lado un programa?

En el período en que rivalizaron los programas geocéntrico y heliocéntrico, la actividad de los científicos dentro de; primero se limitaba a agregar epiciclos, u otras estructuras más o menos complicadas, para que sus predicciones coincidieran mejor con lo observado, o sea, evitaban las falsaciones. En cambio, el programa copernicano, al menos después de que Kepler formulara su 1ra. ley, permitió el descubrimiento de una serie de nuevos fenómenos tales como la constancia de la velocidad areal (descrita en la figura) o el fenómeno de paralaje.

Podríamos decir entonces que el programa geocéntrico se había tornado degenerativo en esa época y fue reemplazado por el programa heliocéntrico que aparecía como progresivo. Tal vez el programa ptolemaico fuera degenerativo desde antes de la aparición de Copérnico, sin embargo, sólo fue dejado de lado luego de la aparición de un programa progresivo que pudiera reemplazarlo.

Un programa de investigación, entonces, es dejado de lado cuando se torna degenerativo y además aparece un programa progresivo que pueda reemplazarlo.