

## **ENSAYO DE LOS TEMAS DE LA UNIDAD 1**

La investigación científica arranca con la percepción de que el acervo de conocimiento disponible es insuficiente para manejar determinados problemas. No empieza con un borrón y cuenta nueva, porque la investigación se ocupa de problemas, y no es posible formular una pregunta -por no hablar ya de darle respuesta- fuera de algún cuerpo de conocimiento sólo quienes ven pueden darse cuenta de que falta algo.

Parte del conocimiento previo de que arranca toda investigación es conocimiento ordinario, esto es, conocimiento no especializado, y parte de él es conocimiento científico, o sea, se ha obtenido mediante el método de la ciencia y puede volver y someterse a prueba, enriquecerse y, llegado el caso superarse mediante el mismo método. A medida que progresa, la investigación corrige o hasta rechaza porciones del acervo del conocimiento ordinario. Así se enriquece este último con los resultados de la ciencia: parte del sentido común de hoy día es resultado de la investigación científica de ayer. La ciencia, en resolución, crece a partir del conocimiento común y le rebasa con un crecimiento: de hecho, la investigación científica empieza en el lugar mismo en que la experiencia y el conocimiento ordinarios dejan de resolver problemas o hasta de plantearlos. La ciencia no es una mera prolongación ni un simple afinamiento del conocimiento ordinario, en el sentido en que el microscopio, por ejemplo, amplía el ámbito de la visión. La ciencia es un conocimiento de naturaleza especial: trata primariamente, aunque no exclusivamente, de acontecimientos inobservables e insospechados por el lego no educado; tales son, por ejemplo, la evolución de las estrellas y la duplicación de los cromosomas; la ciencia inventa y arriesga conjeturas que van más allá del conocimiento común, tales como las leyes de la mecánica cuántica o las de los reflejos condicionados; y somete esos supuestos a contrastación con la experiencia con ayuda de técnicas especiales, como la espectroscopia o el control del jugo gástrico, técnicas que, a su vez, requieren teorías especiales.

Consiguientemente, el sentido común no puede ser juez autorizado de la ciencia, y el intento de estimar las ideas y los procedimientos científicos a la luz del conocimiento común u ordinario exclusivamente es descabellado: la ciencia elabora sus propios cánones de validez y, en muchos temas, se encuentra muy lejos del conocimiento común, el cual va convirtiéndose progresivamente en ciencia fósil. Imaginémos a la mujer de un físico rechazando una nueva teoría de su marido sobre las partículas elementales porque esa teoría no es intuitiva, o a un biólogo que se aferrara a la hipótesis de la naturaleza hereditaria de los caracteres adquiridos simplemente porque esa hipótesis coincide con la experiencia común por lo que hace a la evolución cultural. Parece estar clara la conclusión que deben inferir de todo eso los filósofos: no intentemos reducir la ciencia a conocimiento común, sino aprendamos algo de ciencia antes de filosofar sobre ella.

La discontinuidad radical entre la ciencia y el conocimiento común en numerosos aspectos y, particularmente por lo que hace al método, no debe, de todos modos, hacernos ignorar su continuidad en otros aspectos, por lo menos si se limita el concepto conocimiento común a las opiniones sostenidas por lo que se suele llamar sano sentido común o, en otras lenguas, buen sentido. Efectivamente, tanto el sano sentido común cuanto la ciencia aspiran a ser racionales y objetivos: son críticos y aspiran a coherencia (racionalidad), e intentan adaptarse a los hechos en vez de permitirse especulaciones sin control (objetividad).

Pero el ideal de racionalidad, a saber, la sistematización coherente de enunciados fundados y contrastables, se consigue mediante teorías, y éstas son el núcleo de la ciencia, más que del conocimiento común, acumulación de piezas de información laxamente vinculadas. Y el ideal de la objetividad -a saber, la construcción de imágenes de la realidad que sean verdaderas e impersonales- no puede realizarse más que rebasando los estrechos límites de la vida cotidiana y de la experiencia privada, abandonando el punto de vista antropocéntrico, formulando la hipótesis de la existencia de objetos físicos más allá de nuestras pobres y caóticas impresiones, y contrastando tales supuestos por medio de la experiencia intersubjetiva (transpersonal) planeada e interpretada con la ayuda de teorías. El sentido común no puede conseguir más que una objetividad limitada porque está demasiado estrechamente vinculado a la percepción y a la acción, y cuando las rebasa lo hace a menudo en la forma del mito: sólo la ciencia inventa teorías que, aunque no se limitan a condensar nuestras experiencias, pueden contrastarse con ésta para ser verificadas o falsadas.

Un aspecto de la objetividad que tienen en común el buen sentido y la ciencia es el naturalismo, o sea, la negativa a admitir entidades no naturales (por ejemplo, un pensamiento desencarnado) y fuentes o modos de conocimientos no naturales (por ejemplo, la intuición metafísica). Pero el sentido común, reticente como es ante lo intolerable, ha tenido a veces un efecto paralizador de la imaginación científica. La ciencia, por su parte, no teme a las entidades inobservables que pone hipotéticamente, siempre que el conjunto hipotético pueda mantenerse bajo su control: la ciencia, en efecto, tiene medios muy peculiares (pero nada esotéricos ni infalibles) para someter a contraste o prueba dichos supuestos. Una consecuencia de la vigilancia crítica y de la recusación naturalista de los modos de conocimientos esotéricos es el falibilismo, o sea, el reconocimiento de que nuestro conocimiento del mundo es provisional e incierto -lo cual no excluye el progreso científico, sino que más bien lo exige. Los enunciados científicos, igual que los de la experiencia común, son opiniones, pero opiniones ilustradas (fundadas y contrastables) en vez de dicta arbitrarios o charlas insusceptibles de contrastación o prueba. Lo único que puede probarse hasta quedar más allá de toda duda razonable son o bien teoremas de la lógica y la matemática, o bien enunciados fácticos triviales (particulares y de observación) como "este volumen es pesado".

Los enunciados referentes a la experiencia inmediata no son esencialmente incorregibles, pero rara vez resultan dignos de duda: aunque son también conjeturas, en la práctica los manejamos como si fueran certezas. Precisamente por esa razón son científicamente irrelevantes: si puede manejarlos de un modo suficiente el sentido común, ¿por qué apelar a la ciencia? Esta es la razón por la cual no existe una ciencia de la mecanografía ni de la conducción de automóviles. En cambio, los enunciados que se refieren a algo más que la experiencia inmediata son dudosos y, por tanto, vales la pena someterlos varias veces a contrastación y darles un fundamento. Pero en la ciencia la duda es mucho más creadora que paralizadora: la duda estimula la investigación, la búsqueda de ideas que den razón de los hechos cada vez más adecuados. Así se produce un abanico de opiniones científicas de desigual pero: unas de ellas están mejor fundadas y más detalladamente contrastadas que otras. Por eso el escéptico tiene razón cuando duda de cualquier cosa en particular, y yerra cuando duda de todo en la misma medida.

Dicho brevemente: las opiniones científicas son racionales y objetivas como las del sano sentido común: pero mucho más que ellas. ¿Y qué es entonces -si algo hay- lo que da a la ciencia su superioridad sobre el conocimiento común? No, ciertamente, la sustancia o tema, puesto que un mismo objeto puede ser considerado de modo no científico, o hasta anticientífico, y según el espíritu de la ciencia. La hipnosis, por ejemplo, puede estudiarse de un modo acientífico, como ocurre cuando se describen casos sin la ayuda de la teoría ni del experimento. También puede considerarse como un hecho super-normal o hasta sobrenatural, que no implica ni a los órganos de los sentidos ni al sistema nervioso, o sea, como resultado de una acción directa de mente a mente. Por último, puede plantearse el estudio de la hipnosis científicamente, esto es, construyendo conjeturas acerca del mecanismo fisiológico subyacente al comportamiento hipnótico y controlado o contrastando dichas hipótesis en el laboratorio. En principio, pues, el objeto o tema no es lo que distingue a la ciencia de la no-ciencia, aunque algunos problemas determinados - por ejemplo, el de la estructura de la materia-difícilmente pueden formularse fuera de un contexto científico. Si la "sustancia" (objeto) no puede ser lo distintivo de toda ciencia, entonces tienen que serlo la "forma" (el procedimiento) y el objetivo: la peculiaridad de la ciencia tiene que consistir en el modo como opera para alcanzar algún objetivo determinado, o sea, en el método científico y en la finalidad para la cual se aplica dicho método. (Prevención: "método científico" no debe construirse como nombre de un conjunto de instrucciones mecánicas e infalibles que capacitaran al científico para prescindir de la imaginación; no debe interpretarse tampoco como una técnica especial para el manejo de problemas de cierto tipo). El planteamiento científico, pues está constituido por el método científico, y por el objetivo de la ciencia.

## EL MÉTODO CIENTÍFICO

Un método es un procedimiento para tratar un conjunto de problemas. Cada clase de problemas requiere un conjunto de métodos o técnicas especiales. Los problemas del conocimiento, a diferencia de los del lenguaje o los de la acción, requieren la invención o la aplicación de procedimientos especiales adecuados para los varios estadios del tratamiento de los problemas, desde el mero enunciado de éstos hasta el control de las soluciones propuestas. Ejemplos de tales métodos especiales (o técnicas especiales) de la ciencia son la triangulación (para la medición de grandes distancias) o el registro y análisis de radiaciones cerebrales (para la objetivación de estados del cerebro). Cada método especial de la ciencia es, pues relevante para algún estadio particular de la investigación científica de problemas de cierto tipo. En cambio, el método general de la ciencia es un procedimiento que se aplica al ciclo entero de la investigación en el marco de cada problema de conocimiento. Lo mejor para darse cuenta de cómo funciona el método científico consiste en emprender, con actitud inquisitiva, alguna investigación científica lo suficientemente amplia como para que los métodos o las técnicas especiales no oscurezcan la estructura general. (El convertirse en especialista de algún estadio del trabajo científico, como la medición, por ejemplo, no basta, ni mucho menos, para conseguir una visión clara del método científico; aún más, eso puede sugerir la idea de que hay una pluralidad de métodos inconexos más que una sola estructura metódica subyacente a todas las técnicas). Otro buen camino, indistintamente después del anterior, consiste en familiarizarse con algún sector o pieza de la investigación, no precisa y

solamente con su resultado, más o menos caduco, sino con el proceso entero, a partir de las cuestiones que desencadenaron inicialmente la investigación.

Supongamos que nos planteamos la pregunta siguiente: "¿Por qué diversos grupos humanos utilizan lenguajes más o menos diferentes?" Una respuesta sencilla a esa pregunta -esto es, una explicación de la generalización empírica según la cual diversos grupos humanos tienden a hablar de modos diversos- se encuentra en mitos como, por ejemplo, el de la diversidad originaria de lenguas ya cristalizadas desde el principio. Un investigador científico de ese problema no presentaría gran fe a explicaciones sencillas de ese tipo, y empezaría por examinar críticamente el problema mismo. De hecho, aquella pregunta presupone una generalización empírica que puede necesitar afirmación: ¿Qué grupos son los que hablan de modos diversos? ¿Grupos étnicos, grupos sociales, grupos profesionales? Sólo una investigación preliminar de esta cuestión previa puede permitirnos una formulación más precisa de nuestro primer problema.

Una vez hallado ese enunciado más preciso del problema, se ofrecerá una serie de conjeturas; algunas referentes a la determinación geográfica de las diferencias lingüísticas, otras a los factores biológicos, otras a los factores sociales, etc. Esos varios supuestos serán entonces contrastados examinando sus consecuencias observables. Así, por ejemplo, si el tipo de trabajo es efectivamente un determinante principal de las "diferencias" lingüísticas (hipótesis), entonces los grupos profesionales compuestos por individuos que en todo lo demás son semejantes deben hablar dialectos distintos (consecuencia sometible a contrastación con la experiencia).

Entonces hay que resumir cierto número de datos para poder averiguar cuál de las conjeturas es verdadera -si es que alguna de ellas lo es. Y, si es posible, los datos tendrán que ser científicamente certificables, esto es, obtenidos y controlados si es necesario por medios científicos. Por ejemplo: habrá que estudiar muestras casuales de grupos profesionales, con objeto de minimizarlos efectos de una posible tendencia en la elección de los sujetos. Entonces se estimarán los méritos de las varias hipótesis propuestas, y en este proceso de estimación surgirán acaso nuevas conjeturas.

Por último, si la investigación ha sido cuidadosa e imaginativa, la solución del problema inicial hará surgir un nuevo conjunto de otros problemas. De hecho, las piezas de investigación más importantes, al igual que los mejores libros, son las más capaces de desencadenar nuevo pensamiento, y no precisamente las tendencias a llevar el pensamiento al reposo. En el anterior ejemplo podemos distinguir los estadios principales del camino de la investigación científica, esto es, los pasos principales de la aplicación del método científico. Distinguimos, efectivamente, la siguiente serie ordenada de operaciones:

Enunciar preguntas bien formuladas y verosímilmente fecundas.

Arbitrar conjeturas, fundadas y contrastables con la experiencia, para contestar a las preguntas.

Derivar consecuencias lógicas de las conjeturas.

Arbitrar técnicas para someter las conjeturas a contrastación.

Someter a su vez a contrastación estas técnicas para comprobar su relevancia y la fe que merecen.

Llevar a cabo la contrastación e interpretar sus resultados.

Estimar la pretensión de verdad de las conjeturas y la fidelidad de las técnicas.

Determinar los dominios en los cuales valen las conjeturas y las técnicas, y formular los nuevos problemas originados por la investigación. Este ciclo se representa esquemáticamente en la Fig. 1

Un ciclo de investigación. La importancia de la investigación científica se mide por los cambios que acarrea en nuestro cuerpo de conocimientos y/o por los nuevos problemas que suscita.

¿Existen reglas que guíen la ejecución adecuada de las operaciones que hemos indicado? O sea: ¿hay instrucciones concretas para tratar los problemas científicos? Seguramente hay algunas, aunque nadie ha establecido nunca una lista que las agote y aunque todo el mundo deba resistirse a hacerlo, escarmentado por el fracaso de los filósofos que, desde Bacon y Descartes, han pretendido conocer las reglas infalibles de la dirección de la investigación. Pero, a título de mera ilustración, vamos a enunciar y ejemplificar algunas reglas muy obvias del método científico, otras reglas se encontrarán dispersas por el resto del volumen.

R1 Formular el problema con precisión y, al principio específicamente . Por ejemplo, no preguntar genéricamente "¿Qué es el aprendizaje?", sino plantear una cuestión bien determinada, tal como: "¿Cómo aprenden los ratones albinos a solucionar problemas de laberintos? ¿Gradualmente o por pequeños saltos?"

R2 Proponer conjeturas bien definidas y fundadas de algún modo, y no suposiciones que no comprometan en concreto, ni tampoco ocurrencias sin fundamento visible: hay que arriesgar hipótesis que afirmen la existencia de relaciones bien definidas y entre variables netamente determinadas, sin que esas hipótesis estén en conflicto con lo principal de nuestra herencia científica. Por ejemplo: no hay que contentarse con suponer que es posible el aprendizaje con sólo proponer con precisión, por ejemplo, que el aprendizaje por un solo intento, tratándose de orientación en un laberinto en forma de T, tiene tal o cual determinada probabilidad.

R3 Someter las hipótesis a contrastación dura, no laxa. Por ejemplo, al someter a contrastación la hipótesis sobre el aprendizaje con un solo intento, no se debe proponer al animal sujeto alguna tarea para la cual ya esté previamente preparado, ni tampoco se deben pasar por alto los resultados negativos: hay que proponer al sujeto experimentalmente tareas completamente nuevas, y hay que aceptar toda la evidencia negativa.

R4 No declarar verdadera una hipótesis satisfactoriamente confirmada: considerarla, en el mejor de los casos, como parcialmente verdadera . Por ejemplo, si se ha obtenido una generalización empírica relativa a las probabilidades de aprendizaje de una determinada

tarea con un solo intento, con otro intento, y así sucesivamente, hay que seguir considerando la afirmación como corregible por la investigación posterior.

R5 Preguntarse por qué la respuesta es como es, y no de otra manera: no limitarse a hallar generalizaciones que se adecuen a los datos, sino intentar explicarlas a base de leyes más fuertes. Por ejemplo, plantearse el problema de hallar los mecanismos nerviosos que den razón del aprendizaje a la primera presentación de la tarea del sujeto: esto supondrá complementar la investigación conductista que se estaba realizando con una investigación biológica.

Esas y otras reglas del método científico están muy lejos de ser infalibles y de no necesitar ulterior perfeccionamiento: han ido cristalizando a lo largo de la investigación científica y son -esperémoslo- aún perfectibles. Además, no debemos esperar que las reglas del método científico puedan sustituir a la inteligencia por un mero paciente adiestramiento. La capacidad de formular preguntas sutiles y fecundas, la de construir teorías fuertes y profundas y la de arbitrar contrastaciones empíricas finas y originales no son actividades orientadas por reglas: sí lo fueran, como han supuesto algunos filósofos, todo el mundo podría llevar a cabo con éxito investigaciones científicas y las máquinas de calcular podrían convertirse en investigadores, en vez de limitarse a ser lo que son, instrumentos de la investigación. La metodología científica es capaz de dar indicaciones y suministra de hecho medios para evitar errores, pero no puede suplantar a la creación original, ni siquiera ahorramos todos los errores.

Las reglas del correcto comportamiento en la mesa son más o menos convencionales y locales, consecuentemente, sería difícil confirmarlas o refutarlas de un modo objetivo, aunque sin duda son explicables por causas sociales e históricas. Pero ¿qué decir del comportamiento investigador, esto es, de las reglas de la investigación científica? Esas reglas son claramente universales: no hay efectivamente nada tan universal como la ciencia, ni siquiera la filosofía. Pero ¿son además justificables? Sin duda tienen una justificación pragmática: aunque no son infalibles, no conocemos otras reglas que sean más adecuadas para conseguir la meta de la ciencia, la construcción de los modelos conceptuales de las estructuras de las cosas con la mayor verdad posible.

Pero ésa es sin duda una justificación bastante pobre. En primer lugar, porque la aplicación del método científico no da, en el mejor de los casos, sino aproximaciones a la verdad. En segundo lugar, porque una regla que está justificada así por su éxito, pero no está integrada en el cuerpo del conocimiento científico, queda colgada en el aire, y no puede deshacer concluyentemente la pretensión de los procedimientos no científicos - como la adivinación, por ejemplo- para el progreso del conocimiento. Dicho de otro modo: nos gustaría contar con una justificación teórica del método científico, además de con su justificación pragmática. Entenderemos por justificación teórica de una regla (o norma, prescripción o instrucción): (i) la convalidación de los presupuestos de la regla, o sea, la confirmación de que lo que la regla toma como dado es coherente con las leyes conocidas; y (ii) la comprobación de que la regla dada es compatible con los demás miembros del conjunto de reglas, en este caso, con el método científico. Dicho brevemente: consideraremos que una regla está justificada teóricamente si y sólo si es

a la vez fundada y sistemática (sistemática = miembro de un sistema consistente de reglas).

En el caso de las reglas del método científico deseamos que integren un sistema de normas basado en, o, al menos, compatible con, las leyes de la lógica y las leyes de la ciencia, no sólo con los desiderata de la investigación. Así, la regla que manda "formular el problema con precisión" presupone claramente que no hay que buscar más que respuestas únicas (aunque puedan ser complejas, teniendo varios miembros): si fuera aceptable una pluralidad de supuestos recíprocamente incompatibles, no se habría estipulado la condición de precisión del problema. Por una parte, el desiderátum de la solución única está exigido por el principio lógico de no-contradicción. En este punto puede detenerse la tarea de justificación de esa regla, porque la investigación científica presupone los principios de la lógica, no los discute.

La justificación de otras reglas del método científico será más difícil y puede suponer complicados problemas filosóficos -como el de si el análisis científico de un todo disuelve sin aclararlo-, pero, de un modo u otro, hay que suministrar esa justificación, y el trabajo al respecto promete ser de interés. Desgraciadamente, no se ha intentado aún dar una justificación teórica de las reglas del método científico. La metodología científica sigue encontrándose en un estadio descriptivo, preteórico. Muy responsable de este descuido parece ser el tácito supuesto de que todo lo que da resultado es bueno, curiosa suposición en el caso del método científico, del que empieza por admitirse que no da resultados perfectos. En cualquier caso, este es un problema interesantísimo para los filósofos que se preocupan por la ciencia viva. Los científicos no se han preocupado mucho por la fundamentación ni por la sistematicidad de las reglas del procedimiento científico: ni siquiera se preocupan por enunciar explícitamente todas las reglas que usan. De hecho, las discusiones de metodología científica no parecen ser animadas más que en los comienzos de cada ciencia: por lo menos tal fue el caso de la astronomía en tiempos de Ptolomeo, de la física en los de Galileo, y hoy de la psicología y la sociología. En la mayoría de los casos los científicos adoptan una actitud de ensayo y error respecto de las reglas de la investigación, y las que les resultan eficaces se incluyen sin más en la rutina cotidiana de la investigación, tan implícitamente que la mayoría de los científicos ni las registran conscientemente. Nadie, por lo visto, llega a ser consciente en cuestiones metodológicas hasta que el método dominante en el momento resulta fracasar. El método científico y la finalidad a la cual se aplica (conocimiento objetivo del mundo) constituyen la entera diferencia que existe entre la ciencia y la no-ciencia. Además, tanto el método como el objetivo son de interés filosófico; por tanto, resulta injustificable el pasarlos por alto. Con esto no se trata de ignorar que una metodología tácita, pero sana, es mejor que una metodología explícita y mala. Hay que subrayar esto en unos tiempos como los nuestros, en los que las revistas de psicología y de sociología dedican muchísimo espacio a discusiones metodológicas que en el fondo se proponen hallar el mejor procedimiento para paralizar la investigación prohibiendo el uso de conceptos que no se apliquen directamente a rasgos observables. Frente a prescripciones metodológicas tan dogmáticas y estériles (y teóricamente injustificadas), lo mejor es tener presente la que acaso sea la única regla de oro del trabajo del científico: Audacia en el conjeturar, rigurosa prudencia en el someter a contrastación las conjeturas.

Resumamos. El método científico, es un rasgo característico de la ciencia, tanto de la pura como de la aplicada: donde no hay método científico no hay ciencia. Pero no es ni infalible ni autosuficiente. El método científico es falible: puede perfeccionarse mediante la estimación de los resultados a los que lleva y mediante el análisis directo. Tampoco es autosuficiente: no puede operar en un vacío de conocimiento, sino que requiere algún conocimiento previo que pueda luego reajustarse y elaborarse; y tiene que complementarse mediante especiales adaptados a las peculiaridades de cada tema. Ahora vamos a atender a estas técnicas.

## LA TÁCTICA CIENTÍFICA

El método científico es la estrategia de la investigación científica: afecta a todo ciclo completo de investigación y es independiente del tema en estudio. Pero, por otro lado, la ejecución concreta de cada una de esas operaciones estratégicas dependerá del tema en estudio y del estado de nuestro conocimiento respecto de dicho tema. Así, por ejemplo, la determinación de la solubilidad de una determinada sustancia en el agua exige una técnica esencialmente diversa de la que se necesita para descubrir el grado de afinidad entre dos especies biológicas. Y la resolución efectiva del primer problema dependerá del estado en que se encuentre la teoría de las soluciones, igual que la resolución del segundo dependerá del estado en que se encuentren la teoría de la evolución, la ecología, la serología y otras disciplinas biológicas.

Cada rama de la ciencia se caracteriza por un conjunto abierto (y en expansión) de problemas que se plantea con un conjunto de tácticas o técnicas. Estas técnicas cambian mucho más rápidamente que el método general de la ciencia. Además, no pueden siempre trasladarse a otros campos: así, por ejemplo, los instrumentos que utiliza el historiador para contrastar la autenticidad de un documento no tienen utilidad alguna para el físico- Pero ambos, el historiador y el físico, están persiguiendo la verdad y buscándola de acuerdo con una sola estrategia: el método científico.

Dicho de otro modo: no hay diferencia de estrategia entre las ciencias; las ciencias especiales difieren sólo por las tácticas que usan para la resolución de los problemas particulares; pero todas comparten el método científico. Esto, más que ser una comprobación empírica, se sigue de la siguiente Definición: una ciencia es una disciplina que utiliza el método científico con la finalidad de hallar estructuras generales (leyes).

Las disciplinas que no pueden utilizar el método científico -por ejemplo, por limitarse a la consecución de datos- no son ciencias, aunque puedan suministrar a la ciencia material en bruto; tal es el caso de la geografía. Ni tampoco son ciencias las doctrinas y prácticas que, como el psicoanálisis, se niegan a utilizar el método científico.



Las técnicas científicas pueden clasificarse en conceptuales y empíricas. Entre las primeras podemos mencionar las tácticas que permiten enunciar de un modo preciso problemas y conjeturas de cierto tipo, así como los procedimientos (algoritmos) para deducir consecuencias a partir de las hipótesis y para comprobar si la hipótesis propuesta resuelve los problemas correspondientes. (La matemática, como es obvio suministra el conjunto más rico de tácticas potentes para enunciar problemas e hipótesis de un modo preciso, para deducir consecuencias a partir de supuestos y para someter las soluciones a prueba o contrastación. Pero no da ayuda alguna en la tarea de hallar problemas o de imaginar el núcleo de hipótesis nuevas para las ciencias factuales. Aparte de eso, en las ciencias más atrasadas nuestras ideas no son aún lo suficientemente claras para ser susceptibles de traducción matemática. Por lo demás, no hay limitación de principio a la aplicación de los conceptos, las teorías y las técnicas de la matemática en la ciencia factual. Por lo que hace a las técnicas empíricas, podemos recordar las que sirven para

es, la extracción de un pequeño subconjunto a partir de un conjunto inicial, o población (que puede ser infinita), de tal modo que la selección extraída no dependa de las propiedades de los individuos que la componen, sino que no los tenga en cuenta y sea, por lo tanto, libre de prejuicios o tendencias. Muestreo al azar es, por ejemplo, lo que suponemos hacer cuando tomamos una muestra cualquiera de alguna mercancía, o cuando controlamos la calidad de un producto manufacturado sin examinar todas las unidades producidas. El muestreo se utiliza también cuando se somete una hipótesis a contrastación empírica: sometemos la hipótesis a prueba respecto de un reducido número de datos relevantes para ella y elegidos sin tendencia ni criterio alguno a partir de una infinidad potencial de datos. El cuestionar ramificado, los procedimientos iterativos y el muestreo al azar son otras tantas especializaciones del método de aproximaciones sucesivas, el cual es característico de la ciencia, aunque no exclusivo de ella. En la lógica pura no puede admitirse ese método, porque en ella se buscan soluciones exactas (o demostraciones exactas de la ausencia de tales soluciones). Pero en la ciencia factual y en considerables regiones de la matemática numérica todo lo que podemos conseguir son precisamente soluciones aproximadas, por lo que el método de aproximaciones sucesivas es indispensable.

El gran interés del método de aproximaciones sucesivas para la teoría del conocimiento (epistemología) estriba en que constituye un claro recordatorio de los siguientes puntos. En primer lugar, la investigación científica procede gradualmente, y precisamente de tal modo que incluso las comprensiones acertadas que de vez en cuando se consiguen por pura suerte son resultado de anterior investigación y quedan siempre sujetas a corrección. En segundo lugar, la investigación científica, por lo menos respecto del mundo de los hechos, da verdades parciales, más que verdades completas y, por lo tanto, finales. En tercer lugar, el método científico, a diferencia de los azarosos tanteos del sentido común y de la especulación sin control, se corrige a sí mismo: puede identificar sus errores y puede intentar obtener aproximaciones de orden superior, es decir, respuestas más verdaderas.

Otras tácticas de la ciencia son menos universales hay que discutir las refiriéndose a específicos problemas y teorías científicas. Así, por ejemplo, la técnica de rayos X para la identificación de compuestos químicos exige la aplicación de la óptica ondulatoria a la difracción de las ondas por retículos cristalinos: sólo una teoría así nos permite interpretar los anillos observados en los roentgendiagramas, anillos que en otro caso serían signos sin sentido, puesto que no tienen parecido alguno con las configuraciones atómicas respecto de las cuales nos informan.

En general, los métodos especiales de la ciencia están formulados de un modo u otro en teorías científicas, las cuales se someten a su vez a contrastación con la ayuda de dichas técnicas. Tal es el caso hasta para una técnica tan elemental como la de la pesada con una balanza de platillos: esa técnica presupone la estática y, en particular, la ley de la palanca. Las técnicas y los instrumentos científicos no están nunca consagrados sólo por el éxito: están proyectados y justificados con la ayuda de teorías. La posibilidad de justificar teóricamente cualquier método especial utilizado en la ciencia hace a ésta netamente diversa de las pseudociencias, las cuales emplean.