

## BUNGE, MARIO. *EL MÉTODO DE LA CIENCIA*.

### CAPÍTULO 4: PROBLEMA

El conocimiento científico es, por definición, el resultado de la investigación científica, o sea, de la investigación realizada con el método y el objetivo de la ciencia. Y la investigación, científica o no, consiste en hallar, formular problemas y luchar con ellos. No se trata simplemente de que la investigación empiece por los problemas: la investigación consiste constantemente en tratar problemas. Dejar de tratar problemas es dejar de investigar, y hasta suspender el trabajo científico rutinario. La diferencia entre la investigación original y el trabajo rutinario consiste sólo en que la primera trabaja problemas originales, o estudia problemas viejos con planteamientos originales, mientras que el trabajo científico rutinario se ocupa de problemas que también lo son, por ejemplo, problemas de un tipo conocido y estudiados por un procedimiento conocido.

#### 4.1 La Fuente de la Ciencia

Parece que todos los vertebrados tienen cierta capacidad de notar problemas de algún tipo y de investigarlos en cierta dimensión. La psicología animal estudia el reflejo investigador o impulso exploratorio, un esquema de comportamiento-en parte innato y en parte adquirido-por el cual el animal percibe y examina ciertos cambios del medio con el fin de maximizar su utilidad o minimizar su peligro para el organismo. Todos los animales buscan cosas y modifican sus estructuras de comportamiento para eludir o resolver los problemas que les plantean nuevas situaciones, esto es, estados del mundo que no son fáciles de superar con el mero depósito de reflejos ya acumulado por ellos. Incluso pueden proyectarse y construirse máquinas para "percibir" y "resolver" ciertos problemas-o, más precisamente, para realizar operaciones que se hacen corresponder a dichos procesos. Pero sólo el hombre inventa problemas nuevos: es el único ser problematizador, el único que puede sentir la necesidad y el gusto de añadir dificultades a las que ya le plantean el medio natural y el medio social.

Aún más: la capacidad de "percibir" novedad, de "ver" nuevos problemas y de inventarlos es un indicador del talento científico y, consiguientemente, un índice del lugar ocupado por el organismo en la escala de la evolución. Cuanto más rentables son los problemas descubiertos, planteados y resueltos por un investigador, tanto mayor es la valía de éste. No hace falta que los resuelva todos: basta con que suministre-directa o indirectamente-a otros investigadores problemas cuya solución puede constituir un progreso relevante del conocimiento. Esto debe subrayarse en una época en la cual el descubrimiento de problemas se descuida en favor de la resolución de problemas. La *Opticks* de Newton, con sus 31 profundas "Queries" -problemas abiertos-, que ocupaban casi 70 páginas y suministraron problemas a la investigación durante todo un siglo, no debe considerarse como una obra científica importante por aquellos que no dan importancia más que a la resolución de problemas y al conjunto de "conclusiones" obtenidas investigando las fuentes del trabajo.

La actitud problematizadora, característica de toda actividad racional, es la más visible de la ciencia y de la filosofía racionalista (es decir, crítica); dicho de otro modo: la ciencia y la filosofía racionalista consisten en un estudio crítico de problemas. Tomemos, por ejemplo, un objeto arcaico recién descubierto en una estación arqueológica: puede ser una mercancía

para el anticuario, un estímulo de sensaciones estéticas para el *connaisseur* de arte, y algo que sirve para llenar alguna caja del coleccionista. Pero para el arqueólogo aquel objeto puede convertirse en fuente de un ciclo de problemas. El objeto será "significativo" para él en la medida en que sea testimonio de una cultura extinguida, algunos de cuyos rasgos pueda inferir de un examen comparativo del objeto. Su forma, su constitución y su función pueden, en principio, explicarse con conjeturas (hipótesis) sobre el modo de vida y la mentalidad de la población que produjo y usó ese objeto. En resolución, para el arqueólogo el objeto no será simplemente una cosa sino que le planteará toda una serie de problemas, igual que el descubrimiento de ese objeto puede haber sido la solución de un problema previo. La solución de cualquier problema de ese tipo puede convertirse a su vez en punto de partida de una nueva investigación. Esas soluciones se llaman frecuentemente *conclusiones*, según una terminología desgraciada porque sugiere que se trata de conocimientos que cierran o concluyen la investigación, cuando, de hecho, suelen ser provisionales. Otras veces se llama *datos* a soluciones de problemas, lo cual es también erróneo, porque esos elementos no son nunca dados al científico, sino que éste los extrae, y a menudo los produce, en el curso de la investigación: lo realmente dado no suele plantear problemas y es, por tanto, de escasa relevancia científica.

Las tareas del investigador son: tomar conocimiento de problema que otros pueden haber pasado por alto; insertarlos en un cuerpo de conocimiento e intentar resolverlos con el máximo rigor y, primariamente, para enriquecer nuestro conocimiento. Según eso, el investigador es un problematizador *par excellence*, no un traficante de misterios. El progreso del conocimiento consiste en plantear, aclarar y resolver nuevos problemas, pero no problemas de cualquier clase.

Los escolásticos quedaron fuera del movimiento de invención que es la ciencia moderna porque estaba errado todo su modo de considerar la realidad; en su mayoría, temían los problemas nuevos, y, en general, la novedad como tal; los escolásticos padecían, por así decirlo, neofobia; los pocos problemas que consiguieron formular eran en su mayor parte de la clase inútil, esto es, o demasiado triviales o más allá de sus fuerzas, y, en cualquier caso, de formulación demasiado laxa; al no interesarse por el mundo, era muy difícil que pudieran plantear preguntas referentes al modo de funcionar de éste; y al ser dogmáticos, no sometían sus conjeturas a contrastación. En resolución: aunque algunos pocos escolásticos dieran de sí datos e hipótesis aceptables al servicio de un manojo de problemas científicos-especialmente de óptica y estática-, en general no produjeron problemas científicos propiamente dichos, o se dedicaron sólo a unos pocos problema más bien triviales y aislados y con una finalidad primariamente práctica, como la medición del tiempo y la farmacología aplicada. La selección errada de los problemas, debido a su vez a una contemplación equivocada del mundo y de la investigación, es también la causa principal del fracaso de ciertas escuelas de pensamiento, como la biología vitalista, que ha trabajado con ciertas vagas nociones acerca de la vida, la finalidad y los todos orgánicos, en vez de plantearse cuestiones concretas acerca de la constitución y el carácter de los organismos.

La selección del problema coincide con la selección de la línea de investigación, puesto que investigar es investigar problemas. En la ciencia moderna, la elección de grupos de problemas o de líneas de investigación está a su vez determinada por varios factores, tales como el interés intrínseco del problema según lo determina el estadio del conocimiento en

cada momento, o la tendencia profesional de los investigadores afectados, o la posibilidad de aplicaciones, o las facilidades instrumentales y de financiación. Las necesidades prácticas son una fuente de problemas científicos, pero el insistir exageradamente sobre la aplicación práctica (por ejemplo, la industria o la política) a expensas del valor científico intrínseco, es a largo plazo esterilizador, y el plazo largo es lo que cuenta en una empresa colectiva como la ciencia. En primer lugar, porque los problemas científicos no son primariamente problemas de acción, sino de conocimiento; en segundo lugar, porque no puede realizarse trabajo creador más que con entusiasmo, y el entusiasmo puede fácilmente faltar si la línea de investigación no se elige libremente movidos por la curiosidad. Por eso la primera consideración a la hora de elegir líneas de investigación debe ser el interés del problema mismo. Y la segunda consideración debe ser la posibilidad de resolver el problema-o de mostrar que es irresoluble-contando con los medios disponibles.

Al igual que en la vida cotidiana, en la ciencia el planteamiento de grandes tareas acarrea grandes éxitos y grandes fracasos. Nadie puede esperar que preguntas superficiales y modestas reciban respuestas profundas y muy generales. El camino más seguro es sin duda la elección de problemas triviales. Los que busca ante todo la seguridad deben escoger problemas pequeños; sólo los pensadores más amigos del riesgo tomarán el de gastar muchos años en luchar con problemas de grandes dimensiones que no les asegurarán ni continuidades ni ascensos en su carrera. Las grandes revoluciones se han producido siempre en la ciencia pura por obra de personas de este carácter, más que por descubrimientos casuales de investigadores prolijos y sin imaginación dedicados a problemas aislados y reducidos; e incluso los descubrimientos casuales (como el de los "white dwarfs", obtenido durante el examen rutinario de espectros de estrellas) se deben a personas que estaban dispuestas a percibir cualquier novedad y cuya personalidad era conocida en este sentido: otros investigadores habrían visto lo mismo sin interpretarlo del mismo modo.

No hay técnicas para elaborar problemas que sean a la vez profundos, fecundos y resolubles con medios prescritos. Pero pueden ser útiles los siguientes consejos: (i) Criticar soluciones conocidas, esto es, buscar puntos débiles en ellas: tienen que tener alguno, aunque no se hayan descubierto hasta el momento. (ii) Aplicar soluciones conocidas a situaciones nuevas y examinar si siguen valiendo para éstas: si valen, se habrá ampliado el dominio de esas soluciones; si no valen, se habrá tal vez descubierto todo un nuevo sistema de problemas. (iii) Generalizar viejos problemas: probar con nuevas variables y/o nuevos dominios para las mismas. (iv) Buscar relaciones con problemas pertenecientes a otros campos: así, al estudiar la inferencia deductiva como proceso psicológico, preguntarse cómo puede ser su sustrato neurofisiológico.

Una vez propuesto un problema de investigación, hay que estudiar su valor. Pero tampoco se conocen reglas ya listas para estimar a priori la importancia de los problemas. Sólo los investigadores con experiencia, amplia visión y grandes objetivos pueden estimar con éxito los problemas, pero tampoco de un modo infalible. (La lista de problemas irresueltos establecida por Hilbert en 1900 y que ha alimentado a generaciones enteras de matemáticos ha sido tan excepcional como las cuestiones ópticas de Newton.) En todo caso, además de la elección del problema adecuado, el éxito presupone la elección o el arbitrio de los medios indicados para resolverlo. O sea: la sabiduría en la elección de líneas de investigación se manifiesta en la selección de problemas que sean a la vez fecundos y de solución posible

dentro del lapso de una vida humana. Y esto requiere un sano juicio u olfato que puede, sin duda, mejorarse cuando ya se tiene, pero no adquirirse sólo por experiencia. En este punto puede, por último, formularse un consejo muy general: empezar por formular cuestiones muy claras y restringidas; adoptar la penetración parcial en los problemas, en vez de empezar con cuestiones que abarquen mucho, como "¿De qué está hecho el mundo?", "¿Qué es el ente?", "¿Qué es el movimiento?", "¿Qué es el hombre?", o "¿Qué es el espíritu?" Las teorías universales se conseguirán -si se consiguen- como síntesis de teorías parciales construidas como respuestas a sistemas problemáticos modestos, aunque no triviales. En resumen: Los problemas son el muelle que impulsa la actividad científica, y el nivel de investigación se mide por la dimensión de los problemas que maneja.

---

PROBLEMA: *Ejemplo de formulación de problemas diferentes sobre un mismo objeto: 1) ¿Son los dogmáticos una excepción a la ley según la cual todos los vertebrados son capaces de registrar problema? 2) ¿Son los dogmáticos un grupo que se caracteriza más bien por eludir o eliminar deliberadamente problemas (y a veces a los descubridores mismos de esos problemas)?*

#### 4.2. La Lógica de Problemas

(...) El término ‘problema’ designa una dificultad que no puede resolverse automáticamente, sino que requiere una investigación, conceptual o empírica. Un problema es, pues, el primer eslabón de una cadena: Problema-Investigación-Solución. Los problemas humanos son problemas de acción, o conocimiento, o estimación, o dicción; en las ciencias factuales se encuentran las cuatro clases de problemas, pero es claro que los centrales son los de conocimiento. Cualquiera que sea la naturaleza de un problema humano pueden distinguirse en él los siguientes aspectos: (i) el problema mismo, considerado como un objeto conceptual diferente de un enunciado, pero, epistemológicamente, del mismo rango; (ii) el acto de por qué o para qué preguntar (aspecto psicológico); y (iii) la expresión del problema mediante un conjunto de sentencias interrogativas o imperativas en algún lenguaje (aspecto lingüístico).

En todo problema aparecen ideas de tres clases: el fondo y el generador del problema, y su solución si existe. Considérese el problema: ¿Quién es el culpable? El problema presupone la existencia de un culpable; está engendrado por la función proposicional “x es el culpable”, en la cual x es la incógnita que hay que descubrir; y el problema suscita una solución de la forma “c es el culpable”, en la que c es el nombre de un individuo determinado. Dicho de otro modo, nuestro problema es “¿Cuál es el x tal que x es el culpable?”

(...) En general, todo problema se plantea respecto de un cierto fondo previo constituido por el conocimiento preexistente y, en particular, por los presupuestos específicos del problema. Los presupuestos del problema son las afirmaciones que están de un modo u otro implicadas, pero no puestas en tela de juicio, por la formulación del problema y la investigación por él desencadenada. Además, todo problema puede considerarse engendrado por un conjunto definido de fórmulas. El generador de un problema es la función proposicional que genera el problema al aplicar a dicha función el operador ¿? una o más veces. Por último, todo problema tiende a producir un conjunto de fórmulas –la solución-

que cuando se insertan en el generador del problema, convierten a éste último en un conjunto de enunciados con un determinado valor verificativo.

(...) El planteamiento defectuoso de una cuestión –esto es, la formulación de una pregunta mal formulada- puede impedir la investigación concreta, o incluso toda investigación. Un problema está bien formulado si y sólo si satisface todas las reglas de formulación siguientes:

- 1) El generador de un problema bien formulado contiene tantas variables como incógnitas.
- 2) El generador de un problema bien formulado lleva prefijados tantos signos de interrogación cuantas son las variables.
- 3) Todo problema elemental bien formulado contiene alguna fórmula en la cual  $x$  es la variable individual (caso) que se presenta en el generador y  $P$  es la variable predicativa (atributo).
- 4) Todo problema bien formulado no elemental es una combinación de problemas elementales bien formulados.
- 5) Un problema está bien formulado si está bien concebido, y un problema está bien concebido si y sólo si ninguno de sus presupuestos es una fórmula manifiestamente falsa o indecisa en el contexto –conjunto de teorías y conocimientos relevantes para el problema-.

Un problema bien formulado será determinado (bien definido): tendrá una solución única y, al tener explícitos todos los elementos relevantes, sugerirá por lo menos qué investigaciones pueden ser útiles para resolverlo. Pero sería ingenuo que el mero respeto de las Reglas 1-5 vaya a garantizar que no planteamos más que cuestiones bien formuladas. Pues, por de pronto, siempre es difícil descubrir y examinar todos los presupuestos relevantes de un problema. Ni en una teoría formalizada se enumeran más presupuestos que los que su inventor ha descubierto como relevantes, y, salvo en casos triviales, la lista es casi seguramente incompleta...

(...) Toda pregunta tiene un determinado cuerpo de presupuestos. Como no hay pregunta sin un trasfondo, y como éste puede constar de falsedades, o de ideas debatibles, la aceptación ingenua de una pregunta sin examinar su trasfondo no tiene más valor que la aceptación ingenua de una respuesta sin examinar su fundamento. No se debe (ni se puede) eliminar los supuestos. Lo importante es tenerlos bajo control, o sea, someterlos a examen crítico en cuanto que aparecen soluciones erradas. A su vez los presupuestos deben considerarse relativos: lo que en un determinado contexto es un enunciado fuera de cuestión, puede ser objeto de investigación –y por consiguiente de corrección o recusación- en otro contexto u otro ulterior estadio del desarrollo de la ciencia.

#### 4.3. Problemas Científicos

No todo problema, como es obvio, es un problema científico: los problemas científicos son exclusivamente aquellos que se plantean sobre un trasfondo científico y se estudian con medios científicos y con el objetivo primario de incrementar nuestro conocimiento. Si el objetivo de la investigación es práctico más que teórico, pero el trasfondo y los instrumentos son científicos, entonces el problema lo es de ciencia aplicada o tecnología, y no de ciencia



pura. Sin embargo, no es una línea rígida la que separa los problemas científicos de los tecnológicos, pues un mismo problema, planteado y resuelto con cualesquiera fines, puede dar una solución que tenga ambos valores, el cognoscitivo y el práctico... La mera selección de problemas está ya determinada por el estado del conocimiento -particularmente por sus lagunas-, por nuestros fines y por nuestras posibilidades metodológicas. Cuando el conocimiento que hace al trasfondo es escaso, los problemas importantes no pueden formularse sino vagamente, y, por lo tanto, es difícil que se resuelvan. Además, los problemas no “surgen”, no son impersonalmente “dados” al investigador: sino que el científico individual, con su acervo de conocimiento, su curiosidad, su visión, sus estímulos y sus tendencias, registra el problema o incluso lo busca.

(...) La esperanza de todo científico empírico (y del que cultiva la matemática aplicada) es que, por complejo que sea, su problema podrá ser reducido a una secuencia finita de problemas de decisión. El logro de ese triunfo metodológico disimula en realidad una derrota epistemológica: un problema fuerte, como el de identificar un miembro de un conjunto infinito no numerable, se ha sustituido por un conjunto finito de problemas más débiles, como el de decidir si un determinado individuo pertenece a un conjunto dado. Pero aquí no hay elección: o emprendemos la resolución del problema débil o nos quedamos con el problema fuerte sin resolver....

La resolución de problemas requiere de procedimientos y técnicas adecuadas que no siempre disponemos. Pero tampoco basta con tenerlas: tenemos también que generar o disponer de un conjunto de datos. En el caso ideal se tratará del conjunto necesario y suficiente de elementos de información. En la investigación real lo más frecuente es que nos encontremos en alguno de estos otros casos: i) demasiados pocos datos, lo cual exige complementar la información o buscar una solución aproximada; ii) demasiados datos: un gran número de elementos de información, en parte irrelevantes, en parte en bruto o sin digerir por la teoría, y sólo en parte adecuados; esto exige entonces una previa selección y condensación de datos a la luz de nuevas hipótesis o teorías. La posesión de un acervo de datos técnicas y teorías es pues necesaria para plantear y atacar un problema científico. Pero no es suficiente. Tenemos que estar razonablemente seguros de que seremos capaces de reconocer la solución una vez que la hayamos encontrado. Para lo cual debemos anticipar: i) qué clase de solución va a considerarse adecuada; y ii) qué clase de comprobación de la solución propuesta se considera satisfactoria. De no ser así podremos perdernos en una investigación estéril o una discusión sin fin.

(...) Resumiendo, las condiciones, necesarias y suficientes, para que un problema pueda considerarse como un problema científico bien formulado son: i) tiene que ser accesible un cuerpo de conocimiento científico (datos, teorías, técnicas) en el cual formularse el problema; ii) el problema tiene que estar bien formulado en el sentido de las exigencias formales expuestas en 4.2; iii) el problema debe estar bien concebido en el sentido de que su trasfondo y, en particular, sus supuestos, no sean ni falsos ni por decidir; iv) el problema tiene que estar delimitado: un planteamiento que sea progresivo, paso a paso, no es científico; v) hay que hallar las condiciones de existencia y unicidad de la solución; vi) hay que formular anticipadamente estipulaciones acerca del tipo de solución y el tipo de comprobación de la misma que resultarán aceptables. El respeto a estas condiciones no garantiza el éxito, pero sí ahorra pérdidas de tiempo.