

9. El Método Científico: Bacon y Descartes.

Al comenzar el siglo XVII, gracias a Bacon y Descartes se discuten los fundamentos lógicos de la ciencia. Para desarrollar estas ideas aquí les presento una versión editada del capítulo VIII del tomo I del libro del Dr. Desiderio Papp *"Ideas Revolucionarias en la Ciencia"*, Editorial Universitaria, Santiago, 1975.

9.1 NUEVOS SENDEROS DEL PENSAMIENTO

1. Bacon: paladín del método empírico.

Una de las gloriosas realizaciones intelectuales de la primera mitad del siglo XVII, la constituye la estructuración del procedimiento que se volvería clásico en el trabajo de la ciencia moderna: el método experimental, en el que se ven confluír las dos mayores tendencias del pensamiento de ese fecundo período, la racionalista y la empirista. Aquella afinca la verdad de la investigación con la evidencia de la intuición y usa como herramienta de demostración irredargüible el razonamiento matemático: su gran legislador fue Renato Descartes. El empirismo, en cambio, centra el criterio de la verdad en la experiencia, intentando siempre transformar su planificada observación en el dominio de la naturaleza para provecho del ser racional, sin preocupación de los afanes puramente teóricos peyorativamente calificados como "metafísica". Su norte lo constituye un directo utilitarismo que sobrepone las manipulaciones artesanales a las disquisiciones de los filósofos, máxime de los de la "escuela". Tuvo la corriente empirista del Renacimiento a su máximo codificador en Francis Bacon. Sin embargo, tales tendencias se unificaron en la labor creadora de Galileo quien proporcionó uno de los más clásicos ejemplos del método experimental en acción.

En la atmósfera intelectual del Renacimiento, ya se hallaba extendida la concepción de que la experiencia encierra la clave para la única interpretación veraz de los procesos de la naturaleza. Esta convicción se encuentra claramente expresada por Leonardo da Vinci, aunque fue **Francis Bacon de Verulam** (1561 -1626) su más radical paladín. Hijo de un ministro de la reina Isabel, siguió la profesión política de su padre pero dedicó a la ciencia el tiempo que le dejaba libre su carrera fecunda en éxitos y fracasos. Obtuvo el cargo de guardasellos del rey, y llegó a ser Lord Canciller de Inglaterra. Pero tocó el término de su ascenso, al ser convicto de haber aceptado donaciones de litigantes, hecho no inusitado en aquel tiempo, aunque implicaba riesgos. Inhabilitado para desempeñar cargos públicos, fue encarcelado por algunos días en la torre de Londres, y compelido a abandonar la vida pública. No era Bacon investigador propiamente tal en rama alguna del saber; no practicó la ciencia, contentándose con meditar sobre la misma. Los frutos de tales meditaciones están descritos en sus dos principales obras *Novum Organum* (1620) y *De Dignitate et Augmentis Scientiarum* (1625). Se había propuesto el ambicioso proyecto de indicar el procedimiento

capaz de llevar adelante la exploración de la naturaleza, entregando a los sabios el instrumento mental que les permitiera encontrar las leyes del mundo físico. La herramienta requerida según Bacon, es la *inducción*, opuesta a la *deducción*: coleccionar hechos bien observados, reunirlos en números tan elevados como sea posible, he ahí, según él, el camino que conduce al descubrimiento. Realizada esta tarea, se podría hacer pasar los hechos por una especie de molino lógico, y las conclusiones saldrán automáticamente por sí solas, atribuyendo de esta manera a su molino mental cualidades que poseen hoy en día - sobre otro plano y una eficacia que no admite comparación- las maquinas computadoras electrónicas.

Para alcanzar su finalidad, propone el pensador inglés ordenar los hechos observados en tres listas o tablas: **tabula praesentiae**, la de los casos en que está presente fenómeno estudiado; **tabula absentiae**, la de aquellos en que falta; por fin, **tabula graduum**, que contiene todas las observaciones en que el fenómeno manifiesta cambios de intensidad. Inducir entonces, equivale a comparar las tablas; a la vista de las tres, el investigador excluye las hipótesis que sólo explican una fracción de los hechos, y procediendo por eliminaciones sucesivas, se queda al final del proceso selectivo con la hipótesis que está en la mejor concordancia con las tres tablas, convirtiéndose esta en la ley del fenómeno. El método de Bacon no era, si bien se advierte, mero empirismo: la observación debe ser combinada, mediante las tablas, con la actividad del entendimiento. El mismo ilustró esta exigencia con una celebre metáfora comparaba a los meros empiristas con las hormigas, que se contentan con acumular provisiones; los racionalistas - los llamados dogmáticos - le parecían arañas, que sacan de sus propias entrañas el material para sutiles telas. Agregaba que el científico debía adoptar una postura intermedia y proceder como las abejas, que extraen su materia prima de las flores, pero la reordenan y elaboran de acuerdo a sus propias finalidades.

2. Deficiencias de las tablas baconianas.

Sin embargo, casi está de más subrayar que el método propuesto por el Lord Canciller no puede ser aplicado en la práctica, dado que el conjunto de los casos que tendrían que ser registrados en las tres tablas es prácticamente infinito en número. Un crítico sagaz ha comparado el procedimiento baconiano con una humorística fórmula para cazar leones: se vierte en un gran cedazo toda la arena del desierto, la que pasara por los agujeros, quedando los leones encima. Reemplacemos en esta fórmula, los granos de arena por los hechos que se deben recolectar, los leones por las leyes de la naturaleza y he aquí el método de Bacon.

Sin duda, el error fundamental de éste consistió en desconocer que la formulación de la hipótesis debe ser previa a la recolección de los hechos; ninguna compilación de datos, por abundante que sea, puede conducir a un descubrimiento, sin el talento seleccionador del investigador. Cosa extraña Bacon ensayó - en un aspecto muy conocido de su obra - diagnosticar las causas de los errores más comunes del pensamiento, los hábitos mentales y prejuicios que impiden el acertado análisis de los hechos, a los que llamó fantasmas o ídolos. Y, sin embargo, el mismo fue víctima de un ídolo, una idea preconcebida, al admitir que alguna regla de razonamiento o alguna forma de catalogar observaciones seria capaz de reemplazar el juicio del investigador. A pesar de tan fundamental deficiencia, el elogio que le

tributaron, en el siglo pasado, algunos filósofos - Stuart Mill, Augusto Comte - no está desprovisto de fundamento. Heraldó de los nuevos tiempos, reconoció claramente que los métodos de los antiguos no bastan para lograr mayor poder sobre la naturaleza. Insistió en que la investigación debía desligarse del sentido común, al que se limitaba la física de los aristotélicos. Se daba clara cuenta de la importancia de registrar cuidadosamente y de organizar racionalmente la experimentación. También fue el primero en acuñar el concepto de una categoría particularmente importante del experimento: el que decide, en un nivel dado del conocimiento, la elección entre dos teorías rivales, denominado el **experimentum crucis**. Para ilustrarlo con un interesante ejemplo, Bacon se pregunta si la piedra cae porque busca su lugar natural - como lo enseñara ARISTOTELES - o bien porque se ve atraída por el globo terráqueo, como lo sostienen los modernos. Si esta última hipótesis corresponde a la realidad - razona él - sigue que la fuerza de atracción revelada por la caída de los graves debe decrecer con la distancia, que los separa de este planeta. Para verificar si es así propone comparar las oscilaciones de dos péndulos colocados uno al pie, el otro en lo alto de una torre. La conclusión era correcta, y su sugestión incluye el germen del celebre experimento realizado, un medio siglo después, por el astrónomo francés Jean Richer.

Ahora bien, cabe preguntarse si la convicción de que el conocimiento procede de la observación sistemática - repetida con un entusiasmo contagioso, que en su tiempo constituía un mérito y aún un servicio real - si esa convicción era en sí misma una idea nueva. La respuesta es un rotundo no. En su anti-aristotelismo acendrado, Bacon hizo caso omiso de que el propio Aristóteles fundamentara su biología en observaciones sistemáticas, así como Hiparco de Nicea hizo de ellas la base de su astronomía. Sin citar a tantos otros de los antiguos, hacia el fin de los siglos medievales, su homónimo, el monje franciscano Rogerio Bacon promovió la necesidad de la observación, en una obra que lo condujo a la prisión, y posteriormente, ni Tycho ni Harvey esperaban al autor del *Novum Organum* para innovar extensos dominios del saber, predicando y aplicando la observación sistemática.

Por otro lado, la insistencia de Bacon en la acumulación de una gran masa de hechos, como condición del descubrimiento, era en verdad errónea, y se halla refutada por la historia. Si Newton hubiese seguido sus consejos, enfrascándose en una interminable tabulación de los fenómenos gravitatorios, fácil resulta convencerse de que jamás habría logrado su máximo descubrimiento; ni Faraday, practicando el empirismo baconiano, habría obtenido la revelación de la inducción electromagnética, "los descubrimientos científicos no suelen deberse - escribe con razón Hull - al análisis de un elevado número de hechos. La primera fase es casi siempre el pensamiento reflexivo sobre el impacto que dejan muy pocos fenómenos, pero muy llamativos, sobra una mente penetrante". Este impacto que engendra la hipótesis fecunda verdadera condición inicial de la creación científica, es precisamente aquel cuya importancia Bacon desconocía, tal como desconocía también la trascendencia de los razonamientos matemáticos, en la estructuración de la ciencia moderna. Pese a estas notorias deficiencias - como ya se ha anotado - filósofos e historiadores de la pasada centuria tributaron a Bacon elogios que no carecen de fundamentos. En efecto, su método, aunque incompleto, es el primero que concibe la ciencia en calidad de instrumento de poder, orientado a crear el *regnum hominis*, el imperio del hombre sobre la naturaleza. Y ninguno de sus antecesores, a excepción del inmenso Leonardo, vaticinó con la clarividencia suya los alcances de los resultados que obtendrían las ciencias, para el futuro de la humana sociedad. El objeto del conocimiento según Bacon no es el de obtener verdades abstractas

acerca de la naturaleza de las cosas sino dar al hombre poder sobre el mundo. Así es como perduran hasta hoy en plena vigencia sus grandiosos proyectos: relacionar la ciencia abstracta con sus aplicaciones tecnológicas, la prédica insistente en la necesidad de un registro cuidadoso de los resultados obtenidos en las experiencias, o aquella otra proposición suya para dar forma en un nivel superior y masivo a la investigación científica. Con razón, pues, Bacon se nos aparece, en la contemplación retrospectiva, como un encumbrado pregonero de las nuevas ideas, buccinator, según el mismo se calificara, magnífico heraldo de la civilización que trajo la floración de la ciencia moderna.

3. El racionalismo de Descartes

Insigne matemático y célebre filósofo cuya nombradía eclipsó incluso el prestigio de los pensadores griegos, **Rene Descartes (1596-1650)** ejerció mayor influencia aún que Francis Bacon sobre el ambiente científico de su tiempo, y de la posteridad. Descendiente de una familia pudiente, tuvo los medios para dedicarse desde joven al ambicioso proyecto de erigir un edificio filosófico-científico sobre nuevos cimientos. Había sido alumno de los jesuitas, en el celebre colegio de La Flèche, donde adquirió una base matemática más amplia que la que habría podido obtener en cualquier universidad francesa de aquel tiempo. La carrera de las armas le atrajo durante algunos años alistándose en los ejércitos extranjeros de Holanda y de Baviera. Sin descuidar por eso su acariciado proyecto, objeto de sus constantes meditaciones. Tras abandonar las armas, y después de un periodo de viajes, Descartes decidió establecerse en Holanda, lugar de elección y refugio de los espíritus libres. Desde ese momento, en 1629, la historia de su vida se confunde con la de su obra.

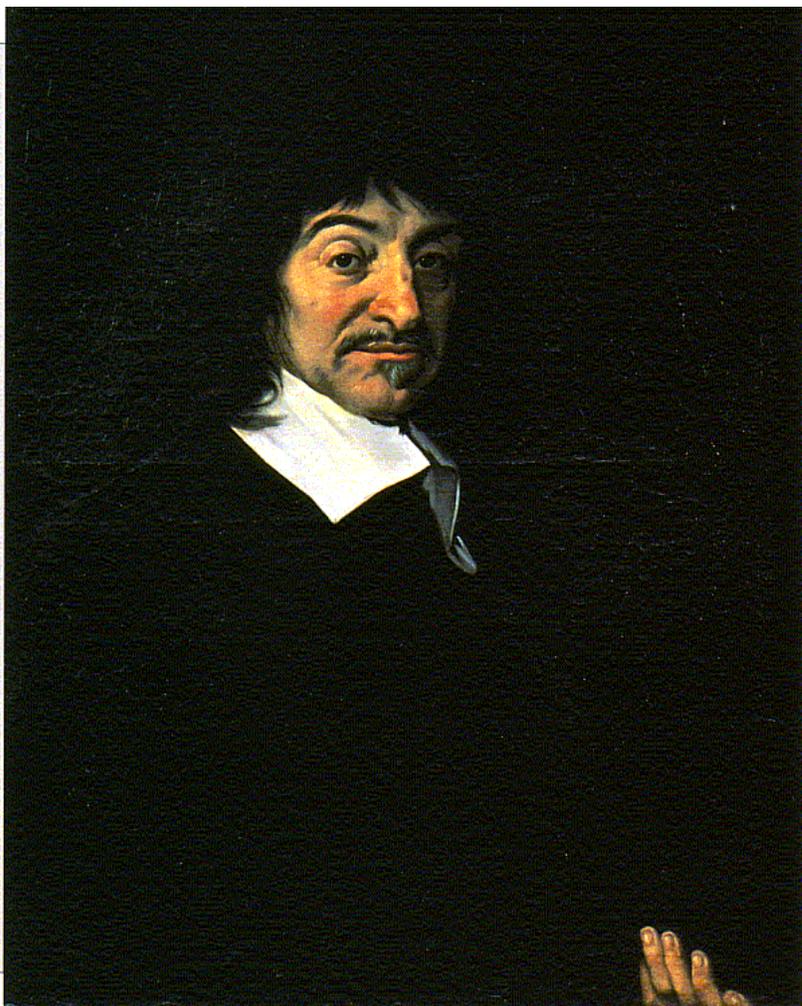
Católico creyente, compartía, no obstante, la herejía de Galileo, adhiriéndose al sistema copernicano del universo; pero, más sagaz que valiente, no estaba él dispuesto a sacrificar su tranquilidad a sus convicciones, y así, al enterarse de la condena de Galileo, prefirió - a pesar de vivir en Holanda - no dar a conocer su gran tratado, casi concluido, *Le Monde*, en el que se había ocupado durante cinco años, y que sólo vino a aparecer póstumamente. Publicó, luego, su *Discours de la Methode* (1637), seguido por las *Meditaciones* y los *Principia Philosophiae* (1644): escritos todos que le valieron una fama clamorosa e indiscutible prestigio. Ya en la culminación de su celebridad, tuvo la debilidad de aceptar la invitación de la joven reina de Suecia, que deseaba adornar su corte con la presencia del ilustre filósofo, habiendo enviado un buque de guerra para conducirlo a su nórdico país. Mas el frío riguroso del invierno escandinavo, junto con la desusada obligación de madrugar para impartir - a las cinco de la mañana - su lección de filosofía a la reina, determinaron su prematura muerte. Falleció en Estocolmo pocos meses después de su llegada, a la edad de 53 años.

Desde la perspectiva del pensamiento científico, la obra de Descartes presenta tres aspectos de importancia desigual: su metodología, su cosmología y su geometría; adelantemos desde ya que la primera no llegó a alcanzar su objetivo; la segunda suministró una teoría del cosmos que gozó de amplia difusión hasta ser desplazada por la imagen newtoniana del mundo. La tercera, es la que le asigna un lugar perenne en el desarrollo del conocimiento. Encontrar un método que no sea mera ordenación demostrativa de hechos conocidos de antemano - como ocurría con los silogismos aristotélicos - tal es el objetivo que se propone Descartes, quien, aunque aprueba los designios de Bacon, considera

equivocado el sendero indicado por el inglés. Es ilusorio - sostiene - partir de datos empíricos particulares para llegar inductivamente a la capitación de leyes de la naturaleza, es decir a conocimientos ciertos y universales. Aquellos - cree Descartes - sólo se alcanzan por la vía deductiva, que conduce a la razón, mediante la aplicación de preceptos ciertos y rigurosos, a la anhelada verdad: como sucede precisamente en las matemáticas.

René Descartes

René Descartes was born at La Haye, Touraine, France, on 31 March 1596, the son of a prominent father. He studied at the Jesuit college of La Flèche, and graduated in law from the University of Poitiers. For a number of years his life took no settled direction: he served as a volunteer in more than one army, though a meeting in 1618 with the Dutch physicist Isaac Beeckman revived his fascination with the mathematical sciences. One evening the following year he had a succession of dreams that convinced him that mathematics held the key to true knowledge. Eventually, in 1628, Cardinal de Bérulle urged on him his duty to devote himself to developing this insight, and he retired to Holland in order to do so. He lived there until 1649, when he allowed himself to be tempted to Stockholm by an invitation to be philosopher to Queen Christina. He succumbed to the rigours of the Stockholm winter on 11 February 1650.



4. Las reglas cartesianas.

Esta ansia cartesiana de obtener éxito al aplicar a la ciencia del mundo exterior, more geométrico, los procesos de la deducción, estribaba en el alto grado de certeza alcanzado en las matemáticas. Desde allí que los preceptos o proposiciones lógicas que introdujeran “las cadenas de razonamiento”, capaces de aprisionar la realidad externa tendrían que poseer la evidencia de los axiomas geométricos; solo así esos preceptos “claros y distintos” se impondrían al intelecto percipiente. Lejos estaba Descartes de imaginar siquiera de que modo se vería sacudida, para la ciencia posterior a él, la presunción de certeza otorgada a la axiomática. Por la propia concatenación estructural de las nociones expuestas, al tratar de igualar esa construcción deductiva y apriorística que es el mundo matemático con la realidad palpable y ponderable del universo físico, Descartes se veía inducido a admitir proposiciones

como la identidad de la materia y la extensión, o la negación de la realidad del vacío pero, veamos más de cerca la naturaleza de las reglas propiciadas.

¿Cuáles son esos preceptos? Ellos exigen primeramente que sólo se acepte por verdadero lo que se conoce de manera evidente como tal, no incluyendo en los juicios propios nada que pueda ofrecer lugar a dudas. Luego, aconsejan dividir las dificultades en tantas partes como sea posible, empezando la investigación por los objetos más simples, para ascender gradualmente al conocimiento de los más amplios y complejos. Postulan finalmente efectuar revisiones tan integrales que se llegue a estar seguro de no omitir nada en el razonamiento.

Tales son las otrora célebres reglas metodológicas aconsejadas por Descartes, que en la retrospectiva de hoy día nos parecen más bien banalidades enunciadas con solemnidad excesiva. En efecto, la historia no conoce investigador alguno al que las reglas cartesianas, por pomposamente que estén expuestas, hayan conducido a un importante hallazgo. Es más todavía: Descartes mismo se abstuvo de seguir los preceptos metodológicos que había aconsejado. Los resultados de sus investigaciones consagrados en los tres apéndices del discurso y destinados a ilustrar concretamente su método - en particular los descubrimientos publicados en su geometría - no fueron alcanzados de ningún modo mediante la aplicación de las reglas que propugnaba.

La vía deductiva sugerida por Descartes no basta para realizar un descubrimiento: no es un procedimiento para descubrir sino más bien para demostrar una verdad ya encontrada. Sin duda que la deducción desempeña un papel notable en la investigación, cuyo primer paso consiste en proponer una hipótesis y deducir sus consecuencias, y en este proceder deductivo está implicado el núcleo del éxito. Empero, el veredicto de la experiencia inductiva es el que decide tal éxito, el experimento es el que define si el hallazgo de los procedimientos hipotético-deductivos se convierte en una ley o si erró su objetivo. En último término, ambos procedimientos, **inducción y deducción**, se complementan y aún se integran en la marcha de la investigación: ambos son igualmente imprescindibles.

Sin embargo, la experiencia no ocupaba, en el sistema cartesiano sino un lugar subordinado. Descartes creía que ella no era necesaria para descubrir las leyes primordiales y básicas del universo; sólo en la búsqueda de las leyes secundarias serviría para encontrar el efecto o el procedimiento elegido por la naturaleza, entre los muchos que el razonamiento deductivo hubiera demostrado de antemano ser igualmente posibles. Tenía razón, sin duda, el gran físico Huygens cuando criticaba, a fines del siglo XVII, a Bacon por haber subestimado los alcances de las matemáticas; a la par que objetaba, por otra parte, a Descartes haber descuidado en la edificación de sus teorías, la importancia del experimento. En definitiva, pues, la metodología cartesiana no es menos deficiente que la baconiana, lo cual, sin embargo, no significa desconocer el talento de Bacon o el genio de Descartes. Ni antes ni después de ellos llegó nadie a crear una metodología realmente satisfactoria: quizá ambos se consagraron a un objetivo muy arduo tal vez imposible de alcanzar. ¿No es ilusorio suponer que el espíritu se ha de atener, en sus búsquedas, a reglas prefijadas, cualesquiera que fuesen? Ninguna regla - ni las tablas de Bacon, ni las más completas de Stuart Mill, ni los preceptos de Descartes - reemplaza el juicio innato del espíritu, la intuición del investigador, como lo reconoció con claridad Claude Bernard, el sagaz metodólogo de las

ciencias biológicas del siglo XIX. Pero ¿qué es la intuición, término tan frecuente y tan abusivamente utilizado? Es la introspección congénita del investigador en el modo de ser de las cosas - intueor, mirar atentamente, descubrir - es un presentimiento de conexiones existentes en lo real. Mas, no es factible enseñar o transmitir este don natural. Se enseña, eso sí, la técnica del investigar, pero no el arte de descubrir: de allí que no haya un método para realizar descubrimientos sino tantos métodos como descubridores.

El indiscutible significado del *Discours la Méthode*, no estaba cifrado en sus preceptos lógicos, sino en su aspecto autobiográfico. Es la historia de un intelecto que decide, tras una dramática negación de las ideas heredadas, borrar todas las opiniones tradicionales, para buscar, en cambio, algo que fuera absolutamente cierto ofreciendo un punto de arranque para empezar la exploración de lo real sin el riesgo de un error inicial. Con tal propósito, llega a poner en duda hasta la existencia del mundo exterior visible; sin embargo, no le resultaba posible poner en duda que estaba dudando. He aquí, decía Descartes, que yo dudo realmente, y aunque todo pueda ponerse en duda, el hecho de ser yo quien duda es indubitable. Pero, si dudo, pienso; y si pienso, existo. Surge, como triunfante conclusión de este razonamiento, la famosa fórmula cartesiana: pienso luego existo: *Cogito ergo sum*. Y habiendo llegado, así, a una primera e irreductible certeza, procede enseguida a reconstruir el mundo mediante una serie de sucesivas inferencias. Lo raro del caso - observa, sarcástico, Bertrand Russell - es que el mundo que luego Cartesio llegó a reconstruir fuese idéntico a aquel en que él creyera antes de su viaje por el océano de las dudas.

Todo cuanto antecede no equivale, desde luego, a desconocer la trascendencia del pensamiento de Descartes. Esta - como ya anotamos - no debe ser buscada en las reglas del Discurso, sino que posee una base más amplia, es el conjunto de la obra de Descartes el que contribuye más que cualquier obra particular de este pensador científico a corroborar el espíritu racional del conocimiento y el concepto mecanicista de la naturaleza no sólo en el siglo de Descartes sino también en las centurias que le siguieron. En este sentido, a la obra cartesiana puede asignarse el epíteto que los admiradores del Discurso otorgaron a éste: un real prólogo a la Edad Moderna.

5. El método galileano.

Ni la inducción baconiana, ni la deducción cartesiana, por sí solas, son capaces de guiar la investigación; sin embargo completándose ambas entran como importantes elementos en las operaciones destinadas a explorar lo real que nos rodea. El desarrollo de estas operaciones, mentales y factuales, constituye - ya lo anotamos - una de las grandes hazañas de la revolución científica del siglo XVII. Fue Galileo Galilei, contemporáneo de Bacon y Descartes, el que llegó a suministrar al método básico de la ciencia moderna espléndidos ejemplos, como la búsqueda de la ley de la caída libre, que analizamos detenidamente en otro capítulo.

En el empeño de interpretar la naturaleza, las operaciones de la razón se introducen forjando una hipótesis. Esta debe ser orientada por la meta a perseguir y no por una regla a seguir. Lejos de exigir la recolección previa de un montón de hechos - como aconsejaba Bacon - la hipótesis puede provenir de una sola observación o de algunas pocas de ellas, también de una casual ocurrencia. Su fuente es indiferente, lo que importa son sus

consecuencias y la verificabilidad de las mismas. La elección de la hipótesis decide el éxito o fracaso de la búsqueda: es el acto creativo *par excellence* de la razón indagadora, aísla su objeto empírico, idealizándolo hace de él una imagen abstracta de la que todos los factores accidentales y complicatorios están eliminados. El vacío absoluto, el punto masivo, el fluido carente de viscosidad, el sólido absolutamente rígido son ejemplos de tales entes abstractos que entran con frecuencia en los raciocinios buscando una hipótesis adecuada.

Establecida la hipótesis, sus consecuencias matemáticamente deducidas se someten al veredicto del experimento. Si éste es negativo, se modifica la hipótesis hasta conseguir su coincidencia satisfactoria con el resultado experimental, convirtiéndose la hipótesis en la ley del fenómeno estudiado. Subrayemos que el experimento puede no consistir exclusivamente en una operación física y su percepción sensorial. En las investigaciones mecánicas de Galileo, Stevin y otros intervienen con frecuencia "*experimentos pensados*" que transcurren en la intuición del investigador y cuyos instrumentos - soportes ideales de la razón - son los entes abstractos ya indicados. La ley de la inercia descubierta por Galileo en un caso especial ofrece un clásico ejemplo de esta índole. A estos experimentos pensados - que ya hemos considerado más detenidamente en el capítulo anterior - subyace la convicción de que lo consistente y exacto, en el mundo geométrico del pensamiento racional, debe ser cierto y conexo también en el mundo real, aunque su confirmación sea sólo aproximada en el ámbito de la materia.