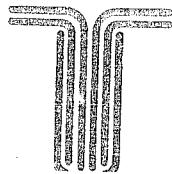


CONCEBIDO tanto para científicos e historiadores como para cualquiera que desee introducirse en uno de los aspectos más apasionantes de la historia de la cultura, este libro nos expone, sucesivamente, cómo se fueron gestando las grandes ideas que han ido transformando radicalmente el pensamiento científico humano y, por ende, el pensamiento en general.

Herbert Butterfield

Los orígenes de la ciencia moderna

taurus



VI

BACON Y DESCARTES

Hoy nos es relativamente fácil seguir con nuestra mente los cambios que puedan tener lugar en las esferas más altas de las diversas ciencias, cambios que de un año para otro pueden ir ampliando el volumen de estudios de los primeros cursos de una carrera cualquiera. No obstante, no vemos claramente qué harían los patriarcas de nuestra generación si nos viéramos obligados a remover de tal modo las raíces de la ciencia, borrando y eliminando como anticuado e inservible cuanto de más elemental se dice sobre el universo en la escuela primaria, si tuviéramos, incluso, que invertir nuestra actitud y tratar, por ejemplo, toda la cuestión del movimiento partiendo desde el extremo opuesto al que hoy acostumbramos utilizar como punto de partida. A principios del siglo XVII se tenía conciencia más plena que nosotros (en nuestra calidad de historiadores) del carácter revolucionario del momento que entonces se había alcanzado. Mientras que todo se encontraba en el crisol de fundición —cuando ya el antiguo orden había perdido su validez, pero todavía no se había consolidado el nuevo—, el conflicto adquirió caracteres de la mayor virulencia. Los hombres de ciencia clamaban por la revolución; no exigían solamente una explicación de las anomalías existentes, sino una nueva ciencia y un nuevo método. Se adelantaron programas del movimiento revolucionario, y podemos apreciar claramente que había algunos hombres que tenían conciencia plena del problema tremendo con que se enfrentaba en aquellos momentos el mundo entero. No obstante, en cierto sentido, demuestran una curiosa falta de discernimiento, porque se dejaban llevar por la idea de que la revolución científica podía producirse y quedar resuelta en una sola

generación. Opinaban que no se trataba más que de cambiar una diapositiva del universo por otra, estableciendo así un nuevo sistema que ocupase el lugar del de Aristóteles. Paulatinamente se fueron dando cuenta de que no bastaría una generación, sino que harían falta quizá dos para terminar la tarea. A fines del siglo XVII se habían convencido de que habían abierto el camino hacia un futuro cuyos límites de expansión se perdían en el infinito, y de que las ciencias estaban todavía en sus orígenes.

Antes de comenzar el siglo XVII, el estado general de conocimientos respecto al universo físico había sido la causa de que se dieran toda una serie de sistemas especulativos que, por regla general, no se basaban en datos científicos, sino que se derivaban de diversos elementos tomados de las ciencias de la antigüedad clásica. Ya en el siglo XVI, además, se había dirigido la atención hacia la cuestión del método científico en general, y en el siglo XVII el problema del método constituyó una de las principales preocupaciones, no solamente del hombre de ciencia práctico, sino, ya en un nivel más alto, de los pensadores y los filósofos. Los líderes principales del movimiento durante el siglo XVII fueron Francis Bacon, en el primer cuarto de siglo, que ensalzó el método inductivo y trató de reducirlo a un sistema de leyes, y René Descartes, cuya obra pertenece principalmente al segundo cuarto del siglo, ya que se diferenció de Bacon no solamente por su énfasis en las matemáticas, la reina de las ciencias, sino por su insistencia en un modo de razonar deductivo y filosófico que, según pretendía, había llevado hasta un grado tal de precisión y rigurosidad, que poseía toda la disciplina y la seguridad del razonamiento matemático. Durante los tiempos de Newton, y ya bien entrado el siglo XVIII, se produjo una gran controversia entre una escuela inglesa, que se identificaba en general con el método empírico, y la escuela francesa, que glorificaba a Descartes y que se asociaba más bien con el sistema deductivo. No obstante, a mediados del siglo XVIII, los franceses, con un encanto que sólo podemos describir como mediterráneo, no solamente se sometieron aceptando la opinión inglesa sobre la cuestión, sino que en su famosa *Encyclopédie* fueron incluso demasiado lejos, colocando a Bacon sobre un pedestal quizá más alto que el que jamás había tenido antes. Parece ser que su exceso de amabilidad o caridad produjo cierto confusiónismo en una época más avanzada de la historia de la ciencia.

Durante el siglo XVI, los ataques contra Aristóteles habían sido

de lo más frecuentes y, en alguna ocasión, excesivamente duros. En 1543 —un año que, como ya hemos visto, fue de la mayor importancia por lo que a Copérnico y Vesalio se refiere, así como por la resurrección de Arquímedes—, Pierre Ramus publicó su famoso *Animadversions on Aristotle*. Esta obra, que Francis Bacon conocía, y que atacaba a Aristóteles sin haberle comprendido verdaderamente, ofreció un tercer método que era marcadamente el de un humanista y profesor de literatura; es decir, estudiar la Naturaleza a través de los mejores escritores y aplicar al resultado procedimientos deductivos y silogísticos. En 1581, otro autor, François Sánchez, publicó un nuevo ataque contra Aristóteles y, más exactamente, contra los aristotélicos modernos; en su obra se aprecia una notable anticipación de lo que había de ser posteriormente la idea cartesiana. Decía:

«Pregunté a los hombres cultos de civilizaciones pasadas; consulté después a los que son mis contemporáneos..., pero ninguna de sus respuestas fue satisfactoria... Así que me dirigí a mí mismo y comencé por dudar de todo, como si nadie me hubiera dicho nunca nada. Comencé a examinar las cosas por mí mismo, con el fin de descubrir la manera real de adquirir sabiduría. De ahí la tesis que constituye el punto de partida de mis reflexiones: cuanto más pienso, mayores son mis dudas.»

Atacó el sistema silogístico de la escuela aristotélica vigente, porque hacía olvidar a los hombres el estudio de la realidad y les animaba a abandonarse a un juego de sofismas y sutilezas verbales. Prometió exponer el método verdadero de la ciencia, pero en los cincuenta años que vivió todavía, no cumplió nunca su promesa. Uno de los que tomaron parte en la controversia sobre el método científico, Everard Digby, enseñaba lógica en la Universidad de Cambridge cuando Francis Bacon asistía a aquel centro en su juventud, y un investigador alemán ha demostrado que, en ciertos puntos, Bacon siguió las ideas de aquel hombre.

Bacon sostenía que si Adán, debido al pecado original, había perdido para la raza humana la dominación que, en un principio, ésta debía haber ejercido sobre todo lo creado, seguía existiendo una autoridad subordinada sobre la Naturaleza, que se podía alcanzar si el hombre laboraba lo suficiente para afirmarla, aunque la insensatez humana la había echado a perder. Decía que no se

habían producido más que tres cortos períodos de verdadero adelanto científico a lo largo de todo el curso de la historia de la Humanidad: uno durante el período de los griegos; otro, en tiempos de Roma, y el tercero estaba teniendo lugar en el siglo XVII. En cada uno de los dos períodos más antiguos, la era de progreso científico había estado limitada a un espacio de dos siglos. Los filósofos griegos de la antigüedad habían encauzado debidamente el curso del pensamiento, pero habían aparecido Platón y Aristóteles y habían alcanzado la supremacía precisamente porque, al ser de menos peso, habían podido sobrenadar hasta mucho más lejos en la corriente del tiempo. Habían resistido las tormentas de las invasiones de los bárbaros precisamente porque tenían poco calado y flotaban con facilidad, y Aristóteles, particularmente, debía su notable predominio en el mundo al hecho de que, al igual que los sultanes otomanos, había seguido una política de exterminio de sus rivales. Por lo que respecta a los escolásticos medievales, habían poseído «capacidades sutiles y poderosas, abundancia de tiempo libre, y nada más que muy pocos libros a su disposición, quedando sus mentes restringidas a muy pocos autores» y, por tanto, «con una infinita agitación del ingenio, habían tejido con una cantidad muy pequeña de materia real aquellas laboriosas telas de araña del saber que se hacen patentes en sus libros». Bacon se sintió impresionado por el hecho de que el saber científico hubiera realizado tan exigüos progresos desde los tiempos de los clásicos. Comienza diciendo que los hombres deberían «dejar de lado todo pensamiento filosófico o, cuando menos, esperar pobres y escasos frutos de él hasta que se construya una historia comprobada, meticulosamente natural y basada en el experimento.

«Porque ¿qué finalidad tienen esas creaciones del espíritu y esos inútiles despliegues de fuerza?... Todos esos sistemas del universo que se han inventado, cada uno de ellos surgido de la fantasía de cada uno, son como otros tantos argumentos de una obra teatral...; cada uno filosofa partiendo de la celda de su propia imaginación, como si saliera de la cueva de Platón.»

Emplea el término «historia» en el sentido que le damos cuando pensamos en la historia natural, y la considera receptáculo de una colección de datos que son el fruto de las investigaciones.

Creía que muchos hombres de ciencia habían equivocado el rumbo de sus investigaciones, al permitir que se entremezclara con su labor científica el afán de conocer las causas primeras, tarea que pertenece, en realidad, a la filosofía y que, según él, corrompe a la ciencia pura, con excepción de la que trata de las relaciones entre hombre y hombre. En el problema de la educación, opinaba que los escolares tenían que enfrentarse demasiado pronto con la lógica y la retórica, que constituían la crema de las ciencias, pues eran las que ordenaban y metodizaban la materia de todas las demás ciencias. Opinaba que hacer que la mente juvenil se aplicara a estas ciencias antes de conocer a fondo las demás, era como pintar y medir el viento; por una parte, degradaba a la lógica hasta transformarla en una sofistería infantil y, por otra, hacía que las otras ciencias, por comparación, parecieran algo superficial y ligero. La violencia de su reacción ante las formas anticuadas de discutir la ciencia, hizo que Bacon llevase su ataque, en alguna ocasión, más allá de lo que los límites de la prudencia aconsejaban, negando el valor de los silogismos hasta un grado tal que el filósofo moderno no lo podría aprobar, aunque la línea general de ataque era muy comprensible y, en vista de la situación en que se encontraba el problema en aquellos tiempos, muy útil. Bacon deseaba que el hombre se enfrentase directamente con la Naturaleza, que se debatiese con ella tratando de penetrar con su inteligencia en el secreto de su modo de actuar. «Los secretos de la Naturaleza —decía— se sorprenden con más facilidad si les atormenta el arte, que si pueden seguir su curso en calma. Es preferible estudiar la materia, su conformación, y los cambios de esa conformación, su propia acción, y la ley de esa acción en movimiento.» No era partidario de un empirismo muerto; decía que los empíricos no eran nada más que hormigas que iban reuniendo un montón de datos, pero los filósofos naturalistas, que todavía existían en gran cantidad por el mundo, eran como arañas, que se sacaban de las propias entrañas el material para sus sutilísimas telas. Opinaba que las ciencias debían adoptar una postura intermedia, como la de las abejas, que extraían alimentos de las plantas y más tarde los elaboraban para sus propios fines. Decía que las interpretaciones de la Naturaleza ya existentes se fundaban generalmente «en una base experimental demasiado escasa». «De todos modos —insistía—, el método experimental que hoy se emplea es ciego y es estúpido.» Los hombres lo seguían igual que si fueran colegiales «practicando un deporte». Hablaba de experi-

mentación «inconexa, mal combinada». Decía que los alquimistas tenían ideas preconcebidas de carácter puramente teórico que les imposibilitaban, bien a seguir una línea experimental útil, bien a sacar conclusiones de valor alguno de los resultados obtenidos. Los hombres, en general, se apresuraban demasiado en las deducciones que obtenían del resultado experimental, y creían que el resto se podía alcanzar por mera contemplación; o se lanzaban al espacio infinito desde una primera deducción demasiado prematura, tratando de acoplarla a las nociones vulgares que habían adquirido antes. Gilbert, en su trabajo sobre el imán, no siguió ninguna unidad ni ningún orden en sus experimentos: la única unidad que se apreciaba en sus trabajos era el hecho de que se había mostrado dispuesto a intentar todo cuanto se pudiera intentar con un imán.

La convicción más firme de Bacon era que si los hombres querían alcanzar algo en el nuevo mundo, no les serviría de nada tratar de lograrlo por alguno de los métodos antiguos; tenían que darse cuenta de que precisarían procedimientos y razonamientos nuevos. Subrayó ante todo la necesidad de dar a los experimentos una dirección prefijada —acabar con la experimentación casual y sin coordinar—, e insistió en que se podía llegar mucho más lejos y adquirir conocimientos más sutiles, si se organizaba debidamente la experimentación. Está claro que se daba cuenta de cómo la ciencia podía alcanzar mayor poder si se conseguía desligarla del mundo ordinario de los fenómenos de sentido común en el cual, hasta entonces, había girado casi siempre la discusión. Insistió en la importancia de anotar cuidadosamente los resultados obtenidos; cuestión que, como ya hemos visto, comenzaba a adquirir una cierta importancia. Incitó a los experimentadores de los diferentes campos de la ciencia a reunirse, porque con ello lograrían nuevas ideas, y lo que se había adelantado en un campo podía ser de ayuda a la investigación de los demás. A este respecto se anticipó a la idea del profesor Whitehead, quien demuestra que, precisamente en aquel período, el dominar simultáneamente diversas ramas de la ciencia podría enriquecer a cada una de ellas. Varias sugerencias esparcidas a lo largo de toda la obra de Bacon parecen haber servido de inspiración a quienes fundaron la Royal Society.

Sucede con frecuencia que, cuando el filósofo comienza a ocuparse de la posición de un hombre como Bacon dentro de la historia del pensamiento, pone mucho énfasis, bien en las contradicciones internas que puedan existir en el sistema intelectual en cuestión,

bien en lo correcto —desde el punto de vista moderno— de las conclusiones a que llegó; en el caso presente se trataría de lo correcto de las predicciones de Bacon respecto al carácter y al método que iba a adoptar la ciencia moderna. Un crítico moderno puede lanzarse a demoler la filosofía del utilitarismo del siglo XIX, si es que merece el nombre de filosofía; pero el historiador, que recuerda todas las inhibiciones que limitaban la acción parlamentaria a principios del siglo XIX, y que no se olvida del tremendo alud de legislación que comenzó a aparecer en el segundo cuarto de aquel siglo, no puede por menos de darse cuenta de que, en un nivel indudablemente más bajo —en un nivel subfilosófico—, era necesaria una campaña de primerísimo orden para vencer las inhibiciones y persuadir a todos del hecho indiscutible y de sentido común de que las leyes no podían ser consideradas más que como medios utilitarios para todos, y de que la legislación anacrónica no tenía que ser conservada forzosamente por motivos semi-místicos. En este punto del análisis del problema —en el campo de lo subfilosófico— es donde Bacon posee mayor importancia e interés para la Historia, y no tenemos que preguntarnos: ¿Cuántos, *en total*, adoptaron literalmente el sistema de Bacon? No nos debe sorprender el que incluso en el siglo XVII fueran precisamente los hombres que ocupaban una posición similar a la de Bacon —los lógicos— los que menos fueron influidos por su idea. No nos debe desconcertar si, hasta en lo más profundo de sus doctrinas, allí donde pretendía demostrar exactamente cómo se podían generalizar los resultados obtenidos por la experimentación, fuera algunas veces menos original de lo que él creía, y llegase hasta a equivocarse. En los tiempos en que la campaña contra Aristóteles estaba alcanzando su punto culminante, hizo públicos un programa y un manifiesto, y algunas de las cosas más importantes que en ellos dice, carecen de vida para nosotros, pero rebosaban de vida en el siglo XVII, porque estaba en lo cierto; y por ese mismo motivo son hoy para nosotros lugares comunes. No dio lugar a un movimiento baconiano que adoptase todo su sistema, pero estimuló a muchos en alguna cosa que otra, y a gentes que, como se ve claramente, ni siquiera habían leído sus obras completas. Y como los que se dedican al estudio del método solamente, están expuestos a cometer errores que evitan los que se dedican a la investigación y al experimento (por la sencilla razón de que estos últimos no pueden evitar, en la mayoría de los casos, seguir la pista que su intuición y sus investigaciones les han mostrado), no nos sorprenderá que algunos se cre-

yesen discípulos de su método cuando, en realidad, estaban haciendo algo muy distinto, algo que, en ciertos casos, era incluso superior. Según sus propias palabras, lo que hizo fue «tocar la alarma que reunió a las inteligencias», y muchos de sus aforismos —especialmente cuando está diagnosticando las causas de los errores más comunes del pensamiento— serían tan provechosos como estimulantes para los estudiantes actuales de la Historia. Paradójicamente, quizá haya algo de verdad en la afirmación de que la influencia de Bacon se demuestra más directamente en una parte de las que podríamos llamar ciencias literarias.

Ha sido atacado porque hay mucho en sus escritos que tiene un marcado sabor aristotélico; pero tenía que ser así, forzosamente, ya que su sistema abarcaba todos los campos de la ciencia y de la filosofía. Ha sido objeto de burlas porque muchas de sus creencias sobre la Naturaleza eran todavía medievales, pero lo mismo les sucedía al resto de los hombres de ciencia de aquellos tiempos. Si él creía en la existencia de un espíritu vital en la sangre, también lo creía así William Harvey, como ya hemos visto. Si suponía aspiraciones y disposiciones especiales en los objetos inanimados, o creía que sentían atracciones y antipatías unos hacia otros, también lo creía así Robert Boyle mucho más tarde, como se desprende explícitamente de su obra. Se le ha criticado porque incluía cuentos de viejas y relatos fabulosos en su compilación de datos, dándoles el mismo valor que a los rigurosamente científicos. No obstante, encargó a los hombres de ciencia que investigasen las fábulas y, en repetidas ocasiones, dice textualmente que espera que muchos de los datos por él recogidos perderían su valor o tendrían que ser corregidos a causa de investigaciones futuras. Cometió errores tremendos al buscar el punto de partida de la investigación científica, así como en la ordenación de sus catálogos de hechos conocidos, y cuando ejecutó experimentos y avanzó hipótesis, porque estaba escribiendo cuando todavía no se conocía ni la física moderna, ni la química, ni la astronomía, ni la fisiología. La ciencia equivocada del pasado siempre le parece superstición ciega al futuro, y Bacon, en repetidas ocasiones, no consiguió verse libre de prejuicios existentes ni, en otras, evitar que su imaginación se lanzase a suposiciones fantásticas. Pero se daba cuenta de antemano de la posibilidad de equivocarse, y decía que no tenía mucha importancia si sus experimentos eran equivocados, «pues así tiene que ser en los principios». Lo que sí afirmaba era que sus compendios eran de mayor utilidad

que el saber científico del que se disponía hasta entonces. Además, reiteraba una y otra vez que no pretendía más que ofrecer hipótesis que otros pudiesen investigar; decía que, aunque fuesen equivocadas, serían útiles. En una ocasión observó que era todavía demasiado pronto para dar una opinión sobre cierto problema, pero que quería dar la suya por lo que valiese, pues si no lo hacía, podría parecer cobarde. En otra ocasión dijo:

«No me pronuncio sobre nada; establezco y prescribo, pero sólo provisionalmente... Algunas veces intento dar una interpretación...; pero ¿qué necesidad tengo yo de orgullo ni de impostura, si tantas veces he declarado que todavía no disponemos de suficiente Historia ni de experimentos en la cantidad necesaria, y que sin estos dos requisitos no se puede llegar a la interpretación de la Naturaleza y que, por tanto basta que, por mi parte, ponga la cuestión sobre el tapete?»

Si buscamos las raíces del error que había en él —la causa que había, quizá, tras las otras causas— las encontraremos en su suposición de que el número de fenómenos, incluso el número de experimentos posibles, era limitado, de modo que podía esperarse que la revolución científica tuviera lugar pocos lustros después. «Los fenómenos particulares de las artes y de las ciencias no son, en realidad, nada más que un puñado —dijo en una ocasión—; la invención de todas las causas y de todas las ciencias no sería cuestión más que de un trabajo de pocos años.» Creyó que podía hacer catálogos de hechos, de los experimentos necesarios y de las hipótesis sugeridas y, mientras que por una parte estaba convencido de que toda la evolución de las ciencias quedaría detenida si no presentaba él su guía, algunas veces hablaba como si, una vez acabado su compendio, la labor de la ciencia hubiera de reducirse a seguir ciertas reglas sencillas. No obstante, ni siquiera en esto era tan poco flexible como algunos han creído, ni tampoco tan ciego que no viera la importancia de las hipótesis. Si bien creía que su función era la de ofrecer las hipótesis, añadía que, al que investigase, se le irían ofreciendo otras nuevas en el curso de su trabajo.

Creía que se podía generalizar partiendo de los resultados experimentales, y que estas mismas generalizaciones indicarían el camino hacia nuevos experimentos. Parece haber previsto de un modo peculiar, pero muy significativo, la estructura que adoptaría la ciencia

en el futuro, como ilustra quizá mejor un ejemplo indicado en una conferencia del profesor Broad. Bacon pensaba que, en el primer nivel inmediato, las generaciones o los axiomas que podían deducirse del experimento eran todavía demasiado rudimentarios, estaban demasiado próximos a los hechos concretos para poder ser de verdadera utilidad. El conocimiento es limitado si sólo sabemos que podemos producir calor mezclando agua y ácido sulfúrico, y el conocimiento no nos servirá de gran cosa si no disponemos de estas dos sustancias. Sin embargo, las generalizaciones más elevadas están fuera de nuestro alcance, están demasiado próximas a Dios y a las causas primordiales: tenemos que dejarlas para el filósofo. Los axiomas intermedios son los realmente «verdaderos, sólidos y llenos de vida», dice Bacon; son las generalizaciones de cierta altura que pueden ser alcanzadas por el método de elevarnos hasta ellas desde abajo. Si sabemos que el factor que produce el calor es el movimiento violento de las moléculas, poseeremos una generalización más amplia que incrementará mucho nuestro poder sobre la Naturaleza. Dicho sea de paso, Bacon observa que existen ciertas cosas que han llegado a ser tan familiares, o que se aceptan tan automáticamente, que se suelen tomar como evidentes por sí mismas, aunque son precisamente éstas las que más precisan ser examinadas de nuevo. Específica, por ejemplo, las causas de la gravedad, la rotación de los cuerpos celestes, el calor, la luz, la densidad y la formación orgánica. Demuestra alguna perspicacia al reconocer que el progreso de la ciencia deberá consistir en investigar siguiendo líneas como las citadas.

Donde Bacon perdió completamente la conexión con el tipo de ciencia que iba a surgir en Galileo, fue en las matemáticas, y en especial en la geometría. No deberíamos exagerar su error. En un lugar dice: «El mejor modo de atacar la investigación de la Naturaleza es aplicando las matemáticas a la física.» En otro: «Si la física mejora de día en día, deduciendo nuevos axiomas, necesitará cada vez más la ayuda de las matemáticas.» Por otra parte, consideraba las matemáticas simplemente como siervos de la física, y llegó a quejarse del predominio que comenzaban a ejercer sobre esa ciencia. Estaba muy bien aquello de efectuar sumas con los resultados de los experimentos efectuados; pero Bacon disenta en especial del método empleado por Galileo de transformar el problema del movimiento, en la forma que ya hemos visto, en un problema de cuerpos geométricos, moviéndose en un espacio geométrico. Muy lejos de desear

olvidarse de la resistencia del aire en la forma en que lo estaban haciendo los hombres de la nueva escuela, lo que quería era añadir nuevas cosas a la imagen; por ejemplo, las tensiones que forzosamente tendrían que producirse dentro del propio móvil. Muy lejos de desear abstraer y aislar un aspecto cualquiera de un problema científico, de forma que el movimiento pudiera ser considerado como una línea trazada en un espacio geométrico, lo que trataba de hacer era restituir al problema cuanto tenía de concreto, y captar una imagen que incluyera la resistencia del aire, y la gravedad, y la contextura interna del propio móvil. Incluso en el caso de los cuerpos celestes, desaprobaba el estudio puramente geométrico del movimiento, diciendo que el investigador no debía pasar por alto la cuestión de la clase de materia de que estaban hechos los planetas. Con respecto a los proyectiles, rehusó aceptar tanto la teoría de Aristóteles de que el movimiento era causado por el desplazamiento del aire, como la teoría del *impetus*, que había sido su principal rival hasta entonces. Adelantó la hipótesis de que si el movimiento continuaba después de un impacto, se debía a la acción de las fuerzas y las tensiones internas que se habían producido en el momento del choque.

No cabe duda que es importante, al estudiar a Bacon, no solamente conocer el esqueleto de su sistema, sino observar de qué manera trata los problemas de una rama cualquiera de la ciencia. Y no es suficiente tomar nota de si estaba en lo cierto o si se equivocaba de acuerdo con las opiniones de hoy; tenemos que saber en qué punto se encontraba entonces cada una de las ciencias en los tiempos en que él escribía, y averiguar exactamente cómo se movía a lo largo de sus confines. Hay un punto que podría servir en este momento para discutirlo provechosamente, pues está íntimamente ligado con problemas que ya hemos tratado de modo general, y es el que se refiere al problema de los cielos. Es más interesante todavía por el hecho de que Bacon se ve rechazado muchas veces, sin más miramientos, por sus prejuicios anticopérnicos.

Bacon comienza diciendo:

«Por tanto, voy a construirme una teoría del Universo de acuerdo con la medida de la Historia (los hechos establecidos) tal y como los conocemos hoy; no obstante, dejaré mi mente abierta en todos los puntos para los tiempos en que la Historia, y, por medio de la Historia, mi filosofía inductiva haya avanzado más.»

Más tarde dice:

«No obstante, repito una vez más que no pretendo ligarme indisolublemente a éstas, pues en ellas, como en otras cosas, estoy seguro de mi camino, pero no de mi posición. Las he introducido como un inciso por evitar que se diga que prefiero las respuestas negativas a causa de lo vacilante de mi juicio o de mi incapacidad de afirmar.»

Dice que hay muchos sistemas astronómicos que se podrían postular y que cubrirían todos los hechos conocidos. Uno es el tolemeico, otro el de Copérnico. Ambos explican los movimientos observados, pero Bacon prefiere el sistema de Tycho Brahe, el sistema intermedio que hace que algunos planetas giren alrededor del Sol, y, todos ellos juntos, giren alrededor de la Tierra; sin embargo, siente que Tycho Brahe no desarrollase las matemáticas de su sistema y no demostrase en detalle su forma de funcionar. «Es fácil ver —nos dice— que tanto los que creen en el movimiento de la Tierra como los que se aferran al *primum mobile* y la antigua construcción, encuentran el mismo apoyo indiferente en los fenómenos observados.» No obstante, él, personalmente, prefiere la idea de que la Tierra esté estacionaria, «porque me parece ahora que ésa es la opinión más verdadera», dice. No obstante, deja que sea el lector quien responda a la pregunta de si existe un sistema universal con un centro fijo, o si las esferas particulares de la Tierra y de las estrellas están dispersas, cada una, como dice él, «en sus propias raíces», o como «innumerables islas en un mar inmenso». Incluso si la Tierra gira, no significa necesariamente que no exista un sistema en el universo, nos dice, porque hay planetas que giran alrededor del Sol. Pero aunque la rotación de la Tierra es una idea ya antigua, la opinión de Copérnico de que el Sol está inmóvil en el centro del universo le parece a Bacon que no tiene precedente. Está dispuesto a preguntar si no habrá muchos centros distintos del universo, haciendo que los cuerpos celestes estén conglomerados en grupos, de modo tal que se los pueda imaginar como grupos aislados de gente ejecutando danzas independientes unas de otras. Se enfrenta con el problema que ya discutimos en relación con la doctrina moderna de la inercia, diciendo: «Que nadie espere poder determinar el problema de si es la Tierra o los cielos los que giran en su movimiento diurno, antes de haber comprendido la naturaleza del movimiento espontáneo.» En un

lugar nos explica que no le agrada el movimiento de la Tierra porque priva a la Naturaleza de toda quietud, de toda inmovilidad. Nos dice una y otra vez que, por lo que respecta al aspecto matemático, el sistema de Copérnico satisface, pero tropieza con el obstáculo que, como ya hemos visto, constituye la dificultad más frecuente hasta los tiempos de Galileo: la hipótesis de Copérnico no se ha podido poner todavía en concordancia con los conocimientos generales de física. Bacon repite que los astrónomos matemáticos no podrán nunca resolver el problema por sí mismos. Dejemos que adelante la observación de los cuerpos celestes —nos encontraremos mucho mejor cuando podamos disponer de una geometría exacta de los cielos—, y el aspecto matemático del trabajo tendrá que encajar, sin duda alguna, en los descubrimientos diversos de las ciencias físicas. En el aspecto matemático, las cosas progresan por el momento, especialmente con los nuevos instrumentos ópticos; pero se precisa mayor constancia de observación, mayor severidad en el enjuiciamiento, más testimonios que confirmen lo observado, y cada uno de los hechos particulares tiene que ser contrastado de diversos modos. No obstante, la verdadera debilidad estriba todavía en la física. El investigador tendría que poder averiguar de qué materia están hechas las estrellas, saber algo más de los apetitos y del comportamiento de la materia misma, que tiene que ser fundamentalmente igual en todas las regiones del cielo. Bacon se niega a aceptar la opinión de que los cuerpos celestes estén hechos de una sustancia inmaculada libre de cambios y a salvo de las fuerzas ordinarias de la Naturaleza. Dice que no fueron las Sagradas Escrituras, sino una arrogancia pagana la que dio a los cielos la prerrogativa de ser incorruptibles. También nos dice: «No me afirmaré sobre este artificio de elegancia matemática que es la reducción del movimiento a círculos perfectos.» Dispersadas a lo largo de sus obras, encontramos muchas referencias a los descubrimientos telescópicos de Galileo. Acepta todos los datos empíricos que dan esas observaciones, pero no acepta las teorías de Galileo, aunque le cita aprobándole por su opinión de que el efecto de la gravedad disminuye conforme se aleja uno de la Tierra. Cuando discute el problema de las mareas dice que, si suponemos que el movimiento de la Tierra es el que las produce, surgen ciertos corolarios, aunque él no sea partidario de las teorías de Galileo a este respecto. Su propia opinión es que los cielos más lejanos y las estrellas, se mueven rápidamente en un círculo perfecto, pero que, conforme nos vamos aproximando a la Tierra, los mismos cuer-

pos celestes se van haciendo más térreos y se mueven en un medio más resistente. Al irse haciendo las cosas más pesadas y más bastas conforme nos aproximamos a las regiones mundanas, su movimiento se va haciendo más lento en proporción con esta proximidad, y al ocupar un lugar más bajo en los cielos. Lo que parece ser el movimiento de los planetas en una dirección, no es más que una ilusión óptica producida por el hecho de que están mucho más lejos que los más altos cielos y las estrellas más lejanas; no representa más que un retraso en ese movimiento circular, aparentemente común a todos ellos. No sólo se reduce la velocidad, sino que se abandona el movimiento circular conforme se va descendiendo por los cielos y se aproxima uno a la Tierra material y basta. El resultado total es que en los cielos se produce un efecto de espirales, y Bacon afecta sorprenderse con la pregunta de por qué no se ha pensado todavía nunca en la espiral, puesto que representa un movimiento circular inicial que se aleja continuamente del círculo conforme va descendiendo a espacios más densos. En su opinión, las mareas son los últimos efectos débiles de la revolución total de los cielos alrededor de la Tierra en estado de reposo.

Aquéel era el sistema celestial de Bacon, aunque, como ya hemos visto, no era más que una hipótesis de tanteo, pues no creía que había llegado todavía el momento de elaborar una síntesis general. No obstante, vemos claramente que, desde el punto de vista de aquellos tiempos, su labor fue fundamentalmente de estímulo, especialmente por las demostraciones que nos da de la extraordinaria flexibilidad de su mente, y que influyó en muchos, aunque los trabajos de éstos no recordasen para nada a Bacon al final: su influencia sirvió para hacer a los demás mejores de lo que era él mismo, para hacerlos algo mejor que simples seguidores de Bacon. Las numerosas traducciones de sus obras al francés en la primera mitad del siglo XVII demuestran que despertó un vivo interés al otro lado del canal.

En René Descartes, que vivió en 1596 a 1650, encontramos un sistema de pensamiento mucho más intenso y concentrado, y entrelazado en forma mucho más complicada. Igual que Galileo, encontraremos que este hombre vuelve a aparecer en diversos aspectos en la historia de la revolución científica, extendiéndose sobre todo lo que queda del siglo XVII. Lo que de momento fija nuestra atención es una obrita reducida, apenas más que un folleto, titulada *Discurso del Método*, que es uno de los libros de importancia básica para nuestra

historia intelectual. Para el historiador, su gran significado no estriba en el par de pasajes filosóficos o en su disquisición sobre las matemáticas, sino en su aspecto autobiográfico. En este aspecto influyó en el mundo entero, y no solamente en los que habían de adoptar la filosofía cartesiana.

Estaba escrito en idioma francés, porque Descartes quería dirigirse a las mentes abiertas de los que no estaban pervertidos por las tradiciones escolásticas. Los que no lo leyeron profundamente, como los filósofos, sino de la manera de los que leen libros, comprenderán mejor que cualquier filósofo la importancia y la influencia de Descartes en la historia general. Quizá más importante que todo lo que se proponía el autor es la manera en que se malentendió el libro; y el mismo Descartes se queja en sus cartas y en el mismo libro de lo mal que ya entonces se le entendía. Dice en el *Discurso* que, cuando oye la forma en que se repiten sus ideas, las encuentra tan cambiadas que no consigue reconocerlas como propias; una observación que ha de llegar al corazón de cualquier autor. Protesta contra los que creen poder dominar en un día las cosas que le había costado doce años pensar en detalle. Explica en el *Discurso* cómo había llegado a sentir que todas las ciencias que le habían enseñado en su juventud, en realidad no le habían dicho nada; cómo las diversas opiniones que apoyaban los hombres de las diversas partes del mundo no solían ser nada más que el resultado de una tradición y unas costumbres. El libro es muy vivo en su aspecto autobiográfico, escrito por un hombre que, tras una ardua labor, decidió que tenía que borrar todas las opiniones antiguas y comenzar sus propios pensamientos desde la raíz.

Bacon había hablado de la necesidad de disponer de «mentes limpias de toda opinión», pero Descartes fue más lejos en su determinación de descargarse de toda enseñanza transmitida desde el mundo de la antigüedad, en su determinación de dudar de todo y volver a comenzar desnudo completamente, sin ningún punto de apoyo más que su conciencia de que yo, que dudo, tengo que existir, incluso aunque puedo dudar de si estoy dudando. Los que nunca comprendieron las enseñanzas positivas de Descartes y que nunca hubieran podido llegar a su filosofía, apreciaron su dramática negación de los sistemas y las ideas heredadas. Y aunque él mismo dijo que el derrocar toda tradición no fuera cosa que pudieran permitirse hacer todos y cada uno de los hombres; aunque advirtió del peligro de las imitaciones de los escépticos —porque, de hecho, él no duda-

ba nada más que para encontrar una base más firme para las creencias o para la certidumbre—, la influencia ejercida por el sistema de la duda metódica fue a la larga de enorme importancia por su parte destructiva y para las ideas en general. El no comprender a Descartes se hizo más fácil por cuanto, de hecho, su *Discurso del Método* no tenía que ser nada más que una introducción al verdadero estudio sistemático del problema del método. El ensayo era un prefacio para tres tratados —la *Dióptrica*, el *Meteoros* y el *Geometría*, y la intención de Descartes era desarrollar la idea de su método ilustrándolo en acción, demostrando cómo operaba sobre casos concretos o, lo que es lo mismo, en las diversas ramas de la ciencia. En su tiempo fueron aquellos tres tratados los que produjeron mayor sensación y mayor atención merecieron, pero el mundo se cansa pronto de la ciencia anticuada, de modo que aquellas partes de la obra perdieron pronto su importancia inicial, mientras que el *Discurso del Método*, que constituye una lectura estimulante en cualquier momento, fue destacando de los ensayos cuyo prefacio constituía, y adquirió una importancia enteramente propia.

Descartes creía que la capacidad esencial de ver la razón estaba distribuida por toda la Humanidad sin diferencia alguna de grado, aunque pudiera estar cubierta por los prejuicios o por ilusiones de la imaginación. Estableció lo que en los tiempos modernos pasó a ser el gran principio del sentido común, porque si insistió en algún punto más que en ningún otro, fue en su tesis de «Todo aquello que podamos concebir clara y distintamente, es cierto.» Si digo «pienso, luego existo», en realidad no estoy deduciendo nada: estoy enunciando una especie de percepción intuitiva de mí mismo, una percepción tras de la cual no puede haber nada. Más allá, si digo «tengo un cuerpo», me expongo a ser llevado a error por imágenes y nieblas: precisamente es la imaginación visual la cosa de la que no nos podemos fiar. Aquellos que decían: «Creo en mi cuerpo porque lo veo claramente, pero no veo a Dios», estaban tergiversando a un Descartes popularizado para fines que eran diametralmente opuestos a los que él perseguía. En el sistema cartesiano, Dios constituía otra de esas ideas claras que son más claras y más precisas en la mente que nada de lo que se ve con los propios ojos. Además, todo dependía precisamente de la existencia de un Dios perfecto y justo. Sin El, el hombre no podía fiarse de nada, no podía creer en un teorema de geometría, porque El era la garantía de que no todo era una

ilusión, de que los sentidos no eran más que un engaño, y de que la vida no era nada más que un sueño.

Partiendo de este punto, Descartes estaba dispuesto a deducir de Dios todo el universo, dejando cada nueva deducción tan clara y perfectamente demostrada como un problema geométrico. Estaba decidido a conseguir una ciencia tan perfectamente bien demostrada y entrelazada, tan perfectamente ordenada como las matemáticas; una ciencia que, con respecto al universo material (y dejando de lado el alma y el aspecto espiritual de las cosas), fuera capaz de producir un mecanismo perfecto. Una de sus contribuciones más notables a la revolución científica, fue, quizá, esta visión suya de una ciencia única y universal, tan unificada, tan ordenada y tan entrelazada. Llevaba tan lejos la unificación, que decía que una sola mente sería capaz de concebir la totalidad del sistema; durante algún tiempo se dejó llevar por la esperanza de que sería capaz de ejecutar por sí solo toda la revolución científica. Cuando otros se ofrecieron a ayudarle con experimentos, se sintió tentado de responder que sería mejor que le dieran dinero para poderlos efectuar él mismo.

Por tanto, la física de Descartes depende de un modo particular de su metafísica; no da más que los estadios inferiores de un sistema jerárquico que parte del mismo Dios. Descartes está dispuesto a elaborar todo un sistema del universo, partiendo de la materia (o de lo que los filósofos llaman extensión), por un lado, y del movimiento, por el otro. Todo tenía que ser explicado matemáticamente, bien por su configuración, bien por su número. Su universo, concediendo en primer lugar la extensión y el movimiento, se basaba de tal modo en leyes que independientemente del número de universos que Dios hubiera creado —siendo indiferente lo distintos que hubieran sido entre sí al comienzo—, según él, tenían que hacerse universos como el que habitamos por el mero efecto de la actuación de las leyes sobre la materia primigenia. Incluso si Dios hubiera creado en un principio un universo diferente, se hubiera transformado por sí mismo en el universo que ahora existe. Incluso si hubiera hecho la Tierra en forma de cubo, ésta se hubiera transformado en una esfera por rotación. La más importante de las leyes del sistema físico de Descartes, quizá sea la que se refiere a la invariabilidad de la cantidad total de movimiento en el universo. El movimiento dependía en último término de Dios, y la ley sobre la invariabilidad de la cantidad de movimiento era un corolario lógico de la inmutabilidad de Dios. Se podría pensar que Descartes hubiera podido llegar a

esta ley u otra parecida por medio de la observación y el experimento o, cuando menos, tomándola como hipótesis posible y descubriendo *a posteriori* que efectivamente era así, que se podía aplicar en la práctica. Eso no le hubiera bastado nunca, porque nunca hubiera alcanzado de esta manera la demostración absoluta, la que excluyera cualquier otra alternativa; lo cual era, precisamente, lo que pretendía alcanzar con su sistema. Lo que buscaba, era la certidumbre de una demostración deductiva y casi geométrica, y tenía que llevar el problema hacia atrás, hasta Dios, de modo que su física tenía que depender de su metafísica. Estudiando la cuestión con los ojos del geómetra, y al concebir el movimiento, por tanto, desde su aspecto casi exclusivamente cinemático, quedaba expuesto a las críticas de los que decían que su sistema sufría de una anemia con respecto a las cuestiones relacionadas con la dinámica. Su ley sobre la conservación del momento demostró no ser adecuada, y tuvo que ser sustituida por la ley de la conservación de la energía.

En su *Discurso del Método* nos dice que, partiendo de una o dos verdades primarias que había podido establecer, llegaba a demostrar la existencia de los cielos, la Tierra y las estrellas, así como la del agua, el aire, el fuego, los minerales, etc., por medio de razonamientos según el método deductivo. Cuando se iba más lejos de esto —hasta las operaciones más detalladas de la Naturaleza—, precisaba que el experimento le mostrase en qué forma, de las varias posibles en su sistema, producía Dios ciertos efectos; o para descubrir cuál de los efectos —entre toda la gran cantidad de alternativas que, según su filosofía, eran posibles y explicables— había Dios decidido que se produjese.

Por tanto, el experimento no ocupaba en el sistema cartesiano nada más que un lugar subordinado, y, a finales del siglo XVII, el famoso físico Huygens, que criticaba a Bacon por sus matemáticas deficientes, se quejaba de que las teorías de Descartes no habían sido suficientemente confirmadas por el experimento. La belleza y la unidad del sistema cartesiano residía en el hecho de que, por una parte, comenzaba en el propio Dios, abriéndose camino hacia abajo por un sistema de razonamientos que se pretendía era absolutamente inatacable, mientras que, por la otra, se elevaba desde abajo, extrayendo axiomas o generalizaciones de los resultados experimentales. No obstante, se aprecian signos de que Descartes empleaba algunas veces el experimento para confirmar una idea o una hipótesis, aunque interrumpía muy pronto la investigación, negándose a conseguir

nuevas observaciones, incluso cuando pudieran haber afectado al caso de modo más o menos directo. Le preocupaba mucho menos el establecer un hecho que el explicarlo; lo que perseguía era demostrar que, suponiendo que algo fuese efectivamente así, su sistema podía dar la explicación correspondiente, y realmente este sistema habría explicado el caso, suponiendo que Dios, en un momento u otro, hubiera optado por otra alternativa que hubiese estado a Su alcance. Así, en su tratado sobre los *Meteoros*, que era una de las obras que seguían a su *Discurso del Método*, se mostraba dispuesto a explicar cómo las nubes podrían llover sangre, como se decía algunas veces, y cómo el rayo podía transformarse en una piedra. De hecho, confesaba que prefería aplicar su método a la explicación de lo que eran los fenómenos aceptados generalmente, a emplear el experimento para encontrar fenómenos nuevos o sucesos fuera de lo normal. Muchos de los «hechos» por él aceptados, como los que acabo de mencionar, fueron tomados en realidad como tales sin haber sido examinados antes por los autores escolásticos. Aceptaba la idea de la circulación de la sangre; pero se disputaba con Harvey sobre la causa, y en lo referente a la acción del corazón. Decía que, cuando la sangre era absorbida hacia el corazón, se calentaba tanto, que comenzaba a efervescer, produciendo la expansión del corazón, y que pasaba a las arterias por su propio impulso. En este caso la verdad era que aceptaba inconscientemente, y sin examinarla a fondo, la suposición escolástica de que el corazón actuaba como centro calórico.

Los que fueron influidos por Bacon se sintieron afectados principalmente por la tesis de que el experimento era lo que mayor importancia tenía en las Ciencias Naturales. Y Robert Boyle, que demuestra claramente haber sufrido su influencia, fue criticado por Huygens y otros, por haber construido tan poca cosa sobre el gran número de experimentos que registró. Los fundadores de la Royal Society estaban bajo la influencia general y en las actas de los primeros tiempos de la sociedad se aprecia una verdadera furia experimental, no solamente de experimentos de los que hoy denominaríamos científicos, sino también respecto a curiosidades y prodigios de la Naturaleza y al invento de toda clase de instrumentos y dispositivos técnicos, algunos de ellos sin más finalidad que comprobar cuentos de viejas. No obstante, en la síntesis de Descartes, como veremos más adelante, encontramos la economía y la austeridad de un sistema deductivo de alta concentración. Al mecanizarse, anticipó

la estructura que había de adquirir la física del futuro. Pero la combinación del método experimental con el matemático que se llevó a cabo en Inglaterra, habría de desterrar a la ciencia natural de Descartes antes que hubiese transcurrido el siglo XVII.