

EL PANORAMA DE LA CIENCIA BERTRAND RUSSELL

LAS MAS GRANDES OBRAS DEL CONOCIMIENTO
"EL PANORAMA DE LA CIENCIA" BERTRAND RUSSELL

Editorial ERCILLA S.A. 1988. Inscripción N° 69.156.

Fotocomposición: ERCILLA. Las Hortensias 2340,
Santiago de Chile.

Impresores: Editorial Lord Cochrane S.A.

IMPRESO EN CHILE/PRINTED IN CHILE

Prefacio

"La ciencia es en primer lugar conocimiento, pero la ciencia como conocimiento es desplazada a segundo término por la ciencia como poder manipulador... Ya que el pensamiento científico es esencialmente un pensamiento-poder, es esa clase de pensamiento cuyo propósito, consciente o inconsciente, es conferir poder a su poseedor."

Así habla quien fuera el último sobreviviente de la pléyade de hombres de ciencia y filósofos precursores del siglo XXI, que falleciera a los 98 años de edad, después de una multifacética y fecunda vida intelectual, y luego de haber sido espectador afortunado y actor de la época que más espectaculares logros ha dado a la humanidad, reuniendo a la mayor cantidad de genios y hombres de inventiva en todas las ramas del saber.

Visión inteligente y privilegiada por su longevidad, la perspectiva científica de Bertrand Russell tiene el mérito de desplegar ante nuestros ojos los grandes momentos en que se desarrolla la historia de la ciencia. Aquella en la cual la búsqueda de la verdad constituye el acicate y la mayor recompensa para el espíritu científico, y la más reciente, descarnada, exigente, cruel, pero al mismo tiempo esperanzadora, en la que el conocimiento científico y tecnológico se transforma en poder que puede alterar la vida, que puede transformar la naturaleza, destruirla o proyectarla con grandeza.

Pero también la perspectiva de Russell pretende desmitificar. Mostrar cuan perjudicial puede ser para la evolución de las ideas la creencia en que una teoría científica o descubrimiento pudieran haber agotado cualquier investigación, y que, por lo tanto, por fin se está en presencia de la verdad. El camino es otro, dirá, al igual que el espíritu que debe imbuir al hambre de ciencia. Pues, en los hechos, las concepciones físicas de la naturaleza son aproximaciones sucesivas, largos rodeos, correcciones sobre correcciones, que a su vez deben ser corregidas.

Rodeos y aproximaciones sucesivas, en las que, sin embargo, el hombre de ciencia no está desprovisto de herramientas poderosas para caminar con seguridad en el complejo mundo de la investigación. Allí están la experimentación, la observación sujeta a reglas y condiciones, que proporcionan una base de sustentación sólida para la deducción de principios de validez más universal; pero, y principalmente, también está la estructura lógica del pensar. La lógica como ciencia que antecede y funda a las matemáticas —en la concepción de Russell—, y como disciplina que ha de preceder a la propia metafísica en su intento por dar una explicación última sobre la realidad.

Porque "en metafísica —afirmará el filósofo inglés— mi credo es corto y sencillo: pienso que el mundo externo puede ser una ilusión; pero, si existe, se compone de acontecimientos cortos, pequeños, casuales. El orden, la unidad y la continuidad son invenciones humanas, como lo son los catálogos y enciclopedias".

Sin duda que no *es* nada de simple la afirmación de Russell no obstante, ella es expresión de otra de las características de pensamiento científico: su alejamiento progresivo y cada vez más absoluto de la realidad tal cual se cree que es, hasta convertirse en una elaborada abstracción, de la cual desaparece el mundo que podemos imaginar, el mundo que vemos, para dar paso a un mundo abstracto que no puede ser visto y cuyo mejor lenguaje son las fórmulas y ecuaciones matemáticas.

Así, la esencia de la inteligencia es hacer uso de estas abstracciones, como lo son aquellas del universo de partículas atómicas que tal vez nunca podrán ser vistas; pero que son manipuladas por el hombre; o las concepciones multidimensionales sobre el

espacio y el tiempo que no pueden ya ser representadas gráficamente, pero que han abierto un amplio cauce a la invención tecnológica; o aquellas correspondientes al infinitamente pequeño mundo bioquímico del poderoso gen, la descripción de cuya lógica permitirá al hombre la modificación de la vida, según lo dicten su imaginación y sus necesidades.

Es, pues, el poder de la ciencia un poder que se extiende cada vez más a todos los ámbitos de la actividad humana y por el cual cabe esperar el advenimiento de una sociedad científica que se caracterizará por el empleo de la mejor técnica en producir, en educar y en propaganda. Así se representa Russell la evolución de la ciencia en 1932, cuando publica su obra *El panorama de la ciencia*.

La esperanza e ideario político de Russell encuentran de este modo su crisol en la Idea de que la raza humana sólo puede desarrollarse en el sentido de un Estado mundial organizado, cuya primera máxima fuera: "Es mejor hacer un poco de bien que mucho daño", sociedad y hombres para los cuales deberá estar claro que un mundo sin deleites y sin afectos es un mundo privado de valor, y cuya organización debería estar inspirada y regida por el espíritu de planeamiento y de proyección que caracteriza a la ciencia y al saber.

Russell, su vida y su obra

Fue encarcelado durante seis meses por escribir un libelo contra los americanos, tiempo que aprovechó para redactar su *Introducción a la Filosofía Matemática*. Su intensa actividad política, de orden pacifista, en contra de la guerra, le ocasionó asimismo que fuera destituido de su cargo de profesor en el Trinity College, y que el gobierno británico le negara el pasaporte para trasladarse a los Estados Unidos respondiendo a una invitación de la Universidad de Harvard.

En 1940, el Consejo de Educación Superior de Nueva York le ofreció el puesto de profesor, lo que desató una protesta general en su contra, acusándolo de incredulidad, de defender cierta liberalidad sexual e, incluso, de dirigir una colonia nudista. Los escritos que suscitaron tan fuerte reacción fueron: *Matrimonio y moral*, *¿Por qué no soy cristiano?*, *Ensayos escépticos* y *La conquista de la felicidad*.

Las universidades norteamericanas que habían requerido sus servicios cancelaron los contratos. La Universidad de Harvard, sin embargo, mantuvo su oferta, y bajo su alero Russell publicaría una de sus más grandes obras filosóficas: *Investigación acerca del significado y la verdad*. Reincorporado al Trinity College, escribió su *Historia de la filosofía occidental* y, luego, en 1948, la obra *El conocimiento humano, su alcance y límites*.

Bertrand Russell, que había nacido el 18 de mayo de 1872, obtuvo el Premio Nobel de Literatura en 1950, a la edad de 78 años. De niño, no asistió a la escuela, ya que fue educado por institutrices y tutores. A los dieciocho años obtuvo una beca para estudiar en el Trinity College, de Cambridge, donde cursó Matemática, obteniendo brillantes resultados. Luego estudiaría Filosofía, graduándose en Ciencias Morales con el primer lugar. Se trasladaría, ya casado, a Berlín para estudiar allí Economía.

En el intertanto se había preocupado de temas biológicos, políticos y sociales, publicando *Democracia social alemana*, que data de 1896, *Un ensayo sobre los fundamentos de la geometría* y, en 1900, una *Exposición crítica de la filosofía de Leibnitz*. En julio de ese año asiste al Congreso Internacional de Filosofía de París y conoce al lógico italiano Giuseppe Peano, quien habría de influir notablemente en la estructuración del pensamiento científico de Russell y, de modo especial, en su concepción de la lógica.

Por esta época trabajó con su maestro, Alfred North Whitehead, en la redacción de los *Principios matemáticos*, labor que les ocupó casi una década. De esta fecunda investigación proceden la "teoría de los tipos" y la teoría de las descripciones del matemático inglés. Publicó asimismo sus *Ensayos filosóficos*, *Problemas de la filosofía* y diversos artículos científicos.

En la década del cuarenta, edita *El panorama de la ciencia*, *Libertad y organización*, *Apología del ocio*, *Poder* y *¿ Qué camino hay para la paz?* Luego vendrían *Autoridad e individuo*, *Misticismo y lógica*, *Ensayos impopulares* y *Religión y ciencia*.

Hacia mediados de la década del sesenta, Bertrand Russell se dedicó casi por completo a la política, en la creencia de la posibilidad de que se desatase una tercera guerra mundial. Así llegó a ser presidente de la campaña para el desarme nuclear; intervino en la disputa fronteriza chino-india, también en la crisis cubana de 1962; defendió la causa de los judíos en Rusia, la de los árabes en Israel; rechazó la explicación oficial del asesinato del presidente Kennedy, y creó, en 1964, la Fundación Bertrand Russell para la Paz.

El gran filósofo inglés falleció el 2 de febrero de 1970. Con su muerte se cierra uno de los periodos más importantes del desarrollo de la ciencia y tecnología, del cual fue visión privilegiada y *último sobreviviente*, como él mismo acostumbraba decir.

INTRODUCCIÓN

Decir que vivimos en la edad de la ciencia, es un lugar común. Pero, como la mayoría de los lugares comunes, sólo es verdad en parte. A nuestros predecesores, si pudiesen ver nuestra sociedad, les apareceríamos, sin duda, como seres muy científicos, pero a nuestros sucesores es probable que suceda justamente lo contrario.

La ciencia, como factor en la vida humana, es sumamente reciente. El arte estaba ya bien desarrollado antes de la última época glacial, como sabemos por las admirables pinturas rupestres. No podemos hablar con igual seguridad de la antigüedad de la religión; pero es muy probable que sea contemporánea del arte. Aproximadamente se puede suponer que ambos existen desde hace ochenta mil años. La ciencia, como fuerza importante, comienza con Galileo y, por consiguiente, existe desde unos trescientos años. En la primera mitad de este corto periodo, fue como un anhelo de los eruditos, sin afectar a los pensamientos o costumbres de los hombres corrientes. Sólo en los últimos ciento cincuenta años es cuando la ciencia se ha convertido en un factor importante, que determina la vida cotidiana de todo el mundo. En ese breve tiempo ha causado mayores cambios que los ocurridos desde los días de los antiguos egipcios. Ciento cincuenta años de ciencia han resultado más explosivos que cinco mil años de cultura precientífica. Sería absurdo suponer que el poder explosivo de la ciencia está agotado o que ha alcanzado ya su máximo. Es mucho más probable que la ciencia continúe durante los siglos venideros produciendo cambios aún más rápidos. Cabe suponer que al final se logrará un nuevo equilibrio, bien cuando ya se sepa tanto, que el término de una vida no sea suficiente para alcanzar las fronteras del conocimiento y, por consiguiente, los descubrimientos ulteriores deban aguardar algún incremento considerable de longevidad; o bien cuando los hombres se aburran del nuevo juguete y se cansen de emplear la energía necesaria para el logro de los progresos científicos y se contenten con gozar de los frutos de los investigadores anteriores, como los remotos romanos disfrutaban de los acueductos construidos por sus antecesores. O también pudiera suceder que toda sociedad científica fuese incapaz de estabilidad y que un retorno a la barbarie sea condición necesaria para la persistencia de la vida humana.

Tales especulaciones, sin embargo, aunque pueden entretener un momento de ocio, son demasiado nebulosas para tener importancia práctica. Lo que es importante en el momento presente es que la influencia de la ciencia sobre nuestros pensamientos, nuestras esperanzas y nuestras costumbres, aumenta continuamente y es probable que aumente por lo menos durante varios siglos.

La ciencia, como su nombre indica, es, en primer lugar, conocimiento. Por convenio, es conocimiento de un determinado género, un conocimiento que busca leyes generales

relacionando ciertos hechos particulares. Gradualmente, sin embargo, el aspecto de la ciencia como conocimiento es desplazado a segundo término por el aspecto de la ciencia como poder manipulador. Por conferirnos la ciencia este poder de manipulación es por lo que tiene más importancia social que el arte. La ciencia, como persecución de la verdad, es igual, pero no superior, al arte. La ciencia como técnica, aunque puede tener poco valor intrínseco, posee una importancia práctica a la que no puede aspirar el arte.

La ciencia, como técnica, tiene una consecuencia, cuyas derivaciones aún no están del todo a la vista, a saber: que hace posibles y aun necesarias nuevas formas de la sociedad humana. Ya ha modificado profundamente las formas de las organizaciones económicas y las funciones de los Estados; comienza a modificar la vida de la familia, y es casi seguro que haga lo mismo en un grado mucho mayor en un futuro no muy distante.

Al considerar la influencia de la ciencia sobre la vida humana, tenemos, por consiguiente, que considerar tres aspectos más o menos enlazados entre sí. El primero es la naturaleza y objeto del conocimiento científico; el segundo es el mayor poder de manipulación que se deriva de la técnica científica; el tercero son los cambios en la vida social y en las instituciones tradicionales que resultan de las nuevas formas de organización exigidas por la técnica científica. La ciencia, como conocimiento, es la razón fundamental de los otros dos aspectos, puesto que todos los efectos que la ciencia produce son el resultado del conocimiento por ella conseguido. El hombre hasta ahora se ha visto impedido de realizar sus esperanzas, por ignorancia de los medios. A medida que esta ignorancia desaparece se capacita cada vez mejor para moldear su medio ambiente, su medio social y su propio ser a las formas que juzga mejores. Mientras sea sensato, este nuevo poder le será beneficioso. Pero si el hombre es necio, le será contraproducente. Por consiguiente, para que una civilización científica sea una buena civilización, es necesario que el aumento de conocimiento vaya acompañado de un aumento de sabiduría. Entiendo por sabiduría una concepción justa de los fines de la vida. Esto es algo que la ciencia por sí misma no proporciona. El aumento de la ciencia en sí mismo no es, por consiguiente, bastante a garantizar ningún progreso genuino, aunque suministre uno de los ingredientes que el progreso exige.

En las páginas siguientes nos ocuparemos de la ciencia más que de la sabiduría. Es oportuno recordar, sin embargo, que esta preocupación es parcial y necesita ser corregida si ha de llevarse a cabo una contemplación equilibrada de la vida humana.

CAPITULO PRIMERO EJEMPLOS DE MÉTODOS CIENTÍFICOS

I. GALILEO

El método científico, si bien en sus formas más refinadas puede juzgarse complicado, es en esencia de una notable sencillez. Consiste en contemplar aquellos hechos que permitan al observador descubrir las leyes generales que los rigen. Los dos periodos — primero el de observación, y segundo el de deducción de una ley— son ambos esenciales, y cada uno de ellos es susceptible de un afinamiento casi indefinido; pero, en esencia, el primer hombre que dijo: "el fuego quema", estaba empleando el método científico; sobre todo si se había convencido a sí mismo de ser quemado varias veces. Este hombre había ya pasado por los dos periodos de observación y generalización. No tenía, sin embargo, lo que la técnica científica exige: una elección cuidadosa de los hechos relevantes, por un lado, y, por el otro, diversos medios para deducir leyes, aparte de la mera generalización. El hombre que dice: "los cuerpos sin apoyo en el espacio

caen", ha generalizado simplemente: y puede ser refutado por los globos, las mariposas y los aeroplanos. En cambio, el hombre que conoce la teoría de los cuerpos que caen, sabe también por qué ciertos cuerpos excepcionales no caen.

El método científico, a pesar de su sencillez esencial, ha sido obtenido con gran dificultad, y aún es empleado únicamente por una minoría, que a su vez limita su aplicación a una minoría de cuestiones sobre las cuales tiene opinión. Si el lector cuenta entre sus conocidos a algún eminente hombre de ciencia, acostumbrado a la más minuciosa precisión cuantitativa en los experimentos y a la más abstrusa habilidad en las deducciones de los mismos, sométalo a una pequeña prueba, que muy probablemente dará un resultado instructivo. Consúltele sobre partidos políticos, teología, impuestos, corredores de rentas, engreimiento de las clases trabajadoras y otros temas de índole parecida, y es casi seguro que al poco tiempo habrá provocado una explosión y le oirá expresar opiniones nunca comprobadas, con un dogmatismo que jamás desplegaría respecto a los resultados bien cimentados de sus experiencias de laboratorio.

Este ejemplo demuestra que la actitud científica es, en cierto modo, no natural en el hombre. La mayoría de nuestras opiniones son realizaciones de deseos, como los sueños en la teoría freudiana. La mente de los más razonables de entre nosotros puede ser comparada con un mar tormentoso de convicciones apasionadas, basadas en el deseo; sobre ese mar flotan arriesgadamente unos cuantos botes pequeñitos, que transportan un cargamento de creencias demostradas científicamente. No debemos deplorar del todo que así sea; la vida tiene que ser vivida, y no hay tiempo para demostrar racionalmente todas las creencias por las que nuestra conducta se regula.

Sin cierto saludable arrojo, nadie podría sobrevivir largo tiempo. El método científico debe, pues, por su propia naturaleza, limitarse a las más solemnes y oficiales de nuestras opiniones. Un médico que aconseja un régimen, lo dará después de tomar en cuenta todo lo que la ciencia tiene que decir en el asunto; pero el hombre que sigue su consejo, no puede detenerse a comprobarlo, y está obligado, por consiguiente, a confiar no en la ciencia, sino en la creencia de que su consejero médico es un científico. Una comunidad impregnada de ciencia es aquella en la que los expertos reconocidos han llegado a sus opiniones por métodos científicos; pero es imposible para el ciudadano en general repetir por sí mismo el trabajo de los expertos. Hay en el mundo moderno un gran conglomerado de conocimientos bien comprobados en todo género de asuntos; y el hombre corriente los acepta por autoridad, sin necesidad de dudar.

Pero tan pronto como cualquiera pasión violenta interviene para torcer el juicio del experto, éste se hace indigno de esa confianza, cualquiera que sea el bagaje científico que posea. Las opiniones de los médicos sobre el embarazo, el alumbramiento y la lactancia hallábanse impregnadas, hasta hace poco, de cierto sadismo. Hacen falta, por ejemplo, más pruebas para persuadir al vulgo de que los anestésicos pueden ser empleados en el parto, que las que se necesitarían para persuadirlo de lo contrario. A cualquiera que desee pasar una hora divertida le aconsejo que atienda a las tergiversaciones de eminentes craneólogos, en sus intentos de probar por medidas cerebrales que las mujeres son más estúpidas que los hombres.¹

No son, sin embargo, los yerros de los hombres de ciencia los que nos interesan cuando tratamos de describir el método científico. Una opinión científica es aquella para la cual hay alguna razón de creerla verdadera; una opinión no científica es aquella que se sustenta en alguna razón distinta de su probable verdad. Nuestra era se distingue de todas las eras anteriores al siglo XVII, por el hecho de que algunas de nuestras

¹ Consultad *Man and Woman*, de Havelock, 6^o edición, página 119. 18

opiniones son científicas en el sentido antes expresado. Exceptúo los hechos mismos, toda vez que la generalización en un grado mayor o menor es una característica esencial de la ciencia, y *que* los hombres (con la excepción de unos pocos místicos) nunca han sido capaces de negar totalmente los hechos evidentes de su existencia diaria.

Los griegos, eminentes en casi todos los ramos de la actividad humana, hicieron — y ello es sorprendente— poco para la creación de la ciencia. La gran hazaña intelectual de los griegos fue la geometría, que juzgaban como un estudio a priori, derivado de premisas evidentes por sí mismas y que no requerían verificación experimental. El genio griego fue deductivo más que inductivo, y dominó por ello en matemática. En las edades siguientes, la matemática griega fue casi olvidada, mientras otros productos de la pasión griega por la deducción sobrevivían y florecían, sobre todo la teología y el derecho.

Los griegos observaron el mundo como poetas más que como hombres de ciencia; en parte, creo, porque toda actividad manual era indigna de un caballero, de fuerte que todo estudio que requiriese experimentos parecía un poco vulgar. Quizás fuera caprichoso relacionar con este prejuicio el hecho de ser la astronomía la rama en que los griegos se mostraron más científicos, ya que aquella ciencia se refiere a cuerpos que sólo pueden ser vistos y no tocados.

Sea lo que fuere, es notable lo mucho que los griegos descubrieron en astronomía. Afirmaron desde el principio que la Tierra es redonda, y algunos de ellos llegaron a la teoría de Copérnico, de que la revolución de la Tierra, y no la revolución de los cielos, es la que origina el movimiento diurno aparente del Sol y de las estrellas. Arquímedes escribe al rey Gelón, de Siracusa, y le dice: "Aristarco de Samos ha compuesto un libro en el que menciona una hipótesis, cuyas premisas llevan a la conclusión de ser el universo mucho mayor de lo que hasta ahora se ha supuesto. Sus hipótesis son que las estrellas fijas y el Sol permanecen inmóviles; que la Tierra gira alrededor del Sol en la circunferencia de un círculo, estando situado el Sol en el centro de la órbita". Así, los griegos descubrieron no sólo la rotación de la Tierra, sino también su revolución anual alrededor del Sol. Fue el descubrimiento de que un griego había sostenido esta opinión lo que animó a Copérnico a hacerla vivir. '

En los días del Renacimiento, cuando vivía Copérnico, se afirmaba que cualquiera opinión que hubiese sido sustentada por un antiguo tenía que ser verdadera, y que una opinión no sustentada por ningún antiguo no podía merecer respeto. Dudo de que Copérnico hubiese nunca llegado a ser un copernicano si no hubiese existido Aristarco, cuya opinión permaneció olvidada hasta el renacimiento de la enseñanza clásica. Los griegos también descubrieron métodos válidos para medir la circunferencia de la Tierra. El geógrafo Eratóstenes la estimaba en 250.000 estadios (unas 24.662 millas), que no está muy lejos de la verdad. El más científico de los griegos fue Arquímedes (257-212 antes de Cristo). Como Leonardo da Vinci, en una época posterior, consiguió el favor de un príncipe por su habilidad en las artes de la guerra, y como a Leonardo fue también concedido permiso para aumentar los conocimientos humanos con la condición de que restase vidas humanas. Sus actividades en este particular fueron, sin embargo, más distinguidas que las de Leonardo, toda vez que inventó los más sorprendentes artificios mecánicos para defender la ciudad de Siracusa contra los romanos, y fue, finalmente, muerto por un soldado romano al ser tomada la ciudad. Se ha dicho que estaba tan absorto en un problema matemático, que no se percató de la llegada de los romanos.

Plutarco es muy apologético en el tema de las invenciones mecánicas de Arquímedes, que juzga apenas dignas de un caballero; pero le considera disculpable por haber ayudado a su primo, el rey, en un tiempo de terrible peligro.

Arquímedes demostró ser un gran genio en matemática y poseer una habilidad extraordinaria para la invención de artificios mecánicos; pero su contribución a la ciencia, aunque notable, revela aún la actitud deductiva de los griegos, que hizo casi imposible para ellos el método experimental. Su obra sobre estática es famosa, y con razón; pero procede de axiomas, como la geometría de Euclides, y los axiomas se supone que son evidentes por sí mismos y no el resultado de la experiencia. Su libro *Sobre los cuerpos flotantes* es el que, según la leyenda, nació de haber resuelto Arquímedes el problema de la corona del rey Hieron, de la que se sospechaba no estar hecha de oro puro. Este problema, como es sabido, se ha supuesto que fue resuelto por Arquímedes estando en el baño. En todo caso, el método que propone en su libro para casos análogos es perfectamente válido, y aunque el libro se deriva de postulados por un método de deducción, sólo cabe suponer que llegó a los postulados experimentalmente. Ésta es, quizás, la más científica (en el sentido moderno) de las obras de Arquímedes.

Pronto, sin embargo, después de su época, decayó la pasión que los griegos habían sentido por la investigación científica de los fenómenos naturales, y aunque la matemática pura continuó floreciendo hasta la toma de Alejandría por los mahometanos, apenas hubo avances posteriores en la ciencia natural, y lo mejor que se había elaborado, como la teoría de Aristarco, fue olvidado.

Los árabes fueron más experimentales que los griegos, especialmente en química. Esperaban transmutar los metales en oro, descubrir la piedra filosofal y confeccionar el elixir de la vida. En parte por esta causa las investigaciones químicas fueron vistas con agrado. A través de la Edad Media, la tradición de la civilización fue mantenida principalmente por los árabes, y de ellos adquirieron los cristianos, como Roger Bacon, casi todo el conocimiento científico que la pasada Edad Media poseía. Los árabes, no obstante, tenían un defecto, que era el opuesto del de los griegos: buscaban hechos separados más que principios generales y no tuvieron la facultad de deducir leyes generales de los hechos que habían descubierto.

En Europa, cuando el sistema escolástico comenzó a ceder ante el Renacimiento, hubo durante cierto tiempo una gran aversión a todas las generalizaciones y a todos los sistemas. Montaigne ilustra esta tendencia. Ama los hechos raros, particularmente si contradicen algo. No demuestra deseos de reducir sus opiniones a sistemas coherentes. Rabelais, con su lema *Fais ce que voudras*, es también opuesto a lo intelectual y demás grilletes. El Renacimiento se regocijó de la recobrada libertad de especulación, y no estaba dispuesto a perder su libertad ni aun en interés de la verdad. De las figuras típicas del Renacimiento, la más científica con mucho es Leonardo, cuyos libros de notas son fascinadores y contienen muchas brillantes anticipaciones de descubrimientos ulteriores; pero no llevó casi nada a madurez y no ejerció afecto en sus sucesores científicos.

El método científico, tal como lo entendemos, aparece en el mundo con Galileo (1564-1642) y, en menor grado, con su contemporáneo, Kepler (1571-1630). Kepler alcanzó la fama por sus leyes. Primero descubrió que los planetas se mueven en torno al Sol según elipses y no según círculos. Para la mente moderna no hay nada sorprendente en el hecho de que la órbita terrestre sea una elipse; pero para las mentes educadas a la antigua, nada, excepto un círculo o algún complejo de círculos, parecía órbita adecuada para el movimiento de un cuerpo celeste. Según los griegos, los planetas eran divinos y debían, por eso, moverse en curvas perfectas. Los círculos y los epiciclos no lastimaban sus susceptibilidades estéticas, pero una órbita encorvada y oblicua, tal como es la de la Tierra, les hubiese impresionado profundamente. Una observación sin prejuicios estéticos requería por eso, en aquella época, una rara intensidad de ardor científico. Fueron Kepler y Galileo los que establecieron el hecho de que la Tierra y otros planetas giran alrededor del Sol. Esto había sido afirmado por Copérnico y, como hemos visto,

por ciertos griegos, que no habían logrado, empero, dar las pruebas de ello.

Copérnico, en verdad, no encontró argumentos serios que presentar en favor de su punto de vista. Es un acto de justicia hacia Kepler el afirmar que al adoptar la hipótesis copernicana se apoyaba en razones puramente científicas. Se dice que en cierta época de su juventud fue partidario de la adoración del Sol, y que pensaba que el centro del universo era el único sitio digno de una tan grande deidad. Sin embargo, sólo motivos científicos pudieron conducirle al descubrimiento de ser las órbitas planetarias elipses y no círculos.

Él y, aún más, Galileo poseyeron el método científico en su integridad. Aunque se saben actualmente muchas más cosas que las que se sabían en su época, no se ha añadido nada esencial al método. Pasaron de la observación de hechos particulares al establecimiento de leyes cuantitativas rigurosas, por medio de las cuales los hechos particulares futuros podían ser predichos. Chocaron profundamente con sus contemporáneos, en parte porque sus conclusiones se enfrentaban por su naturaleza con las creencias de aquella poca; pero en parte también porque la creencia en la autoridad había impulsado a los eruditos a limitar a las bibliotecas sus investigaciones, y los profesores estaban angustiados ante la sugestión de que podría ser necesario contemplar el mundo para saber cómo es.

Hay que reconocer que Galileo era algo travieso. Siendo aún muy joven, fue nombrado profesor de matemática en Pisa; pero como el salario sólo era de siete y medio peniques por día, no parece haberse ilusionado con que se esperasen de él grandes cosas. Comenzó escribiendo un tratado contra el uso del birrete y de la toga en la universidad, tratado que pudo quizás popularizarse entre los estudiantes, pero que fue acogido con gran descontento por sus compañeros, los profesores. Se divertía buscando ocasiones que pusiesen en ridículo a sus colegas. Éstos afirmaban, por ejemplo —basándose en la física de Aristóteles—, que un cuerpo que pesase diez libras caería de una altura determinada en una décima parte del tiempo que necesitaría uno que pesase una libra. Una mañana subió Galileo a lo alto de la torre inclinada de Pisa con dos pesos de una y diez libras, respectivamente, y en el momento en que los profesores se dirigían con grave dignidad a sus cátedras, en presencia de los discípulos llamó su atención y dejó caer los dos pesos a sus pies desde lo alto de la torre. Los profesores, sin embargo, sostuvieron que sus ojos debían haberles engañado, puesto que era imposible que Aristóteles se equivocase.

En otra ocasión fue aún más atrevido. Giovanni dei Medici, que era gobernador de Liorna, inventó una máquina de dragar, de la que estaba muy ufano. Galileo afirmó que, hiciese lo que hiciese, no lograría dragar con ella; como así resultó. Esto indujo a Giovanni a hacerse un entusiasta aristotélico.

Galileo se hizo impopular y fue silbado al explicar su cátedra, hecho que a veces también le ha sucedido a Einstein, en Berlín. Después hizo un telescopio e invitó a los profesores a mirar por él los satélites de Júpiter. Los profesores rehusaron, exponiendo como motivo que Aristóteles no había mencionado dichos satélites, y que, por eso, cualquiera que pensase que los veía tenía que estar equivocado.

El experimento de la torre inclinada de Pisa corroboró la primera investigación importante de Galileo; o sea, el establecimiento de la ley de los cuerpos que caen. Según dicha ley, todos los cuerpos caen a la misma velocidad en el vacío, y al término de un tiempo determinado han adquirido una velocidad proporcional al tiempo durante el cual han estado cayendo y han recorrido un espacio proporcional al cuadrado de dicho tiempo. Aristóteles había sostenido otra cosa; pero ni Aristóteles ni ninguno de sus sucesores, durante cerca de dos mil años, se habían tomado la molestia de averiguar si lo que sostenían era verdad. La idea de hacer esta investigación era una novedad, y la

falta de respeto de Galileo a la autoridad fue considerada como abominable. Tenía, como es natural, muchos amigos, hombres para quienes el espectáculo de la inteligencia era delicioso en sí mismo. Pocos de estos hombres", sin embargo, ocupaban puestos académicos, y la opinión universitaria era amargamente hostil a los descubrimientos de Galileo.

Como todo el mundo sabe, tuvo que ver con la Inquisición al final de su vida, por sostener que la Tierra gira alrededor del Sol. Había tenido un primer encuentro de menor importancia, del cual saliera sin gran quebranto; pero en el año 1632 publicó un libro de diálogos sobre los sistemas de Copérnico y Ptolomeo, en el que cometió la temeridad de colocar en boca de un personaje llamado Simplicio algunas observaciones que habían sido hechas por el Papa. El Papa mantenía relación amistosa con Galileo; pero en esta ocasión se puso furioso. Galileo vivía en Florencia en buena amistad con el gran duque. Pero la Inquisición reclamó su presencia en Roma para juzgarle, y amenazó al gran duque con castigos y multas si continuaba amparando a Galileo. Éste tenía por entonces setenta años; estaba muy enfermo y se iba quedando ciego. Envió un certificado médico para demostrar que no estaba en condiciones de viajar; a lo cual la Inquisición respondió enviándole un médico de los suyos, con órdenes de que tan pronto se repusiese lo bastante fuese traído a Roma cargado de cadenas. Al enterarse de que esta orden se iba a llevar a cabo, se puso voluntariamente en camino. Con amenazas se le obligó a hacer acto de sumisión.

La sentencia de la Inquisición es un documento interesante. Dice así:

"...Por cuanto tú, Galileo, hijo del difunto Vincenzio Galilei, de Florencia, de setenta años de edad, fuiste denunciado, en 1615, a este Santo Oficio, por sostener como verdadera una falsa doctrina enseñada por muchos, a saber: que el Sol está inmóvil en el centro del mundo y que la Tierra se mueve y posee también un movimiento diurno; así como por tener discípulos a quienes instruyes en las mismas ideas; así como por mantener correspondencia sobre el mismo tema con algunos matemáticos alemanes; así como por publicar ciertas cartas sobre las manchas del Sol, en las que desarrollas la misma doctrina como verdadera; así como por responder a las objeciones que se suscitan continuamente por las Sagradas Escrituras, glosando dichas Escrituras según tu propia interpretación; y por cuanto fue presentada la copia de un escrito en forma de carta, redactada expresamente por ti para una persona que fue antes tu discípulo, y en la que, siguiendo la hipótesis de Copérnico, incluyes varias proposiciones contrarias al verdadero sentido y autoridad de las Sagradas Escrituras; por eso este sagrado tribunal, deseoso de prevenir el desorden y perjuicio que desde entonces proceden y aumentan en menoscabo de la sagrada fe, y atendiendo al deseo de Su Santidad y de los eminentísimos cardenales de esta suprema universal Inquisición, califica las dos proposiciones de la estabilidad del Sol y del movimiento de la Tierra, según los calificadores teológicos, como sigue:

"1. La proposición de ser el Sol el centro del mundo e inmóvil en su sitio es absurda, filosóficamente falsa y formalmente herética, porque es precisamente contraria a las Sagradas Escrituras.

"2. La proposición de no ser la Tierra el centro del mundo, ni inmóvil, si-j no que se mueve, y también con un movimiento diurno, es también absurda, filosóficamente falsa y, teológicamente considerada, por lo menos, errónea en la fe.

"Pero, estando decidida en esta ocasión a tratarte con suavidad, la Sagrada Congregación, reunida ante Su Santidad el 25 de febrero de 1616, decreta que su eminencia el cardenal Bellarmino te prescriba abjurar del todo de la mencionada falsa doctrina; y que si rehusares hacerlo, seas requerido por el comisario del Santo Oficio a renunciar a ella, a no enseñarla a otros ni a defenderla; y a falta de aquiescencia, que

seas prisionero; y por eso, para cumplimentar este decreto al día siguiente, en el palacio, en presencia de su eminencia el mencionado cardenal Bellarmino, después de haber sido ligeramente amonestado por dicho cardenal, fuiste conminado por el comisario del Santo Oficio, ante notario y testigos, a renunciar del todo a la mencionada opinión falsa y, en el futuro, no defenderla ni enseñarla de ninguna manera, ni verbalmente ni por escrito; y después de prometer obediencia a ello, fuiste despachado.

"Y con el fin de que una doctrina tan perniciosa pueda ser extirpada del todo y no se insinúe por más tiempo con grave detrimento de la verdad católica, ha sido publicado un decreto procedente de la Sagrada Congregación del índice, prohibiendo los libros que tratan de esta doctrina, declarándola falsa y del todo contraria a la Sagrada y Divina Escritura.

"Y por cuanto después ha aparecido un libro publicado en Florencia el último año, cuyo título demostraba ser tuyo, a saber: *El diálogo de Galileo Galilei sobre los dos sistemas principales del mundo: el ptolomeico y el copernicano*; y por cuanto la Sagrada Congregación ha oído que a consecuencia de la impresión de dicho libro va ganando terreno diariamente la opinión falsa del movimiento de la Tierra y de la estabilidad del Sol, se ha examinado detenidamente el mencionado libro y se ha encontrado en él una violación manifiesta de la orden anteriormente dada a ti, toda vez que en este libro has defendido aquella opinión que ante tu presencia había sido condenada; aunque en el mismo libro haces muchas circunlocuciones para inducir a la creencia de que ello queda indeciso y sólo como probable, lo cual es asimismo un error muy grave, toda vez que no puede ser en ningún modo probable una opinión que ya ha sido declarada y determinada como contraria a la Divina Escritura. Por eso, por nuestra orden, has sido citado en este Santo Oficio, donde, después de prestado juramento, has reconocido el mencionado libro como escrito y publicado por ti. También confesaste que comenzaste a escribir dicho libro hace diez o doce años, después de haber sido dada la orden antes mencionada. También reconociste que habías pedido licencia para publicarlo, sin aclarar a los que te concedieron este permiso que habías recibido orden de no mantener, defender o enseñar dicha doctrina de ningún modo. También confesaste que el lector podía juzgar los argumentos aducidos para la doctrina falsa, expresados de tal modo, que impulsaban con más eficacia a la convicción que a una refutación fácil, alegando como excusa que habías caído en un error contra tu intención al escribir en forma dialogada y, por consecuencia, con la natural complacencia que cada uno siente por sus propias sutilezas y en mostrarse más habilidoso que la generalidad del género humano al inventar, aun en favor de falsas proposiciones, argumentos ingeniosos y plausibles.

"Y después de haberse concedido tiempo prudencial para hacer tu defensa, mostraste un certificado con el carácter de letra de su eminencia el cardenal Bellarmino, conseguido, según dijiste, por ti mismo, con el fin de que pudieses defenderte contra las calumnias de tus enemigos, quienes propalaban que habías abjurado de tus opiniones y habías sido castigado por el Santo Oficio; en cuyo certificado se declara que no habías abjurado ni habías sido castigado, sino únicamente que la declaración hecha por Su Santidad, y promulgada por la Sagrada Congregación del índice, te había sido comunicada, en la que se declara que la opinión del movimiento de la Tierra y de la estabilidad del Sol es contraria a las Sagradas Escrituras, y que por eso no puede ser sostenida ni defendida. Por lo que al no haberse hecho allí mención de dos artículos de la orden, a saber: la orden de 'no enseñar' y 'de ningún modo', argüiste que debíamos creer que en el lapso de catorce o quince años se habían borrado de tu memoria, y que ésta fue también la razón por la que guardaste silencio respecto a la orden, cuando buscaste el permiso para publicar tu libro, y que esto es dicho por ti, no para excusar tu error, sino para que pueda ser atribuido a ambición de vanagloria más que a malicia. Pero este mismo certificado,

escrito a tu favor, ha agravado considerablemente tu ofensa, toda vez que en él se declara que la mencionada opinión es opuesta a las Sagradas Escrituras, y, sin embargo, te has atrevido a ocuparte de ella y a argüir que es probable. Ni hay ninguna atenuación en la licencia arrancada por ti, insidiosa y astutamente, toda vez que no pusiste de manifiesto el mandato que se te había impuesto. Pero considerando nuestra opinión de no haber revelado toda la verdad respecto a tu intención, juzgamos necesario proceder a un examen riguroso, en el que contestaste como buen católico.

"Por eso, habiendo visto y considerado seriamente las circunstancias de tu caso con tus confesiones y excusas, y todo lo demás que debía ser visto y considerado, nosotros hemos llegado a la sentencia contra ti, que se escribe a continuación :

"Invocando el sagrado nombre de Nuestro Señor Jesucristo y de Su Gloriosa Virgen Madre María, pronunciamos ésta nuestra final sentencia, la que, reunidos en Consejo y tribunal con los reverendos maestros de la Sagrada Teología y doctores de ambos derechos, nuestros asesores, extendemos en este escrito relativo a los asuntos y controversias entre el magnífico Cario Sincereo, doctor en ambos derechos, fiscal procurador del Santo Oficio, por un lado, y tú, Galileo Galilei, acusado, juzgado y convicto, por el otro lado, y pronunciamos, juzgamos y declaramos que tú, Galileo, a causa de los hechos que han sido detallados en el curso de este escrito, y que antes has confesado, te has hecho a ti mismo vehementemente sospechoso de herejía a este Santo Oficio al haber creído y mantenido la doctrina (que es falsa y contraria a las Sagradas y Divinas Escrituras) de que el Sol es el centro del mundo, y de que no se mueve de este a oeste, y de que la Tierra se mueve y no es el centro del mundo; también de que una opinión puede ser sostenida y defendida como probable después de haber sido declarada y decretada como contraria a la Sagrada Escritura, y que, por consiguiente, has incurrido en todas las censuras y penalidades contenidas y promulgadas en los sagrados cánones y en otras constituciones generales y particulares contra delincuentes de esta clase. Visto lo cual, es nuestro deseo que seas absuelto, siempre que con un corazón sincero y verdadera fe, en nuestra presencia abjures, maldigas y detestes los mencionados errores y herejías, y cualquier otro error y herejía contrarios a la Iglesia Católica y Apostólica de Roma, en la forma que ahora se te dirá.

"Pero para que tu lastimoso y pernicioso error y trasgresión no queden del todo sin castigo, y para que seas más prudente en lo futuro y sirvas de ejemplo para que los demás se abstengan de delincuencias de este género, nosotros decretamos que el libro *Diálogos de Galileo Galilei* sea prohibido por un edicto público, y te condenamos a prisión formal de este Santo Oficio por un periodo determinable a nuestra voluntad, y por vía de saludable penitencia, te ordenamos que durante los tres próximos años recites, una vez a la semana, los siete salmos penitenciales, reservándonos el poder de moderar, conmutar o suprimir, la totalidad o parte del mencionado castigo o penitencia." La fórmula de abjuración que a consecuencia de esta sentencia fue obligado Galileo a pronunciar, decía como sigue:

"Yo, Galileo Galilei, hijo del difunto Vincenzio Galilei, de Florencia, de setenta años de edad, siendo citado personalmente a juicio y arrodillado ante vosotros, los eminentes y reverendos cardenales, inquisidores generales de la república universal cristiana contra la depravación herética, teniendo ante mí los sagrados evangelios, que toco con mis propias manos, juro que siempre he creído y, con la ayuda de Dios, creeré en lo futuro todos los artículos que la Sagrada Iglesia Católica y Apostólica de Roma sostiene, enseña y predica. Por haber recibido orden de este Santo Oficio de abandonar para siempre la opinión falsa que sostiene que el Sol es el centro e inmóvil, siendo prohibido el mantener, defender o enseñar de ningún modo dicha falsa doctrina; y puesto que después de habérseme indicado que dicha doctrina es repugnante a la Sagrada Escritura,

he escrito y publicado un libro en el que trato de la misma condenada doctrina y aduzco razones con gran fuerza en apoyo de la misma, sin dar ninguna solución; por eso he sido juzgado como sospechoso de herejía; esto es, que yo sostengo y creo que el Sol es el centro del mundo e inmóvil, y que la Tierra no es el centro y es móvil, deseo apartar de las mentes de vuestras eminencias y de todo católico cristiano esta vehemente sospecha, justamente abrigada contra mí; por eso, con un corazón sincero y fe verdadera, yo abjuro, maldigo y detesto los errores y herejías mencionados, y, en general, todo otro error y sectarismo contrario a la Sagrada Iglesia; y juro que nunca más en el porvenir diré o afirmaré nada, verbalmente o por escrito, que pueda dar lugar a una sospecha similar contra mí; asimismo, si supiese de algún hereje o de alguien sospechoso de herejía, lo denunciaré a este Santo Oficio o al inquisidor y ordinario del lugar en que pueda encontrarme. Juro, además, y prometo que cumpliré y observaré fielmente todas las penitencias que me han sido o me sean impuestas por este Santo Oficio. Pero si sucediese que yo violase algunas de mis promesas dichas, juramentos y protestas (¡que Dios no quiera!), me someto a todas las penas y castigos que han sido decretados y promulgados por los sagrados cánones y otras constituciones generales y particulares contra delincuentes de este tipo. Así, con la ayuda de Dios y de sus sagrados evangelios, que toco con mis manos, yo, el antes nombrado Galileo Galilei, he abjurado, prometido y me he ligado a lo antes dicho; y en testimonio de ello, con mi propia mano he suscrito este presente escrito de mi abjuración, que he recitado palabra por palabra.

"En Roma, en el convento de Minerva, 22 de junio de 1633; yo, Galileo Galilei, he abjurado conforme se ha dicho antes con mi propia mano".²

No es verdad que después de recitar esta abjuración dijese entre dientes: *Eppursi muove*. Fue la gente quien dijo esto, y no Galileo.

La Inquisición afirmaba que la suerte de Galileo "sería un ejemplo para que los demás se abstuviesen de delincuencias de este género". En esta afirmación acertó, por lo menos en lo que se refiere a Italia. Galileo fue el último, en efecto, de los grandes italianos. Ningún italiano, desde entonces, ha sido capaz de delincuencias de ese género. No puede decirse que la Iglesia haya variado mucho desde el tiempo de Galileo. Donde ejerce poder, como en Irlanda y en Boston, sigue prohibiendo toda literatura que contenga nuevas ideas.

El conflicto entre Galileo y la Inquisición no es meramente el conflicto entre el libre pensamiento y el fanatismo, o entre la ciencia y la religión; es un conflicto entre el espíritu de inducción y el espíritu de deducción. Los que creen en la deducción como método para llegar al conocimiento se ven obligados a tomar sus premisas en alguna parte, generalmente en un libro sagrado. La deducción procedente de libros inspirados es el método de llegar a la verdad empleado por los juristas cristianos, mahometanos y comunistas. Y puesto que la deducción, como medio de alcanzar el conocimiento, fracasa cuando existe duda sobre las premisas, los que creen en la deducción tienen que ser enemigos de los que discuten la autoridad de los libros sagrados. Galileo discutió a Aristóteles y a las Escrituras, y con ello destruyó todo el edificio del conocimiento medieval. Sus predecesores sabían cómo fue creado el mundo, cuál era el destino del hombre y los más profundos misterios de la metafísica, y los ocultos principios que rigen la conducta de los cuerpos. En el universo moral y material nada era misterioso para ellos, nada oculto; todo podía ser expuesto en metódicos silogismos. Comparado con todo -este caudal, ¿qué les quedaba a los partidarios de Galileo? Una ley de los cuerpos que caen, la teoría del péndulo y las elipses de Kepler. ¿Puede sorprender, ante esto, que los eruditos protestasen a voz en grito de la destrucción de sus conocimientos,

² Tomado de Galileo. *His Life and Work*, por J.J. Fahie, página 313, 1903.

ganados tan laboriosamente? Así como el Sol naciente disipa la multitud de las estrellas, así las escasas verdades comprobadas por Galileo desvanecieron el firmamento centelleante de las certezas medievales.

Sócrates había dicho que él era más sabio que sus contemporáneos, porque él sólo sabía que no sabía nada. Esto era un artificio retórico. Galileo pudo haber dicho con verdad que no sabía gran cosa, pero sabía que sabía algo, mientras los contemporáneos de Aristóteles no sabían nada y pensaban que sabían mucho. El conocimiento, considerado como opuesto a las fantasías de realización de los deseos, es difícil de alcanzar. Un poco de contacto con el verdadero conocimiento hace menos aceptables las fantasías. Por regla general, el conocimiento es más difícil de lograr que lo que suponía Galileo, y mucho de lo que él creía era sólo aproximado; pero en el proceso de adquirir un conocimiento seguro y general, Galileo dio el primer paso. Por eso es el padre de los tiempos modernos. Cualquiera que sea lo que nos guste o nos disguste, de la edad en que vivimos —su crecimiento de población, su mejoramiento en sanidad, sus trenes, automóviles, radio, política y anuncios de jabón —, todo proviene de Galileo. Si la Inquisición le hubiese cogido joven, no podríamos ahora gozar de las delicias de la guerra aérea y de los gases envenenados, ni por otra parte, de la disminución de la pobreza y de las enfermedades, que son características de nuestra época.

Es costumbre entre cierta escuela de sociólogos menospreciar la importancia de la inteligencia y atribuir todos los grandes sucesos a grandes causas impersonales. Juzgo esto una completa ilusión. Creo que si cien de los hombres del siglo XVII hubiesen muerto en la infancia, no existiría el mundo moderno. Y de esos ciento, Galileo es el principal.

II. NEWTON

Sir Isaac Newton nació el año en que murió Galileo (1642). Como Galileo, llegó a ser muy viejo, pues murió el año 1727.

En el corto periodo que media entre las actividades de esos dos hombres, la posición de la ciencia en el mundo había cambiado por completo. Galileo, durante toda su vida, tuvo que luchar contra los hombres tenidos por científicos, y en sus últimos años tuvo que sufrir persecución y condena por su obra. Newton, por el contrario, desde el momento en que, a la edad de dieciocho años, entró como alumno en el Trinity College, de Cambridge, escuchó el aplauso universal. Antes de transcurridos los dos años de tomar su grado, el director de su colegio le describía, como hombre de increíble genio. Fue aclamado por todo el mundo erudito, honrado por monarcas, y, con verdadero espíritu inglés, fue recompensado por su trabajo con un destino del gobierno, en el que no pudo continuar. Fue tan grande su valimiento, que cuando Jorge I subió al trono, el gran Leibnitz tuvo que permanecer en Hannover, porque él y Newton habían reñido.

Fue una fortuna para las épocas siguientes que las circunstancias de Newton fuesen tan plácidas. Era hombre nervioso y timorato; al mismo tiempo discutidor y enemigo de controversias. No gustaba de publicar sus trabajos, porque le exponían a la crítica, y se vio forzado a hacerlo, a instancias de amigos cariñosos. A propósito de su *Óptica*, escribió a Leibnitz: "Estaba tan perseguido por las discusiones promovidas con la publicación de mi teoría de la luz, que me reproché mi propia imprudencia por abandonar una bendición tan sustancial como mi tranquilidad para correr detrás de una sombra". Si hubiese encontrado una oposición parecida a la que tuvo enfrente Galileo, es probable que nunca hubiese publicado un renglón.

El triunfo de Newton fue el más espectacular en la historia de la ciencia. La astronomía, desde la época de los griegos, había sido a un mismo tiempo la más adelantada y la más

respetada de las ciencias. Las leyes de Kepler aún eran recientes, y la tercera de ellas no era de ningún modo aceptada universalmente. Además, parecían extrañas e inexplicables a los que se habían acostumbrado a los círculos y epiciclos. La teoría de Galileo sobre las mareas no era cierta: los movimientos de la Luna no estaban bien estudiados, y los astrónomos se condolían de la pérdida de aquella épica unidad que los cielos poseían en el sistema ptolomeico. Newton, de un solo golpe, con su ley de la gravitación, puso orden y unidad en esta confusión. No sólo dio razón en líneas generales de los movimientos de planetas y satélites, sino también de todos los detalles conocidos hasta entonces: hasta los cometas, que no hacía mucho tiempo "presagiaban la muerte de los príncipes", se encontraron sometidos a la ley de gravitación. El cometa de Halley fue uno de los más serviciales, y Halley fue el mejor amigo de Newton.

Los *Principia*, de Newton, se desenvuelven en el gran estilo griego; por las tres leyes del movimiento y la ley de gravitación explícate, en deducción puramente matemática, el conjunto del sistema solar. La obra de Newton es estatuaría y helénica, bien distinta de las mejores de nuestra propia época. La aproximación más cercana a la misma perfección clásica, entre los modernos, es la teoría de la relatividad; pero aun ésta no aspira a la misma finalidad, ya que el grado de progreso de la época actual es demasiado grande. Todo el mundo conoce la historia de la caída de la manzana. Contrariamente a lo que les sucede a muchas de estas historias, no se tiene la seguridad de que sea falsa. En todo caso, fue en el año 1665 cuando Newton pensó por primera vez en la ley de la gravitación, y en aquel año, a causa de la gran peste, pasó una temporada en el campo, posiblemente en un huerto. No publicó sus *Principia* hasta el año 1687: durante veintiún años se contentó con pensar sobre su teoría y perfeccionarla gradualmente. Ningún moderno se hubiera atrevido a hacer semejante cosa, ya que veintiún años es bastante para cambiar completamente el paisaje científico. Aun la obra de Einstein tiene siempre bordes mellados, dudas sin resolver, especulaciones no concluidas. No digo esto en tono de crítica. Lo digo sólo para ilustrar la diferencia entre nuestra edad y la de Newton. No aspiramos ya a la perfección, a causa del ejército de sucesores a quienes podemos apenas aventajar, y que están en todo momento dispuestos a borrar nuestras huellas.

El respeto universal otorgado a Newton, en contraste con el trato que encontró Galileo, fue debido en parte a la propia obra de Galileo y a la de otros hombres de ciencia que llenaron los años intermedios; pero también fue debido, y no en pequeña proporción, a la marcha de la política. En Alemania, la guerra de los Treinta Años, que estaba en su apogeo cuando murió Galileo, diezmaba la población, sin influir en lo más mínimo en el equilibrio de poder entre protestantes y católicos. Esto fue causa de que aun el menos reflexivo pensase que las guerras de religión eran una equivocación. Francia, aunque potencia católica, había apoyado a los protestantes alemanes, y Enrique IV, aunque se hizo católico para ganar a París, no fue impulsado por este motivo a un gran fanatismo en la práctica de su nueva fe. En Inglaterra la guerra civil, que comenzó el año del nacimiento de Newton, condujo al predominio de los *santos*, que a todo el mundo, excepto a los propios santos, excitaron en contra del celo religioso. Newton ingresó en la universidad al año siguiente de regresar Carlos II del destierro, y Carlos II, que fundó la Royal Society, hizo todo lo posible por fomentar la ciencia, como un antídoto del fanatismo. El fanatismo protestante le había mantenido en el destierro, y la intransigencia católica había hecho perder el trono a su hermano. Carlos II, que era un monarca inteligente, tomó por regla de gobierno el evitarse un nuevo viaje de destierro. El periodo desde su advenimiento hasta la muerte de la reina Ana fue el más brillante, intelectualmente, de la historia inglesa.

En Francia, mientras tanto, Descartes había inaugurado la filosofía moderna. Pero su teoría de los vórtices fue un obstáculo para la aceptación de las ideas de Newton. Sólo

después de la muerte de Newton, y principalmente como resultado de las *Lettres Philosophiques*, de Voltaire, Newton cobró fama; pero cuando lo hizo, su fama fue enorme. En realidad, durante toda la centuria siguiente, hasta la caída de Napoleón, fueron principalmente los franceses los que prosiguieron la obra de Newton. Los ingleses se equivocaron por patriotismo al adherirse a sus métodos, que eran inferiores a los de Leibnitz, con el resultado de que, después de su muerte, las matemáticas inglesas fueron despreciables durante cien años. El daño que en Italia hizo la intransigencia hizo en Inglaterra el nacionalismo. Sería difícil decir cuál de los dos procedimientos resulta más pernicioso.

Aunque los *Principia*, de Newton, conservan la forma deductiva inaugurada por los griegos, su espíritu es del todo diferente del de la obra griega, toda vez que la ley de gravitación, que es una de sus premisas, no es supuesta como evidente por sí misma, sino que se llega a ella inductivamente, con las leyes de Képler. El libro, por eso, ilustra el método científico en la forma que es su ideal. De la observación de hechos particulares llega por inducción a una ley general, y por deducción de la ley general son inferidos otros hechos particulares. Éste es todavía el ideal de la física, que es la ciencia de la que, en teoría, todas las demás debieran ser deducidas; pero la realización de ese ideal es algo más difícil de lo que parecía en la época de Newton, y una sistematización prematura ha resultado ser peligrosa.

La ley de gravitación de Newton ha tenido una historia peculiar. Mientras continúa, durante más de doscientos años, explicando casi todos los hechos que eran conocidos respecto a los movimientos de los cuerpos celestes, permanece aislada y misteriosa en sí misma entre las leyes naturales. Nuevas ramas de la física crecen en vastas proporciones; las teorías del sonido, del calor, de la luz y de la electricidad fueron exploradas con éxito. Pero ninguna propiedad de la materia fue descubierta que pudiese en modo alguno relacionarse con la gravitación. Sólo con la teoría general de la relatividad de Einstein (1915) encaja la gravitación en el cuadro general de la física; y entonces se encontró que pertenece más bien a la geometría que a la física, en el sentido ya pasado de moda. Desde un punto, de vista práctico, la teoría de Einstein supone sólo correcciones muy pequeñas de los resultados newtonianos. Estas correcciones minúsculas, en tanto que se pueden medir, han sido comprobadas empíricamente; pero si el cambio práctico es pequeño, el cambio intelectual es enorme, puesto que toda nuestra concepción del espacio y del tiempo ha tenido que ser transformada. La obra de Einstein ha acentuado la dificultad de soluciones acabadas en la ciencia. La ley de gravitación de Newton ha reinado durante tanto tiempo y ha explicado tantas cosas, que parecía apenas creíble que tuviera necesidad de corrección. Sin embargo, tal corrección ha resultado necesaria al final, y nadie duda de que la corrección tendrá que ser, a su vez, corregida.

III. DARWIN

Los primeros triunfos del método científico fueron logrados en astronomía. Sus triunfos más notables en tiempos bien modernos han sido obtenidos en la física atómica. Ambas materias requieren muchas matemáticas para su dominio. Quizás en su última perfección toda ciencia será matemática; pero, mientras tanto, existen vastos campos en los que las matemáticas apenas pueden aplicarse, y en ellos han de ser realizadas algunas de las más importantes hazañas de la ciencia moderna.

Podemos tomar la obra de Darwin como representativa de las ciencias no matemáticas. Darwin, como Newton, dominó el panorama intelectual de una época, no sólo entre los hombres de ciencia, sino entre el público general ilustrado. Y, como Galileo, entró en

pugna con la teología, aunque con resultados menos desastrosos para el propio Darwin. La importancia de Darwin en la historia de la cultura es muy grande; pero el valor de su obra es difícil de apreciar desde un punto de vista estrictamente científico. No inventó la hipótesis de la evolución, que se le había ocurrido a muchos de sus predecesores. Trajo un montón de pruebas a su favor, e inventó un cierto mecanismo que llamó la "selección natural" para dar razón de la evolución. Muchas de sus pruebas siguen siendo válidas; pero la "selección natural" está menos en boga entre los biólogos que lo estuvo otras veces.

Fue Darwin un hombre que viajó mucho, observó con inteligencia y reflexionó con paciencia. Pocos hombres de su eminente valía han tenido menos que él la cualidad llamada esplendor. Nadie se ocupó mucho de él en su juventud. En Cambridge se contentó con no trabajar y se graduó. No siendo posible, en aquel entonces, estudiar biología en la universidad, prefirió pasar el tiempo paseando por la comarca, coleccionando escarabajos, lo cual era oficialmente una forma de vagancia. Su verdadera educación la debió al crucero del *Beagle*, que le proporcionó la oportunidad de estudiar la flora y fauna de muchas regiones y de observar los hábitos de especies aliadas, pero separadas geográficamente. Una de sus mejores obras se refiere a lo que se llama actualmente ecología; es decir, a la distribución geográfica de especies y géneros³. Observó, por ejemplo, que la vegetación de los Altos Alpes se parece a la de las regiones polares, de lo que dedujo un linaje común en tiempos de la época glacial.

Aparte de los detalles científicos, la importancia de Darwin radica en el hecho de que obligó a los biólogos, y con ellos al público en general, a abandonar la antigua creencia en la inmutabilidad de las especies y a aceptar el punto de vista de que los diversos géneros de animales se han desarrollado por variación de un linaje común. Como todos los innovadores de los tiempos modernos, tuvo que luchar con la autoridad de Aristóteles. De Aristóteles podría decirse que ha sido uno de los grandes infortunios de la raza humana. Aun en este momento, la enseñanza de la lógica, en la mayoría de las universidades, está llena de tonterías, de las que Aristóteles es responsable.

La teoría de los biólogos, antes de Darwin, era que en el cielo estaba encerrado un gato ideal, y un perro ideal, y así sucesivamente: y que los actuales gatos y perros son copias, más o menos imperfectas, de esos tipos celestiales.

Cada especie corresponde a una idea diferente en la mente divina, y por eso no puede haber transición de una especie a otra, ya que cada especie procede de un acto separado de creación. Los testimonios geológicos hicieron cada vez más difícil sostener esta opinión, puesto que los antepasados de los tipos - existentes hoy, y separados por gran distancia, se asemejaban entre sí mucho más que las especies de hoy día. El caballo, por ejemplo, tuvo anteriormente su complemento adecuado de dedos; los pájaros primitivos apenas se distinguían de los reptiles, y así otros casos. El mecanismo particular de la "selección natural" ya no es considerado por los biólogos como el adecuado; pero el hecho general de la evolución es ahora universalmente admitido entre la gente educada.

Con respecto a los animales distintos del hombre, la teoría de la evolución podía haber sido admitida por mucha gente, sin demasiada violencia; pero en la mente popular el darwinismo se identificó con la hipótesis de que los hombres descienden de los monos. Esto era doloroso para nuestro concepto humano, casi tan doloroso como la doctrina de Copérnico que afirma no ser la Tierra el centro del universo. La teología tradicional, como es natural, ha sido siempre halagadora para la especie humana; si hubiese sido inventada por monos o habitantes de Venus, sin duda, no hubiera tenido esa cualidad. El

³ The Nature of Living Matter, por Cf. Hogben, 1930, página 143.

hombre, por su índole, ha sido siempre capaz de defender su amor propio, bajo la impresión de que estaba defendiendo la religión. Por otra parte, sabemos que los hombres tienen alma, mientras que los monos carecen de ella. Si los hombres proceden gradualmente de los monos, ¿en qué momento adquirieron el alma? Este problema no es, en realidad, más grave que el problema de saber en qué estado de desarrollo adquiere el feto el alma; pero las dificultades nuevas siempre parecen peores que las viejas, ya que éstas pierden su interés con la familiaridad. Si para eludir la dificultad decidimos que los monos tengan alma, seremos conducidos, paso a paso, al punto de vista de tener alma también los protozoarios; y si les negamos el alma a los protozoarios, seremos compelidos, si somos evolucionistas, a negársela también a los hombres. Todas estas dificultades fueron al mismo tiempo vistas por los que se oponían a Darwin, y es sorprendente que su oposición no fuese más violenta de lo que fue.

La obra de Darwin, si bien requiere corrección en muchos extremos, proporciona, no obstante, un ejemplo de lo que es esencial en el método científico, a saber: sustituir con leyes generales, basadas en la experiencia, los cuentos *de* hadas inventados por una fantasía acuciada por el afán de realizar sus deseos. Los seres humanos encuentran difícil, en todas las esferas, basar sus opiniones más en pruebas que en las propias esperanzas. Cuando un vecino es acusado de inmoralidad, la gente se apresura a creer en la imputación; le cuesta mucho trabajo aguardar a que se ofrezcan pruebas convincentes. Cuando dos naciones promueven una guerra, ambas partes creen estar seguras de la victoria. Cuando un hombre apuesta por un caballo, está seguro de que ganará. Cuando se contempla a sí mismo, está convencido de que es un guapo mozo, que tiene un alma inmortal. La prueba objetiva de cada una de estas proposiciones podrá ser todo lo baladí que se quiera; nuestros deseos producen una tendencia casi irresistible a creer en ella. El método científico aparta a un lado nuestros deseos e intenta llegar a opiniones en las que los deseos no intervienen. Tiene, como es natural, ventajas prácticas el método científico; de no ser así, nunca se hubiera abierto camino contra el mundo de la fantasía. El profesional de las apuestas en las carreras de caballos es científico y se hace rico; *el punto* ordinario no es científico y se arruina. Y así, en lo que se refiere a la excelencia humana, la creencia de que los hombres tienen alma ha producido una cierta técnica, con el fin de mejorar el género humano; lo que, a pesar de un esfuerzo prolongado y costoso, no ha dado hasta ahora un buen resultado visible. El estudio científico de la vida y de la mente y cuerpo humanos, por el contrario, es probable que dentro de poco tiempo nos capacite para producir mejoras que excedan a nuestros sueños, en la salud, inteligencia y virtud de los seres humanos de tipo medio.

Darwin estaba equivocado en cuanto a las leyes de la herencia, que han sido completamente transformadas por la teoría mendeliana. Tampoco tenía una teoría justa para el origen de las variaciones, y las creía mucho más pequeñas y más graduales de lo que se ha encontrado que son en ciertas circunstancias. En estos extremos, los biólogos modernos han avanzado mucho más que él. Pero no hubieran alcanzado el punto en que se encuentran si no hubiera sido por el empuje inicial de Darwin; y la mole de sus investigaciones fue necesaria para impresionar a los hombres y convencerlos de que la teoría de la evolución es sumamente importante e imprescindible.

IV. PAVLOV

Cada nuevo avance de la ciencia en un nuevo dominio ha engendrado una resistencia análoga a la encontrada por Galileo; pero cada vez con menos vehemencia. Los tradicionalistas han esperado siempre que en alguna parte se descubriría una región a la que resultara inaplicable el método científico. Después de Newton abandonaron

desesperados los cuerpos celestes. Después de Darwin, la mayoría de ellos admitió el hecho amplio de la evolución, aunque continúan sugiriendo, aún al presente, que el curso de la evolución no va guiado por fuerzas mecánicas, sino que ha sido dirigido por un propósito determinado de antemano. Así, la tenia ha adoptado su forma actual, no porque de otra manera no hubiera podido sobrevivir en los intestinos humanos, sino porque realiza una idea fraguada en el cielo y que forma parte de la | mente divina. Como dice el obispo de Birmingham⁴ : "El repugnante parásito es un resultado de la integración de mutaciones; es, al mismo tiempo, un ejemplo exquisito de adaptación al medio, y es moralmente repugnante". Esta controversia no está del todo concluida, aunque puede haber poca duda de que las teorías mecánicas de la evolución prevalecerán por completo antes de poco tiempo.

Un efecto de la doctrina de la evolución ha sido impulsar a los hombres a conceder a los animales alguna parte, por lo menos, de los méritos que ellos reclaman para el *homo sapiens*. Descartes sostenía que los animales son meros autómatas, mientras los seres humanos tienen libre albedrío. Opiniones de esta clase han perdido hoy su plausibilidad, aunque la doctrina de la "evolución repentina" (*emergent evolution*), que consideramos en un capítulo posterior, ha sido ideada para rehabilitar la opinión que establece diferencias cualitativas entre los hombres y los demás animales. La fisiología ha sido el campo de batalla entre los que consideran sometidos al método científico todos los fenómenos, y los que esperan que entre los fenómenos vitales haya algunos, por lo menos, que exijan un tratamiento místico. ¿Es el cuerpo humano una mera máquina regida toda ella por los principios de la física y de la química? Así se cree por lo general, aunque existen aún procesos que no son bien comprendidos. ¿Acaso en ellos se esconde un principio vital? De este modo, los campeones del vitalismo fraternizan con la ignorancia. No ahondemos mucho —piensan ellos— en el conocimiento del cuerpo humano, no vayamos a descubrir, para desilusión nuestra, que no lo entendemos. Cada nuevo descubrimiento hace menos plausible este punto de vista, y restringe el territorio aún abierto a los oscurantistas. Hay algunos, sin embargo, que consienten en someter el cuerpo a los cuidados tiernos del hombre de ciencia, siempre que puedan salvar el alma. El alma, como sabemos, es inmortal y tiene percepción del bien y del mal. El alma, si pertenece al justo, tiene conocimiento de Dios. Aspira a altas cosas y está impregnada por un soplo divino. Siendo éste el caso, no puede, seguramente, estar gobernada por las leyes de la física y de la química, o, en general, por ninguna ley. Por eso la psicología ha sido más obstinadamente defendida por los enemigos del método científico que cualquiera otra rama del conocimiento humano. Sin embargo, la psicología se está haciendo científica; muchos hombres han contribuido a este resultado, pero nadie en mayor proporción que el fisiólogo ruso Pavlov.

Pavlov, que aún vive⁵, nació el año 1849, y ha dedicado la mayor parte de su vida trabajadora a la investigación de la conducta de los perros. Ésta, sin embargo, es una afirmación demasiado amplia, pues su principal labor ha consistido meramente en observar cuándo fluye saliva de la boca del perro y en qué cantidad. Esto ilustra una de las características más importantes del método científico, como opuesto a los métodos de los metafísicos y teólogos. El hombre de ciencia busca hechos que sean significativos en el sentido de conducir a leyes generales, y esos hechos están frecuentemente desprovistos de interés intrínseco. La primera impresión de una persona no científica, cuando se entera de lo que se hace en algún laboratorio famoso, es la de que todos esos

⁴ Nature, noviembre 29, 1930

⁵ Pavlov falleció el 27 de febrero de 1936. Ver volumen 18 de esta colección *Reflejos condicionados*, del científico ruso

investigadores están perdiendo su tiempo en trivialidades; y los hechos que tratan de esclarecer intelectualmente son a menudo, en efecto, en sí triviales y carentes de interés. Ello puede aplicarse al caso concreto de la especialidad de Pavlov, a saber: el flujo de la saliva en los perros. Pero, estudiándolo, llegó Pavlov a establecer leyes generales que rigen la conducta de muchos animales, y aun la de los seres humanos.

El procedimiento es el siguiente. Todo el mundo sabe que la vista de un manjar succulento hace fluir saliva a la boca de un perro. Pavlov coloca un tubo en la boca del perro para poder medir la cantidad de saliva que produce el manjar apetecido. El flujo de saliva, cuando hay alimento en la boca, es lo que se llama un reflejo, que es una de las cosas que el cuerpo hace espontáneamente y sin que influya la experiencia. Hay muchos reflejos, algunos muy determinados, otros menos. Algunos de estos reflejos pueden ser estudiados en los niños recién nacidos, pero otros sólo se presentan en un periodo ulterior del crecimiento. El infante estornuda, bosteza, se despereza, mama, vuelve los ojos hacia una luz brillante, y realiza otros movimientos corporales, sin necesidad de aprendizaje previo. Todas estas acciones se llaman reflejos; en el lenguaje de Pavlov, reflejos incondicionados. Entran en la esfera a que anteriormente se aplicaba la vaga denominación de instinto. Los instintos complicados, como la construcción de los nidos por los pájaros, resultan ser una serie de reflejos. En los animales inferiores, los reflejos son poco modificados por la experiencia: la polilla continúa precipitándose sobre la llama, aun después de haberse chamuscado sus alas. Pero en los animales superiores, la experiencia tiene un gran efecto en los reflejos; y esto sucede, por lo general, en el hombre. Pavlov estudió el efecto de la experiencia en los reflejos salivares de los perros. La ley fundamental en este asunto es la ley de los reflejos condicionados: cuando el estímulo para un reflejo incondicionado ha sido muchas veces acompañado o precedido inmediatamente por algún otro estímulo, este otro estímulo, por sí solo, producirá, en ocasión oportuna, la respuesta que fue originada en un principio por el estímulo al reflejo incondicionado. El flujo de saliva es originariamente producido por la presencia del alimento en la boca; más tarde se produce por la vista y olor del alimento, o por cualquiera otra señal que precede habitualmente a la toma de alimento. En este caso tenemos lo que se llama un reflejo condicionado; la respuesta es la misma que en el reflejo incondicionado, pero el estímulo es uno nuevo, que se ha llegado a asociar con el estímulo original a través de la experiencia. Esta ley del reflejo condicionado es la base de lo que los antiguos sicólogos llamaban *asociación de ideas*, de la comprensión del lenguaje, del hábito y, prácticamente, de todo lo que es debido a la experiencia.

Apoyándose en esa ley fundamental, Pavlov ha producido experimental -mente todo género de complicaciones. Emplea, no sólo el estímulo del alimento agradable, sino también el de ácidos desagradables, de suerte que puede suscitar en el perro, tanto respuestas de repugnancia como respuestas de aproximación. Habiendo formado un reflejo condicionado, por una serie de experimentos, puede proceder a contenerlo por otra. Si una señal dada es seguida algunas veces de resultados agradables, y otras de desagradables, el perro es susceptible de sufrir al final una crisis nerviosa: se torna histérico o neurasténico y, en realidad, en enfermo típico mental. Pavlov no lo cura haciéndolo reflexionar sobre su infancia, o haciéndole confesar una pasión culpable por su madre, sino con reposo y bromuro.

Relata Pavlov una historia que debería ser estudiada por todos los educadores. Tenía un perro a quien siempre le enseñaba una mancha circular de luz brillante, antes de darle alimento, y una mancha elíptica, antes de aplicarle una corriente eléctrica. El perro aprendió a distinguir claramente los círculos de las elipses, gozando con los primeros y evitando las últimas con espanto. Pavlov disminuyó entonces gradualmente la

excentricidad de la elipse, haciéndola cada vez más parecida a un círculo. Durante largo tiempo, el perro continuó distinguiendo claramente ambas figuras. "A medida que la forma de la elipse se fue aproximando más y más a la del círculo, obtuvimos, más o menos, rápidamente una diferencia delicada, cada vez más acentuada. Pero cuando 'utilizamos una elipse cuyos dos ejes estaban en la relación de 9 a 8; es decir, una elipse casi circular, todo cambió. Obtuvimos una nueva diferenciación delicada, que siempre permaneció imperfecta y que duró dos o tres semanas; después, no sólo desapareció espontáneamente, sino que originó la pérdida de todas las diferenciaciones anteriores, incluyendo las menos delicadas. El perro, que antes permanecía quieto en su taburete, estaba ahora constantemente forcejeando y aullando. Fue necesario elaborar de nuevo todas las diferenciaciones, y las menos delicadas exigieron ahora mucho más tiempo que la primera vez. Al intentar obtener la diferenciación final, se repitió la vieja historia; esto es, todas las diferenciaciones desaparecieron, y el perro cayó de nuevo en un estado de excitación."⁶

Temo que un procedimiento similar sea hartamente corriente en las escuelas y constituya la causa de la aparente estupidez de muchos escolares.

Pavlov opina que el sueño es en esencia lo mismo que la inhibición, siendo una inhibición general, en vez de específica. Basándose en su estudio de los perros, acepta la opinión de Hipócrates de haber cuatro temperamentos, a saber: colérico, melancólico, sanguíneo y flemático. El flemático y el sanguíneo los considera como los tipos más sanos, mientras el melancólico y el colérico son susceptibles de desórdenes nerviosos. Encuentra que sus perros pueden dividirse en estos cuatro tipos, y cree que lo mismo es verdad para los seres humanos.

El órgano por medio del cual tiene lugar el aprendizaje es la corteza cerebral, y Pavlov se considera a sí mismo como ocupado en el estudio de la corteza. Es un fisiólogo y no un psicólogo; pero sostiene la opinión de que, tratándose de animales, no puede haber psicología tal como nosotros la deducimos por introspección al estudiar los seres humanos. Con los seres humanos no parece que llega tan lejos como el doctor Juan B. Watson. "La psicología —dice— en cuanto concierne al estado subjetivo del hombre, tiene un derecho natural a la existencia; para nuestro mundo subjetivo es la primera realidad con la que nos enfrentamos. Pero, aunque sea concedido el derecho a la existencia de la psicología humana, no hay razón para que no discutamos la necesidad de una psicología animal."⁷ En lo que atañe a los animales, es un behaviourista⁸ puro, en el sentido de que no podemos saber si un animal tiene conocimiento o, en caso de tenerlo, cuál sea la naturaleza de este conocimiento. Con respecto a los seres humanos, a pesar de su concesión teórica a la psicología introspectiva, todo lo que tiene que decir está fundado en su estudio de los reflejos condicionados, y es evidente que, por lo que toca a la conducta del cuerpo, su posición es enteramente mecanicista:

"No se puede negar que sólo el estudio del proceso físico-químico que tiene lugar en el tejido nervioso, nos dará una teoría, real de todos los fenómenos nerviosos, y que las fases de este proceso nos proporcionarán una explicación completa de todas las manifestaciones externas de la actividad nerviosa y de sus relaciones mutuas."⁹

La siguiente cita es interesante, no sólo por ilustrar su posición en este punto, sino por

⁶*Lectures on Conditioned Reflexes*, por Iván Petrovich Pavlov, M.D., página 342. Traducido del ruso por W. Horsely Gantt, M.D., editado por Martin Lawrence, Limited, Londres. Véase también *Conditioned Reflexes: an Investigation of the Physiological Activity of the Cerebral Cortex*, por I.P. Pavlov. Traducido por G.V. Anrep. Oxford, 1927.

⁷Obra antes citada, página 329.

⁸ Escuela psicológica que estudia la conducta (behaviour) observable y no los estados interiores.

⁹ Obra antes citada, página 349.

mostrar las esperanzas idealistas para la raza humana, que basa en el progreso de la ciencia:

"Al comienzo de nuestro trabajo, y durante mucho tiempo después, sentíamos el apremio de la costumbre, que nos invitaba a explicar nuestro resultado por medio de interpretaciones psicológicas. Cada vez que la investigación objetiva encontraba un obstáculo, o cuando era detenida por la complejidad del problema, se originaban recelos muy naturales respecto a la corrección de nuestro nuevo método. Gradualmente, con el progreso de nuestra investigación, estas dudas se hicieron menos frecuentes, y ahora estoy profunda e irrevocablemente convencido de que por este camino se encontrará el triunfo final de la mente humana sobre su problema supremo —el conocimiento del mecanismo y leyes de la naturaleza humana. Sólo de este modo puede venir una felicidad completa, verdadera y permanente. Dejemos a la mente elevarse, de victoria en victoria, sobre la naturaleza que la rodea; dejémosla conquistar para la actividad y la vida humana, no sólo la superficie de la Tierra, sino todo lo que existe entre la profundidad de los mares y los límites superiores de la atmósfera: dejémosla mandar para su servicio la energía prodigiosa que fluye de una parte del universo a la otra; dejémosla aniquilar el espacio para la transferencia de sus pensamientos. Con todo, la misma criatura humana, impulsada por poderes tenebrosos a guerras y revoluciones, con sus horrores, produce por sí misma incalculables pérdidas materiales y pena indecible, y retrocede a estados bestiales. Sólo la ciencia, la ciencia exacta de la propia naturaleza humana y la aproximación más sincera a la misma, con la ayuda del omnipotente método científico, librarán al hombre de su melancolía presente y le purgarán de su vergüenza contemporánea en la esfera de las relaciones interhumanas." ¹⁰

En metafísica no es ni materialista ni mentalista. Sostiene el criterio, que yo creo firmemente ser el verdadero, de que la costumbre de distinguir entre el espíritu y la materia es una equivocación, y que la realidad puede ser atribuida a ambos o a ninguno, con igual justicia. "Llegamos ahora —dice— a juzgar el alma, la mente y la materia como una sola cosa, y con este criterio no habrá necesidad de una elección entre ellos."

Como ser humano, Pavlov tiene la sencillez y la regularidad de los hombres sabios de una época anterior, como, por ejemplo, Immanuel Kant. Ha vivido una tranquila vida de hogar y ha sido invariablemente puntual a su laboratorio. Una vez durante la revolución, su ayudante se retrasó diez minutos, y adujo como excusa la revolución. Pero Pavlov replicó: "¿Qué importa una revolución, cuando tienes trabajo en el laboratorio?" La única alusión a los trastornos de Rusia que se encuentra en sus escritos está relacionada con la dificultad de alimentar a sus animales durante los años de escasez de forraje. Aunque su labor ha sido de tal índole que pudo ser reputada como sostén de la metafísica oficial del partido comunista, Pavlov piensa muy mal del gobierno soviético, y lo declara vehementemente en público y en privado. A pesar de esto, el gobierno le ha tratado con toda consideración y ha surtido generosamente su laboratorio con todo lo que ha necesitado.

Rasgo típico de la moderna actividad científica (si se la compara con la de Newton o aun la de Darwin) es que Pavlov no haya intentado una perfección estatutaria en la presentación de sus teorías: "La razón de no haber dado una exposición sistemática de nuestros resultados, durante los últimos veinte años, es la siguiente: El campo es del todo nuevo, y la labor ha avanzado constantemente. ¿Cómo podría detenerme en una concepción comprensiva para sistematizar los resultados, cuando cada día nuevos experimentos y observaciones nos traen hechos adicionales?"¹¹. El ritmo del progreso en la ciencia actual es demasiado grande para obras tales como los *Principio*, de

¹⁰ Obra citada, página 41.

¹¹ Obra citada, página 42.

Newton, o *El origen de las especies*, de Darwin. Antes de que un libro semejante pueda ser completado, resultaría anticuado. En muchos aspectos, esto es sensible, pues los grandes libros del pasado poseen cierta belleza y magnificencia, que están ausentes de los folletos fugitivos de nuestros días. Pero es una consecuencia inevitable del rápido incremento del conocimiento y debe, por eso, ser aceptada con filosofía.

¿Podrán los métodos de Pavlov hacerse extensivos a la totalidad de la conducta humana? Ello es cuestionable; pero, en todo caso, abarcan un vasto campo, y dentro de este campo han demostrado el modo de aplicar los métodos científicos con exactitud cuantitativa. Pavlov ha conquistado una nueva esfera para la ciencia exacta, y debe, por ello, ser considerado como uno de los grandes hombres de nuestro tiempo. El problema que Pavlov ataca con éxito es el de someter a la ley científica lo que hasta ahora se llamaba conducta voluntaria. Dos animales de la misma especie, o un mismo animal en dos ocasiones diferentes, pueden responder diferentemente al mismo estímulo. Esto dio origen a la idea de que hay algo, llamado voluntad, que nos capacita para responder a situaciones caprichosamente y sin regularidad científica. El estudio de Pavlov sobre los reflejos condicionados ha demostrado que la conducta, cuando no viene determinada por la constitución congénita de un animal, puede, no obstante, tener sus propias reglas y ser tan susceptible de tratamiento científico como lo es la conducta gobernada por los reflejos condicionados. Como dice el profesor Hogben:

"En nuestra generación, la labor de la escuela de Pavlov ha atacado con éxito, por primera vez en la historia, el problema llamado por el doctor Haldane 'conducta consciente', en términos no teológicos; Lo ha reducido a la investigación de las condiciones bajo las cuales se han de descubrir nuevos sistemas reflejos." ¹²

Cuanto más se estudia este asunto, más importante parece ser. Por eso, Pavlov debe ser clasificado entre los más eminentes hombres de ciencia de nuestra época.

CAPITULO II CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO CIENTÍFICO

El método científico ha sido descrito muchas veces, y no es posible, a estas alturas, decir nada muy nuevo sobre él mismo. Sin embargo, necesitamos describirlo una vez más, para luego hallarnos en situación de considerar si existe algún otro método de adquirir un conocimiento general.

Para llegar a establecer una ley científica existen tres etapas principales: la primera consiste en observar los hechos significativos; la segunda, en sentar hipótesis que, si son verdaderas, expliquen aquellos hechos; la tercera, en deducir de estas hipótesis consecuencias que puedan ser probadas por la observación. Si las consecuencias son verificadas, se acepta provisionalmente la hipótesis como verdadera, aunque requerirá ordinariamente modificación posterior como resultado del descubrimiento de hechos ulteriores.

En el estado actual de la ciencia, ni los hechos ni las hipótesis están aislados: existen dentro del cuerpo general del conocimiento científico. El significado de un hecho es relativo a dicho conocimiento. Decir que un hecho es significativo en ciencia, es decir que ayuda a establecer o refutar alguna ley general; pues la ciencia, aunque arranca de la observación de lo particular, no está ligada esencialmente a lo particular, sino a lo general. Un hecho en ciencia no es un mero hecho, sino un caso. En esto difiere el científico del artista, quien, cuando se digna observar los hechos en conjunto, es probable que se fije en ellos en todos sus detalles. La ciencia, en su último ideal, consiste en una serie de proposiciones dispuestas en orden jerárquico; refiérense las del

¹² Hogben: *The Nature of Living Matter*, 1930, página 25

nivel más bajo en la jerarquía a los hechos particulares, y las del más alto, a alguna ley general que lo gobierna todo en el universo. Los distintos niveles en la jerarquía tienen una doble conexión lógica: una, hacia arriba y la otra, hacia abajo.

La conexión ascendente procede por inducción; la descendente, por deducción. En otras palabras, en una ciencia perfeccionada procederíamos como sigue: los hechos particulares A, B, C, D, etcétera, sugieren como probable una determinada ley general, de la que, si es verdadera, todos son casos. Otra serie de hechos sugiere otra ley general, y así sucesivamente. Todas estas leyes generales sugieren, por inducción, una ley de un mayor grado de generalidad, de la cual, si es cierta, son casos aquellas otras leyes. Habrá muchas otras etapas al pasar de los hechos particulares observados a la ley más general que se ha descubierto. De esta ley general procedemos, en cambio, deductivamente, hasta llegar a los hechos particulares de los que ha arrancado nuestra inducción anterior. En los libros de texto se adopta el orden deductivo, el inductivo se sigue en el laboratorio.

La única ciencia que hasta ahora se ha aproximado, en cierto modo, a esta perfección es la física. El análisis de ésta nos ayudará a concretar la noción abstracta que acabamos de exponer sobre el método científico.

Galileo, como sabemos, descubrió la ley de los cuerpos que caen en la proximidad de la superficie terrestre. Descubrió que, prescindiendo de la resistencia del aire, caen con una aceleración constante, que es la misma para todos. Ésta fue una generalización deducida de un número de hechos relativamente pequeños, a saber, de los casos de los cuerpos que caían, cronometrados por Galileo; pero su generalización fue confirmada por todos los experimentos subsiguientes de índole análoga. Lo obtenido por Galileo fue una ley del orden más ínfimo de generalidad, una ley lo menos apartada posible de los hechos en sí. Mientras tanto, Kepler había observado el movimiento de los planetas y formulado sus tres leyes relativas a sus órbitas. Éstas también eran leyes del más ínfimo grado de generalidad. Newton reunió las leyes de Kepler, la ley de Galileo, de los cuerpos que caen, las leyes de las mareas y lo que era conocido acerca, de los movimientos de los cometas, y estableció una ley general, a saber: la ley de gravitación, que las abarca a todas. Esta ley, además, como sucede ordinariamente con una generalización afortunada, demostró no sólo por qué las anteriores leyes son verdaderas, sino también lo que tenían de incorrectas. Los cuerpos, en la proximidad de la superficie terrestre, no caen con una aceleración enteramente constante; a medida que se acercan a la Tierra, la aceleración aumenta ligeramente. Los planetas no se mueven exactamente en elipses; cuando se aproximan a otros planetas, son arrancados un poco de sus órbitas. Así, la ley de Newton reemplazó a las antiguas generalizaciones. Pero no se hubiera podido llegar a ella si no hubiera sido por las anteriores.

Durante más de doscientos años no apareció ninguna nueva generalización que absorbiese la ley de gravitación de Newton como ésta había absorbido las leyes de Kepler. Cuando, por fin, Einstein encontró dicha generalización, colocó a la ley de gravitación en la compañía más inesperada. Con sorpresa de todos, resultó ser ésta una ley de geometría más que de física, en el antiguo sentido. La proposición con la que tiene más afinidad es el teorema de Pitágoras, que dice que el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos. Todo estudiante aprende la prueba de esta proposición, pero sólo los que leen a Einstein se enteran de su refutación.

Para los griegos —y para los modernos hasta hace cien años—, la geometría era un estudio a priori, como la lógica formal, y no una ciencia empírica basada en la observación. Lobachevski, en 1829, demostró la falsedad de esta opinión, y probó que la verdad de la geometría de Euclides sólo podía establecerse por observación y no por razonamiento. Aunque esta opinión dio origen a nuevas ramas importantes de las

matemáticas puras, no prosperó en física hasta el año 1915, en que Einstein la introdujo en su teoría general de la relatividad. Ahora resulta que el teorema de Pitágoras no es del todo verdadero y que la verdad exacta, que bosqueja, contiene en sí misma la ley de gravitación como un ingrediente o consecuencia. Por otra parte, no es del todo la ley de gravitación de Newton sino una ley cuyas consecuencias observables son ligeramente diferentes. En lo que Einstein difiere de Newton, en lo hasta ahora observado, resulta aquél tener razón. La ley de gravitación de Einstein es más general que la de Newton, toda vez que no sólo se aplica a la materia, sino también a la luz y a toda forma de energía. La teoría general de la gravitación exige como preliminar no sólo la teoría de Newton, sino también la teoría del electromagnetismo, la ciencia de la espectroscopia, la observación de la presión de la luz y la facultad de minuciosas observaciones astronómicas, que debemos a los grandes telescopios y a la perfección de la técnica fotográfica. Sin todos estos preliminares, la teoría de Einstein no hubiera podido ser descubierta ni demostrada. Pero cuando la teoría estuvo establecida en forma matemática, partimos de la ley generalizada de gravitación y llegamos, al final de nuestro razonamiento, a aquellas consecuencias verificables sobre las que, en el orden inductivo, estaba basada la ley. En el orden deductivo, las dificultades de descubrimiento están oscurecidas, y es difícil percatarse de la inmensa cantidad de conocimiento preliminar requerido por la inducción que condujo a nuestra premisa mayor. La misma clase de desenvolvimiento se ha verificado con una rapidez verdaderamente asombrosa respecto a la teoría de los *cuantos*. El primer descubrimiento de que existían hechos que necesitaban semejante teoría tuvo lugar en 1900, y, sin embargo, ahora el asunto puede ser tratado de un modo enteramente abstracto, que apenas hace recordar al lector que existe un universo.

A través de la historia de la física, desde el tiempo de Galileo, la importancia del hecho *significativo* ha sido patente. Los hechos que son significativos en una etapa del desarrollo de una teoría son bastante diferentes de los que son significativos en otra etapa. Cuando Galileo estaba estableciendo la ley de los cuerpos que caen, el hecho de que en el vacío una pluma y un pedazo de plomo caigan igualmente de prisa, era más importante que el hecho de que, en el aire, una pluma caiga más despacio, toda vez que el primer paso para estudiar los cuerpos que caen consistía en comprobar que, teniendo sólo en cuenta la atracción de la Tierra, todos ellos tienen la misma aceleración. El efecto de la resistencia del aire debía ser tratado como algo sobreañadido a la atracción de la Tierra. Lo esencial es siempre buscar aquellos hechos que puedan ilustrar una ley aislada o, a lo más, sólo en combinación con leyes cuyos efectos sean bien conocidos. Por eso el experimento representa un papel tan importante en el descubrimiento científico. En un experimento, las circunstancias son simplificadas artificialmente, de suerte que un hecho aislado pueda hacerse observable. En la mayoría de los casos concretos, lo que sucede realmente requiere para su explicación ciertas leyes naturales; pero para descubrir éstas, una por una, es necesario, corrientemente, inventar circunstancias tales que sólo una de ellas se manifieste. Además, los fenómenos más instructivos pueden ser muy difíciles de observar. Consideremos, por ejemplo, lo mucho que ha mejorado nuestro conocimiento de la materia con el descubrimiento de los rayos X y de la radiactividad; sin embargo, ambos fenómenos hubiesen permanecido incógnitos si no hubiera sido por la técnica experimental más detallada. El descubrimiento de la radiactividad fue un hecho casual debido al perfeccionamiento de la fotografía. Becquerel tenía algunas placas fotográficas muy sensibles, que había proyectado utilizar, pero, como el tiempo era malo, las guardó en un armario oscuro, en el que resultó haber un poco de uranio. Cuando fueron sacadas de nuevo, se encontró con que habían fotografiado al uranio, a pesar de la oscuridad completa. Fue esta

casualidad la que condujo al descubrimiento de que el uranio era radiactivo. Esta fotografía accidental proporciona otro ejemplo del hecho significativo.

Fuera de la física, tiene menor importancia el papel desempeñado por la deducción; en cambio el desempeñado por la observación y por leyes basadas inmediatamente en la observación, es mucho más importante. La física, por la sencillez de las materias a que se refiere, ha alcanzado un grado mucho más elevado de desarrollo que ninguna otra ciencia. No pienso que pueda dudarse de que el ideal científico es el mismo para todas las ciencias, pero sí puede dudarse de que la sabiduría humana sea capaz de hacer de la fisiología, por ejemplo, un edificio deductivo tan perfecto como lo es ahora la física teórica. Aun en la física pura, las dificultades de cálculo se hacen rápidamente insuperables. En la teoría newtoniana de la gravitación fue imposible calcular cómo podían moverse tres cuerpos bajo sus mutuas atracciones; sólo aproximadamente se logró: cuando uno de ellos es mucho mayor que los otros dos. En la teoría de Einstein, que es mucho más complicada que la de Newton, es imposible estudiar con exactitud teórica cómo se moverán dos cuerpos bajo su atracción mutua, aunque es posible obtener una aproximación suficiente para todos los fines prácticos. Afortunadamente, para la física hay métodos de cálculo con los que la marcha de los grandes cuerpos puede calcularse con gran aproximación a la verdad, si bien el sentar una teoría del todo exacta exceda los límites de las fuerzas humanas.

Aunque pueda parecer una paradoja, toda la ciencia exacta está dominada por la idea de aproximación. Si un hombre os dice que posee la verdad exacta sobre algo, hay razón para creer que es un hombre equivocado. Toda medida cuidadosa, científica, se da siempre con él error probable. Error probable es un término técnico con una significación precisa. Se llama así al error que tiene tantas probabilidades de ser mayor como de ser menor que el error verdadero. Es característico de aquellas materias en las que algo es conocido con exactitud excepcional, que en ellas todo observador admite que es probable cometer un error y sabe la cuantía probable de ese error¹³. En materias en las que la verdad no es averiguable, nadie admite que hay la más ligera posibilidad del más pequeño error en sus opiniones. ¿Quién no ha oído nunca hablar de un teólogo prolongando su credo, o de un político concluyendo sus discursos, con una declaración sobre el error probable en sus opiniones? Es un hecho singular que la certeza subjetiva es inversamente proporcional a la certeza objetiva. Cuanta menos razón tiene un hombre para suponerse en lo cierto, tanta mayor vehemencia emplea para afirmar que no hay duda alguna de que posee la verdad absoluta.

Es costumbre de los teólogos reírse de la ciencia porque cambia. "Miradnos, dicen. Lo que afirmábamos en el Concilio de Nicea, lo seguimos afirmando hoy, mientras lo que los hombres de ciencia aseguraban hace sólo dos o tres años está ya anticuado y

¹³ El siguiente extracto de *Nature* (febrero 7, 1931) es típico de la actitud cautelosa de los hombres de ciencia cuando son posibles medidas cuidadosas:

Periodo de rotación de Urano. Las dos determinaciones más dignas de confianza de este periodo son las de los profesores Lowell y Slipher, en Flagstaff, en 1911, y la de mister L. Campbell, en 1917. La primera fue espectroscópica; la segunda, por variación de luz. Los resultados fueron prácticamente idénticos: diez horas cincuenta minutos y diez horas cuarenta y nueve minutos, respectivamente. Pero se consideró que había motivo para una investigación posterior, puesto que el error probable que resultó en el método espectroscópico fue de diecisiete minutos, y la variación de luz no fue confirmada por otros varios observadores. La revista *Pub. Ast. Soc. Pai.* de diciembre, contiene un informe sobre una nueva determinación espectroscópica hecha por los señores Moorey Menzel. Utilizaron mayor dispersión que Lowell y Slipher, y el ecuador de Urano está más aproximadamente centrado sobre el disco. Su valor medio encontrado es diez horas cincuenta minutos con un error probable de diez minutos; pero a pesar de acuerdo estrecho con los anteriores resultados, no consideran que el periodo esté ciertamente conocido dentro de varios minutos.

olvidado." Hombres que hablan de esta forma no han comprendido la gran idea de las aproximaciones sucesivas. Ningún hombre de temperamento científico afirma que lo que ahora es creído en ciencia sea *exactamente verdad*; afirma que es una etapa en el camino hacia la verdad exacta. Cuando ocurre un cambio en la ciencia, como, por ejemplo, se pasa de la ley de gravitación de Newton a la de Einstein, lo que se hace no es arrojar lo anterior, sino reemplazarlo por algo ligeramente más exacto.

Supongamos que os medís con un aparato grosero y averiguáis que tenéis seis pies de altura; no supondréis, si sois prudente, que vuestra altura sea exactamente de seis pies, sino más bien que puede estar comprendida entre cinco pies 11 pulgadas y seis pies una pulgada; y si una medida muy cuidadosa demuestra que vuestra altura es (dentro de una décima de pulgada) cinco pies 11/10 pulgadas, no pensaréis que esto ha echado abajo el primer resultado. Esto es que su estatura era de unos seis pies, y esto sigue siendo verdad. El caso de los cambios en la ciencia es precisamente análogo.

El papel que desempeñan la medida y la cantidad en la ciencia es muy grande, pero creo que a veces se ha exagerado. La técnica matemática es poderosa, y los hombres de ciencia están naturalmente ansiosos de aplicarla siempre que sea posible; pero una ley puede ser muy científica sin ser cuantitativa. Las leyes de Pavlov referentes a los reflejos condicionados pueden servir de ilustración. Será probablemente imposible dar precisión cuantitativa a estas leyes; el número de repeticiones exigidas para establecer los reflejos condicionados depende de muchos factores, y varía no sólo con animales diferentes, sino con el mismo animal en distintas ocasiones. Persiguiendo la precisión cuantitativa, estudiaríamos primero la fisiología de la corteza y la naturaleza física de las corrientes nerviosas, y nos encontraríamos incapaces de detenernos ante la física de los electrones y protones. Es verdad que ahí es posible la precisión cuantitativa; pero retroceder por el cálculo de la física pura a los fenómenos de la conducta animal excede al poder humano, por lo menos en la actualidad, y probablemente en mucho tiempo en el porvenir. Debemos, por tanto, al tratar de un asunto como el de la conducta animal, contentarnos, por ahora, con leyes cualitativas, que no son menos científicas no ser cuantitativas.

Una ventaja de la precisión cuantitativa, donde ella es posible, es que da mucha mayor fortaleza a los argumentos inductivos. Suponed, por ejemplo que se inventa una hipótesis según la cual cierta cantidad observable deber tener una magnitud que se calcula con cinco cifras significativas, y suponed que se encuentra, por observación, que la cantidad en cuestión tiene esta magnitud. Se juzgará que semejante coincidencia entre la teoría y la observación no es probable que sea una casualidad, y que la teoría a que nos referimos debe contener, por *lo* menos, algún elemento importante de verdad. La experiencia demuestra, sin embargo, que es fácil atribuir demasiada importancia a tales coincidencias. La teoría de Bohr, del átomo, fue ensalzada en un principio por su notable poder, que permitía el cálculo teórico de ciertas cantidades que hasta entonces sólo se habían conocido por observación. No obstante, la teoría de Bohr, aunque es una etapa necesaria en el progreso, ha sido ya virtualmente abandonada. La verdad es que los hombres no pueden forjar suficientemente hipótesis abstractas; la imaginación está siempre entrometiéndose con la lógica e impulsando a los hombres a imaginar acontecimientos que por esencia no pueden ser visualizados. En la teoría de Bohr, del átomo, por ejemplo, había un elemento altamente abstracto que era con toda probabilidad verdadero, pero este elemento abstracto fue encajado e» detalles imaginativos que no tenían justificación inductiva. El mundo que podemos imaginar es el mundo que vemos; pero el mundo de la física es u mundo abstracto, que no puede ser visto. Por esta razón, aun una hipótesis que proporciona una exactitud minuciosa para todos los hechos apropiados conocidos no debe ser considerada cómo seguramente

verdadera, puesto que es probablemente sólo un aspecto altamente abstracto de la hipótesis, que es lógicamente necesaria en las deducciones que de él hacemos a los fenómenos observables.

Todas las leyes científicas descansan sobre la inducción, la cual, considerada como un proceso lógico, está abierta a la duda y no es capaz de dar certeza. Hablando claramente, un argumento inductivo es del género siguiente: Si cierta hipótesis es verdadera, entonces tales y cuales hechos serán observables: ahora bien, si estos hechos son observados, deducimos, consiguientemente, que la hipótesis es probablemente verdadera. Un argumento de esta clase tendrá grados variables de validez, según las circunstancias. Si pudiésemos probar que ninguna otra hipótesis es compatible con los hechos observados, podríamos llegar a la certeza; pero esto es apenas posible. En general, no habrá método para pensar en todas las hipótesis posibles, o, si lo hay, se encontrará qué más de una de ellas es compatible con los hechos. Cuando sucede esto, el hombre de ciencia adopta la más sencilla como hipótesis actuante, y sólo acude a hipótesis más complicadas cuando nuevos hechos demuestran que la hipótesis más sencilla es inadecuada. Si uno no ha visto nunca un gato sin rabo, la hipótesis más sencilla que explica los hechos sería: "todos los gatos tienen rabo". Pero la primera vez que uno vea un gato de Manx tendrá que adoptar una hipótesis más complicada. El hombre que arguye que porque los gatos que ha visto tienen todos rabo, todos los gatos han de tenerlo, emplea lo que se llama "inducción por simple enumeración". Ésta es una manera muy peligrosa de argumentar. En sus formas mejores, la inducción está basada en el hecho de que nuestra hipótesis conduce a consecuencias que resultan verdaderas, pero que si no hubiesen sido observadas, hubieran parecido extremadamente improbables. Si se encuentra un hombre que tenga un par de dados y que siempre den doble seis al ser arrojados, es posible que ello sea cuestión de suerte, pero hay otra hipótesis que haría menos sorprendentes los hechos observados, y será más prudente adoptar esta hipótesis. En todas las buenas inducciones, los hechos explicados por la hipótesis son tales que resultan improbables por sus antecedentes, y cuanto más improbables sean, tanto mayor es la probabilidad de la hipótesis que se les aplica. Ésta, como observábamos hace un momento, es una de las ventajas de la medida. Si algo que debe tener un tamaño determinado resulta que tiene el tamaño justo que hacía suponer la hipótesis sentada, se piensa que ésta debe influir, en cierto modo, algo en el resultado. Por sentido común, ello parece evidente; pero lógicamente tiene ciertas dificultades. Esto no será considerado, sin embargo, hasta el capítulo siguiente.

Existe una característica del método científico, de la que debemos decir algo. Me refiero al análisis. Se presume generalmente por los hombres de ciencia — por lo menos como hipótesis constructiva — que cualquier hecho concreto es el resultado de un número de causas, cada una de las cuales, actuando separadamente, podría producir algún resultado diferente del que ocurre en realidad, y que la resultante puede ser calculada cuando los efectos de las causas separadas son conocidos. Los ejemplos más sencillos de esto ocurren en mecánica. La Luna es atraída simultáneamente por la Tierra y por el Sol. Si la Tierra actuase sola, la Luna describiría una órbita; si el Sol actuase solo, describiría otra; pero su actual órbita es calculable conociendo los efectos que la Tierra y el Sol ejercerían separadamente. Si sabemos cómo caen los cuerpos en el vacío, y también la ley de la resistencia del aire, podemos calcular cómo caerán los cuerpos en el aire. El principio de poder separar de este modo leyes causales y, después, recombinarlas es, en cierto grado, esencial al proceder de la ciencia, pues es imposible tener en cuenta todo de un golpe y llegar a leyes causales, a no ser que podamos aislarlas una después de otra. Debe decirse, no obstante, que no hay razón a priori para suponer que el efecto de dos causas, actuando simultáneamente, pueda calcularse por los efectos que ejercen por

separado.¹⁴ Queda un principio práctico y aproximado en circunstancias adecuadas, pero no puede ser establecido como una propiedad general del universo. Indudablemente, cuando falla, la ciencia se hace muy difícil; pero, por lo que podemos colegir al presente, posee verdad suficiente para ser empleado como hipótesis, excepto en los cálculos más delicados y avanzados.

CAPÍTULO III LIMITACIONES DEL MÉTODO CIENTÍFICO

Todo el conocimiento que poseemos es o conocimiento de hechos particulares, o conocimiento científico. Los detalles de la historia y geografía quedan apartados de la ciencia, en cierto modo; esto es, son presupuestos por la ciencia y forman la base sobre la que se levanta aquélla. Los detalles que son exigidos en un pasaporte, como el nombre, fecha de nacimiento, color de los ojos de los abuelos, etcétera, son hechos brutos; la existencia pasada de César y Napoleón, la existencia actual de la Tierra y del Sol y de otros cuerpos celestes, pueden también considerarse como hechos brutos. Es decir, que la mayoría de nosotros los acepta como tales; pero, hablando exactamente, implican consecuencias que pueden ser correctas o no. Si un muchacho que aprende historia rehusase creer en la existencia de Napoleón, sería probablemente castigado, lo que para un pragmatista podría constituir prueba suficiente de que existió dicho personaje. Pero si el muchacho no fuese pragmatista, podría reflexionar que, si su maestro tuviese alguna razón para creer en Napoleón, podía haberla expuesto. Muy pocos profesores de historia, a mi juicio, serían capaces de presentar un argumento aceptable en demostración de que Napoleón no es un mito. No digo que no existan tales argumentos; sólo afirmo que la mayoría de la gente no sabe cómo son. Es claro que si se ha de creer algo que no conozcamos por experiencia propia, habrá alguna razón para creerlo. Generalmente, la razón es la autoridad. Cuando se propuso por vez primera establecer laboratorios en Cambridge, el matemático Todhunter objetó que era innecesario para los estudiantes ver realizados los experimentos, ya que los resultados podían ser atestiguados por sus profesores, todos hombres de la más alta autoridad y muchos de ellos clérigos de la Iglesia de Inglaterra. Todhunter consideraba que el argumento de la autoridad bastaba. Pero todos nosotros sabemos cuán frecuentemente ha resultado equivocada la autoridad. Es cierto que la mayoría de nosotros debemos depender inevitablemente de ella para la mayoría de nuestro conocimiento. Acepto, basado en la autoridad, la existencia del Cape Horn; y es, desde luego, imposible que cada uno de nosotros pueda comprobar todos los detalles geográficos. Pero es importante que exista la oportunidad para la verificación y que su necesidad ocasional sea reconocida.

Volvamos a la historia. A medida que retrocedemos en el pasado, la duda crece sin cesar. ¿Existió Pitágoras? Probablemente. ¿Existió Rómulo? Probablemente no. ¿Existió Remo? Casi es cierto que no. Pero la diferencia entre la prueba para Napoleón y la prueba para Rómulo apenas existe. Hablando con rigor, ni la una ni la otra pueden ser aceptadas como un hecho evidente, ya que ninguna de las dos cae dentro de nuestra experiencia directa.

¿Existe el Sol? La mayoría de la gente diría que el Sol entra en el campo de nuestra experiencia directa en un sentido que no cabe aplicar a Napoleón. Pero al pensar así resultarían equivocadas. El Sol está separado de nosotros por el espacio, mientras Napoleón lo está por el tiempo. El Sol, como Napoleón, sólo es conocido por nosotros a través de sus efectos. La gente dice que ve el Sol; pero esto sólo significa que algo ha

¹⁴ Véase *The Principles of Quantum Mechanics*, de Dirac, página 130

viajado a través de los noventa y tres millones de millas del espacio y producido un efecto en la retina, en el nervio óptico y en el cerebro. Este efecto, que tiene lugar donde nos encontramos, no es ciertamente idéntico al Sol; tal como lo comprenden los astrónomos. En realidad, el mismo efecto podría ser producido por otros medios; en teoría, un globo caliente de metal fundido podría ser colgado en una posición tal, que para un observador determinado pareciese precisamente el Sol. El efecto para el observador podría confundirse con el efecto que el Sol produce. El Sol, por consiguiente, es una consecuencia de lo que vemos y no el trozo real brillante que percibimos inmediatamente.

Es característico del progreso de la ciencia el hecho de que cada vez resulte ésta menos apoyada en datos y más y más en la deducción. Esta deducción es enteramente inconsciente, excepto en aquellos que se han entrenado a sí mismos en el escepticismo filosófico; pero no debemos suponer que una deducción inconsciente sea necesariamente válida. Los niños creen que hay otro niño al otro lado del espejo, y aunque no han llegado a esta conclusión por un proceso lógico, es, sin embargo, equivocada. Muchas de nuestras deducciones inconscientes, que son, en realidad, reflejos condicionados adquiridos en la primera infancia, resultan muy dudosas tan pronto como se someten a un escrutinio lógico. La física ha sido impulsada por sus propias necesidades a tomar en consideración algunos de estos prejuicios injustificables. El hombre corriente piensa que la materia es sólida; pero el físico piensa que es una onda de probabilidad, que ondula en la nada. Dicho brevemente: la materia en un lugar determinado es definida como la probabilidad de ver en ese lugar un fantasma. Por el momento, sin embargo, no me ocuparé de estas especulaciones metafísicas, sino sólo de los rasgos del método científico que han dado origen a ellas. Las limitaciones del método científico se han hecho mucho más palpables en años recientes que lo que hasta ahora lo habían sido. Se han hecho más evidentes en física, que es la más avanzada de las ciencias, y teniendo en cuenta que estas limitaciones habían tenido poco efecto en otras ciencias. Sin embargo, ya que el término teórico de toda ciencia es ser absorbida por la física, no es probable que nos extraviemos si aplicamos a la ciencia en general las dudas y dificultades que han resultado manifiestas en la esfera de la física.

Las limitaciones del método científico pueden ser clasificadas en tres grupos: 1) la duda respecto a la validez de la inducción; 2) la dificultad de sacar inferencias de lo que ha sido experimentado *a*. lo que no lo ha sido, y 3) aun admitiendo que pueda haber inferencia a lo que no ha sido experimentado, subsiste el hecho de que tal inferencia puede ser de un carácter extremadamente abstracto, y dé, por consiguiente, menos información de la que resulta cuando se emplea el lenguaje ordinario.

1) *Inducción*. — Todos los argumentos inductivos en último extremo se reducen en sí mismos a la forma siguiente: "Si esto es verdad, aquello es verdad; ahora bien, aquello es verdad, luego esto es verdad". Este argumento es, naturalmente, sofístico del todo. Suponed que yo dijese: "Si el pan es una piedra y las piedras son alimenticias, entonces el pan me alimentará; ahora bien, este pan me alimenta, por consiguiente es una piedra, y las piedras son alimenticias". Si yo defendiese argumento parecido, sería tomado por tonto, y, sin embargo, no sería fundamentalmente diferente de los argumentos en que se basan todas las leyes científicas. En ciencia, siempre argüimos que puesto que los hechos observados obedecen a ciertas leyes, otros hechos en la misma región obedecerán a las mismas leyes. Podemos verificar esto subsiguientemente en una región mayor o menor; pero su importancia práctica es siempre en aquellas regiones donde aun no ha sido verificado. Hemos comprobado las leyes de la estática, por ejemplo, en innumerables casos, y las utilizamos al construir un puente; respecto a éste, no son comprobadas hasta que vemos que el puente se sostiene; pero su importancia radica en

que nos capacitan para predecir de antemano que el puente se tendrá en pie. Es fácil ver por *qué pensamos* que el puente se tendrá erguido; se trata sencillamente de un ejemplo de los reflejos condicionados de Pavlov, que nos impulsan a esperar todas las combinaciones que hemos experimentado frecuentemente en el pasado. Pero si hay que cruzar un puente en un tren, no le consuela al viajero el saber por qué el ingeniero piensa que es un buen puente; lo importante es que *sea* un buen puente, y esto requiere que sea válida su inducción de las leyes de la estática en casos observados a las mismas leyes en casos no observados.

Ahora bien; desgraciadamente, nadie hasta ahora ha presentado ninguna buena razón para suponer que esta clase de inferencia sea buena. Hume, hace cerca de doscientos años, arrojó dudas sobre la inducción, como, en realidad, sobre muchas otras cosas. Los filósofos se indignaron e inventaron refutaciones contra Hume, que fueron aceptadas a causa de su extremada oscuridad. Durante mucho tiempo los filósofos procuraron ser ininteligibles, pues de otro modo todo el mundo se hubiera percatado de su fracaso al contestar a Hume. Es fácil inventar una metafísica que tenga como consecuencia hacer válida la inducción, y muchos hombres lo han hecho; pero no han presentado ninguna razón para creer en su metafísica, excepto que era agradable. La metafísica de Bergson, por ejemplo, es indudablemente agradable; como los *cocktails* nos permite ver el mundo en una unidad, sin distinciones bien marcadas, y todo ello con deleitosa vaguedad. Pero no tiene mejores títulos que los *cocktails* para ser incluida en la técnica de la persecución del conocimiento. Puede haber razones válidas para creer en la inducción, y, en realidad, nadie puede dudar de ello; pero hay que convenir que, en teoría, la inducción sigue siendo un problema de lógica no resuelto. Como esta duda, sin embargo, afecta prácticamente al conjunto de nuestro conocimiento, deberíamos prescindir de ella, y dar por sentado pragmáticamente que el procedimiento inductivo, con la adecuada cautela, es admisible.

2) *Inferencias de lo que no está experimentado.* — Como observábamos antes, lo que en realidad es experimentado es mucho menos de lo que podría suponerse naturalmente. Podéis decir, por ejemplo, que veis a un amigo, el señor Jones, paseando por la calle; pero no es lícito hacer esta afirmación así en absoluto. Lo que veis es una sucesión de imágenes coloreadas que se mueven sobre un fondo estacionario. Estas imágenes, por medio de los reflejos condicionados de Pavlov, traen a nuestro cerebro la palabra "Jones", y por eso decís que veis a Jones. Pero otras personas, mirando desde sus ventanillas con diferentes ángulos, verán algo diferente debido a las leyes de perspectiva; por consiguiente, si todos ven a Jones, debe haber tantos Jones diferentes como espectadores hay, y si hay un solo Jones verdadero, la vista del mismo no es permitida a nadie. Si aceptamos por un momento la verdad del hecho que nos proporciona la física, explicaremos lo que llamáis "ver a Jones", en los siguientes términos: Pequeños conglomerados de luz, llamados "*cuantos* (le luz", salen disparados del Sol, y algunos de ellos logran llegar a una región ("n donde existen átomos de un cierto género, que forman la cara, las manos y la vestimenta de Jones. Estos átomos no existen por sí mismos, sino que son sencillamente una manera compendiada de aludir a ocurrencias posibles. Algunos de los *cuantos* luminosos, cuando chocan con los átomos de Jones, trastornan su economía interna. Ello es causa de que resulte su piel tostada por el Sol y se produzcan vitaminas D. Otros son reflejados, y de éstos, algunos penetran por vuestros ojos. Allí causan una alteración complicada de los bastoncillos y los conos, que a su vez engendra una corriente a lo largo del nervio óptico. Cuando esta corriente alcanza el cerebro, produce un resultado. El resultado que produce es lo que llamáis "ver a Jones". Como es evidente por esta exposición, la conexión entre el "ver a Jones" y Jones es una conexión causal, remota e indirecta. El verdadero Jones, mientras tanto,

permanece envuelto en el misterio. Puede estar pensando en su comida o en cómo se le ha ido destrozando la ropa o en la sombrilla que ha perdido; estos pensamientos son Jones; pero no son lo que veis. Decir que veis a Jones no es más correcto que lo que sería la afirmación de que una pared de vuestro jardín os ha golpeado, porque habéis recibido el golpe de rebote de una pelota lanzada contra dicha pared. En el fondo, los dos casos se parecen mucho.

Por eso nunca vemos lo que pensamos que vemos. ¿Hay alguna razón para pensar que lo que pensamos que vemos existe, aunque no lo veamos? La ciencia siempre se ha enorgullecido de ser empírica y de creer únicamente lo que puede ser verificado. En este caso podéis comprobar en vosotros mismos esos sucesos que llamáis "ver a Jones", pero no podéis comprobar al propio Jones. Podéis oír sonidos que llamáis Jones, hablándole; podéis experimentar sensaciones de tacto que llamáis Jones, dándole golpes. Si Jones no ha tomado últimamente un baño, podéis también percibir sensaciones olfativas, cuyo origen atribuíis a Jones. Si habéis quedado impresionado por este argumento, podéis dirigirlos a él como si estuviera en el otro extremo de un teléfono y preguntar: "¿Está usted ahí?" Y oiréis subsiguientemente las palabras "Si, idiota, ¿no me está usted viendo?" Pero si tomáis esto como una evidencia de estar él allí, habéis equivocado la punta del argumento. La punta es que Jones es una hipótesis conveniente, por medio de la cual algunas de vuestras propias sensaciones pueden ser reunidas en un haz; pero lo que en realidad las hace aparecer juntas no es su común origen hipotético, sino ciertas semejanzas y afinidades causales que tienen unas con otras. Éstas subsisten, aunque su común origen sea imaginario. Si veis a un hombre en el cine, sabéis que no existe fuera de la pantalla, aunque suponéis que hubo un original que existió continuamente. Pero ¿por qué habéis de hacer esta suposición? ¿Porqué no ha de ser Jones como el hombre que veis en el cine? Puede ser que Jones se enoje con vosotros si le sugerís tal idea; pero será incapaz de refutarla, ya que no puede daros ninguna experiencia de lo que está haciendo cuando vosotros no lo experimentáis.

¿Hay algún medio de probar que existen sucesos distintos de aquellos que uno mismo experimenta? Esta es una cuestión de cierto interés emocional; pero el físico teórico de nuestros días la consideraría sin importancia. "Mis fórmulas diría se limitan a proporcionar leyes causales que conectan mis sensaciones. En la exposición de estas leyes causales puedo emplear entidades hipotéticas; pero la cuestión de si estas entidades son algo más que ¡hipotéticas, no viene a cuento, toda vez que cae fuera de la esfera de la posible verificación". En caso necesario, puede admitir que otros físicos existen, ¡ya que desea utilizar los resultados por ellos obtenidos, y habiendo admitido la los físicos, puede ser conducido por urbanidad y admitir también a estudiosos de otras ciencias. Puede, en efecto, formar un argumento por analogía, para demostrar que así como su cuerpo está ligado con sus pensamientos, así los cuerpos que se parecen al suyo están ligados probablemente con pensamientos. Cabe discutir la fuerza que haya en este argumento; pero aunque se admita, no nos permite concluir que el Sol y las estrellas existen o, en general, una materia inanimada. Estamos, en efecto, en una posición parecida a la de Berkeley, según el cual sólo existen los pensamientos. Berkeley salvó el universo y la permanencia de los cuerpos considerándolos como pensamientos de Dios, pero esto sólo fue la realización de un deseo, no un razonamiento lógico. Sin embargo, como Berkeley era obispo, e irlandés, no debemos ser muy severos con él. El hecho es que la ciencia camina cargada con gran cantidad de lo que Santayana llama "fe animal", que es, en realidad, el pensamiento dominado por el principio del reflejo condicionado. Esta fe animal es la que capacita a los físicos para creer en el mundo de la materia. Gradualmente se han ido haciendo traidores, como los hombres que al estudiar la historia de los reyes se hacen republicanos. Los físicos de nuestros días no creen ya en

la materia. Esto, en sí mismo, no sería, sin embargo, una gran pérdida, suponiendo que pudiésemos aún tener un mundo externo grande y variado; pero, desgraciadamente, no nos han proporcionado ninguna razón para creer en un mundo externo no material.

El problema no lo es esencialmente para el físico, sino para el lógico. Es en el fondo sencillo, a saber: ¿hay siempre circunstancias tales que nos permitan inferir de una serie de hechos conocidos, que algún otro hecho ha ocurrido, *está* ocurriendo u ocurrirá? O si no podemos hacer tal inferencia con certidumbre, ¿podemos siempre hacerla con algún grado alto de probabilidad o, *en* todo caso, con una probabilidad mayor que media? Si la respuesta a esta cuestión es afirmativa, es justificado creer en la ocurrencia de hechos que no hemos experimentado personalmente. Si la contestación es negativa, nunca puede estar justificada nuestra creencia. Los lógicos apenas han considerado (Hinca osta cuestión en su desnuda sencillez y no conozco ninguna respuesta clara a ella. Hasta que se presente una contestación, en un sentido o en otro, la cuestión queda en pie, y nuestra fe en el mundo externo debe ser meramente "fe animal".

3) *Lo abstracto de la física.* — Aun concediendo que el Sol, las estrellas y el mundo material, en general, no son una ficción de nuestra imaginación, o una serie de coeficientes convenientes en nuestras ecuaciones, lo que puede decirse sobre ellos es extraordinariamente abstracto, mucho más que lo que resulta del lenguaje empleado por los físicos cuando pretenden ser inteligibles. El espacio y el tiempo de que ellos se ocupan no es el espacio y el tiempo de nuestra experiencia. Las órbitas de los planetas no se parecen a las elipses gráficas que vemos dibujadas en las cartas del sistema solar, excepto en ciertas propiedades enteramente abstractas. Es posible que la relación de contigüidad que ocurre en nuestra experiencia pueda ser extendida a los cuerpos del mundo físico, pero otras relaciones conocidas en la experiencia no son conocidas en el mundo físico. Lo más que puede ser conocido, y eso sólo desde un punto de vista harto halagüeño, es que existen ciertas relaciones en el mundo físico que comparten ciertas características lógicamente abstractas con las relaciones que nosotros conocemos. Las características que comparten son aquellas que pueden ser expresadas matemáticamente, no aquellas que las distinguen imaginativamente de otras relaciones. Tomad, por ejemplo, lo que hay de común entre un disco de gramófono y la música que produce; las dos cosas comparten ciertas propiedades estructurales que pueden ser expresadas en términos abstractos; pero no comparten ninguna propiedad que sea perceptible por los sentidos. En virtud de su similaridad estructural, el uno puede producir la otra. Análogamente, un mundo físico que comparta la estructura de nuestro mundo sensible puede producirlo, aunque no se le parezca en nada más que en la estructura. Por eso, a lo mejor, sólo podemos conocer respecto al mundo físico propiedades como las que tienen en común el disco de gramófono y la música. El lenguaje ordinario es del todo inadmisibles para expresar lo que la física afirma realmente, ya que las palabras de uso corriente no son suficientemente abstractas. Sólo las matemáticas y la lógica matemática pueden decir algo de lo que el físico quiere decir. Tan pronto como traduce en palabras sus símbolos, dice inevitablemente algo demasiado concreto, y da a sus lectores la grata impresión de algo imaginable e inteligible, impresión que es mucho más agradable que lo que está tratando de comunicar.

Mucha gente tiene una aversión apasionada a la abstracción, principalmente, a mi juicio, por su dificultad intelectual, pero, como no quieren dar esta razón, inventan otras de todas clases que suenan majestuosamente. Dicen que toda realidad es concreta, y que al hacer abstracciones desatendemos lo esencial. Dicen que toda abstracción es falsificación, y que tan pronto como alguien ha desatendido algún aspecto de algo actual se ha expuesto al riesgo de errar al argüir sólo con los aspectos restantes. Los que argumentan de este modo están, en realidad, interesados en asuntos distintos de los que

interesan a la ciencia. Desde el punto de vista estético, por ejemplo, la abstracción es probablemente desconcertante. La música puede ser bonita, mientras el disco de gramófono es estéticamente nulo; desde el punto de vista de la visión imaginativa, tal como un poeta épico podría desearla al escribir la historia de la creación, el conocimiento abstracto proporcionado por la física no es satisfactorio. El poeta desea saber lo que Dios contempló cuando miró al mundo y vio que era bueno; no puede quedar satisfecho con fórmulas que dan las propiedades lógicamente abstractas de las relaciones entre las partes diferentes de lo que Dios vio. Pero el pensamiento científico es distinto de esto. Es esencialmente un pensamiento-poder; es esa clase de pensamiento, por decirlo así, cuyo propósito, consciente o inconsciente, es conferir poder a su poseedor. Ahora bien, el poder es un concepto causal, y para obtener poder sobre un material dado, sólo se necesita conocer las leyes causales a las que está sometido. Ésta es una materia esencialmente abstracta, y cuantos más detalles impertinentes podamos omitir de nuestra esfera, tanto más poderosos se harán nuestros pensamientos. Lo mismo puede decirse en la esfera económica. El agricultor que conoce todos los rincones de su granja tiene un conocimiento concreto del trigo y gana muy poco dinero; el ferrocarril transporta su trigo, lo percibe de una manera un poco más abstracta, y hace un, poco más de dinero; el abastecedor del mercado, que lo conoce tan sólo en el aspecto meramente abstracto, de algo que sube o baja de precio, está a su vez tan alejado de la realidad concreta como el físico, y de todos los ligados en la esfera económica es el que hace la mayor ganancia y tiene el mayor poder. Así sucede con la ciencia, aunque el poder que el hombre de ciencia busca es más remoto e impersonal que aquel que se busca en el mercado.

La extremada abstracción de la física moderna es difícil de entender; pero proporciona a los que pueden entenderla una visión del mundo en conjunto, un sentido de su estructura y mecanismo, como ningún aparato menos abstracto podría posiblemente proporcionar. El poder de usar de las abstracciones es la esencia del intelecto, y a cada aumento de abstracción, los triunfos intelectuales de la ciencia son acrecentados.

CAPITULO IV METAFÍSICA CIENTÍFICA

Es un hecho curioso que cuando justamente el hombre de la calle ha comenzado a creer del todo en la ciencia, el hombre de laboratorio ha comenzado a perder su fe en ella. Cuando yo era joven, la mayoría de los físicos no abrigaban la menor duda de que las leyes de la física nos proporcionan una información real sobre los movimientos de los cuerpos, y de que el mundo físico se compone realmente de las clases de entidades que aparecen en las ecuaciones de la física. Bien es verdad que los filósofos pusieron en duda esta opinión desde los tiempos de Berkeley; pero como su crítica no se aplicó nunca a ningún punto concreto en el campo de la ciencia, pudo ser ignorada por los científicos, y fue de hecho ignorada. Hoy día, el asunto es muy diferente: las ideas revolucionarias de la filosofía de la física han venido de los propios físicos y son el producto de experimentos cuidadosos. La nueva filosofía de la física es humilde y balbuciente, mientras que la antigua filosofía era orgullosa y dictatorial. Es natural, a mi modo de ver, que cada hombre procure llenar el vacío dejado por la desaparición de la creencia en las leyes físicas lo mejor que pueda, y que utilice para este propósito cualquier retazo de creencia infundada que antes no había tenido ocasión de extender. Cuando decayó la robustez de la fe católica, en tiempos del Renacimiento, tendió a ser reemplazada por la astrología y la nigromancia; y de análoga manera debemos esperar que el decaimiento de la fe científica conduzca a una recrudescencia de las supersticiones precientíficas.

Mientras no tratamos de inquirir muy de cerca lo que realmente pretende el hombre de ciencia, parece que trata de obsequiarnos con un edificio de conocimiento cada vez más imponente. Este es el caso especial de la astronomía. La Vía Láctea, como todo el mundo sabe, se compone de todas las estrellas de nuestra vecindad. La luz recorre 186.000 millas en un segundo; la distancia que recorre en un año se conoce con el nombre de año-luz; la distancia de la más cercana estrella es de unos tres años-luz; la de las más aléjales de la Vía Láctea es de unos mil años-luz. Los telescopios revelan muchos millares de sistemas de estrellas, análogos a la Vía Láctea, y además de éstos, un inmenso número de nebulosas. El universo resulta, pues, de un tamaño inmenso. Pero no se le supone infinito. Se supone, en cambio, que si se caminase suficientemente a lo largo de una línea recta, se volvería a la postre al punto de partida, como un barco que da la vuelta al mundo. Hay, sin embargo, alguna razón para pensar que el universo está continuamente creciendo, como una burbuja de jabón que se infla. Un astrónomo eminente, Arturo Haas, afirma que el universo, en una época no infinitamente remota, tenía un radio de 1.200 millones de años-luz; pero que este radio se duplica cada mil cuatrocientos millones de años, periodo de tiempo inferior a la edad de muchos minerales, para no hablar de los cálculos astronómicos de la edad del Sol (*Nature*, 7 de febrero, 1931). Esto es muy impresionante; pero los científicos no están de ningún modo persuadidos de que exista realidad objetiva alguna en las grandes cifras que manejan. No quiero decir con esto que no juzguen como verdaderas las leyes que enuncian; quiero dar a entender más bien que estas leyes son capaces de una interpretación que convierte los abismos del espacio astronómico en conceptos meramente auxiliares, que son útiles en los cálculos por medio de los cuales ligamos un suceso real con otro. Algunas veces parece como si los astrónomos considerasen que los únicos sucesos reales que han de llamar su atención fuesen las observaciones de los astrónomos.

El que desee saber cómo y por qué está decayendo la fe científica, no puede hacer nada mejor que leer las conferencias de Eddington tituladas *La Naturaleza del mundo físico*. Aprenderá que la física está dividida en tres secciones. La primera contiene todas las leyes de la física clásica, tales como la conservación de la energía y la ley de la gravitación. Todas éstas, según el profesor Eddington, se reducen sólo a convenciones para la medida; es verdad que las leyes establecidas son universales; pero también lo es la ley de que hay tres pies en una yarda, ley que, según él, es igualmente informativa en lo que concierne a la marcha de la naturaleza. La segunda sección de la física se refiere a los grandes conjuntos y a las leyes de probabilidad. Aquí no tratamos de probar que tal o cual hecho es imposible, sino sólo de que es enormemente improbable. La tercera sección de la física, que es la más moderna, es la teoría de los *cuantos*, y ésta es la más perturbadora de todas, ya que parece mostrar que quizás la ley de causalidad, en que la ciencia creía hasta ahora implícitamente, no puede ser aplicada a los hechos de los electrones individuales. Diré una cuantas palabras sobre cada una de estas tres materias, sucesivamente.

Comenzaré con la física clásica. La ley de Newton de la gravitación, como todo el mundo sabe, fue un poco modificada por Einstein, y la modificación ha sido comprobada experimentalmente. Pero si el punto de vista de Eddington es cierto, esta confirmación experimental no tiene la significación que se le atribuiría naturalmente. Después de tomar en consideración tres opiniones posibles sobre lo que la ley de gravitación afirma del movimiento de la Tierra alrededor del Sol, Eddington lanza una cuarta, según la cual "la Tierra marcha por donde quiere"; es decir, que la ley de gravitación no nos dice absolutamente nada de cómo se mueve la Tierra. Admite que esta opinión es paradójica, pero dice:

"La clave de la paradoja está en que nosotros mismos, nuestras convenciones, el género de cosa que atrae nuestro interés, están mucho más comprometidas de lo que creemos en cualquier informe que demos sobre la manera de comportarse los objetos del mundo físico. Y así, un objeto, que visto a través de nuestro marco de convenciones parece conducirse de una manera muy especial y notable, visto con arreglo a otra serie de convenciones, parecería que no hace nada para merecer un comentario particular."

Debo confesar que juzgo muy difícil esta opinión; el respeto a Eddington me impide decir que es falsa; pero hay varios puntos en su argumento con los que no puedo transigir. Es claro que todas las consecuencias prácticas que deducimos de la teoría abstracta, como, por ejemplo, que percibiremos la luz del día a ciertas horas y no a otras, caen fuera del plan de la física oficial, que nunca alcanza a nuestras sensaciones en modo alguno. No puedo menos de sospechar, sin embargo, que la física oficial es un poco demasiado oficial en la mano de Eddington y que no será imposible concederle un poco más de significación de la que tiene en su interpretación. Sea lo que fuere, es un signo importante de los tiempos que uno de los principales representantes de la teoría científica lance una opinión tan modesta.

Vengamos ahora a la parte estadística de la física que se refiere al estudio de los grandes agregados. Estos se comportan casi exactamente como se suponía que lo hacían antes de que se inventase la teoría de los *cuantos*, por lo cual, respecto a ellos, la antigua física se aproxima mucho a la verdad. Hay, sin embargo, una ley de extremada importancia que es sólo estadística; ésta es la segunda ley de la termodinámica. Afirma, hablando *grosso modo* que el mundo se hace cada vez más desordenado. Eddington pone como ejemplo lo que ocurre cuando se baraja un paquete de cartas. El paquete de cartas viene de la fábrica con ellas dispuestas en el orden adecuado; después de haberlas barajado, han perdido su orden y es sumamente improbable que lo vuelvan a alcanzar, por mucho que se barajen. Este detalle es el que hace la diferencia entre el pasado y el futuro. En el resto de la teoría física se estudian procesos que son reversibles; esto es, que allí donde las leyes de la física demuestran que es posible para un sistema material pasar de un estado A en cierta época al estado B en otra, la transición opuesta será posible igualmente conforme a esas mismas leyes. Pero cuando actúa la segunda ley de la termodinámica, no sucede así. El profesor Eddington enuncia la ley del siguiente modo: "Cuando acontece algo que luego no puede ya ser deshecho, el caso se reduce a la introducción de un elemento de azar, análogo al introducido por el barajado de las cartas". Esta ley, contrariamente a la mayoría de las leyes de la física, se ocupa sólo de probabilidades. Volviendo al ejemplo de antes: es posible que si se baraja durante tiempo suficiente el paquete de cartas, éstas se coloquen por casualidad en el orden primitivo. Esto es muy improbable, pero es mucho menos improbable que la colocación ordenada por casualidad de muchos millones de moléculas. El profesor Eddington da el siguiente ejemplo: Suponed dividida una vasija en dos partes iguales por un tabique, y que en una de las partes haya aire, mientras en la otra está hecho el vacío; si se abre una compuerta en el tabique, el aire se extiende por igual por toda la vasija. Pudiera suceder, por casualidad, que, en lo futuro, las moléculas del aire, en la marcha de sus movimientos azarosos, se encontrasen de nuevo en las partes de la vasija en que estaban originariamente. Esto no es imposible; es sólo improbable, pero *muy* improbable. "Si dejo vagar al azar mis dedos por el teclado de una máquina de escribir, *pudiera* suceder que los tipos escribiesen una sentencia inteligible. Si un ejército de monos estuviese jugueteando con teclados de máquinas de escribir, *podrían* escribir todos los libros del Museo Británico. La probabilidad de que lo hagan así es decididamente más favorable que la probabilidad de que las moléculas vuelvan a una de las mitades de la vasija."

Hay un inmenso número de casos del mismo género. Por ejemplo, si se deja caer una

gota de tinta en un vaso de agua clara, la tinta se difundirá gradualmente por toda la masa de agua. Pudiera suceder por casualidad que, a la larga, la tinta difundida se concentrara de nuevo en una gota: pero si esto sucediera, lo consideraríamos como un milagro. Cuando un cuerpo caliente y un cuerpo frío se ponen en contacto, todos sabemos que el cuerpo caliente se enfría y el frío se calienta hasta que los dos alcanzan la misma temperatura; pero esto es también una ley de probabilidad. Podría ocurrir que una cacerola llena de agua puesta al fuego se helase en vez de hervir, pues no está demostrado por ninguna de las leyes de la física que el hecho sea imposible: sólo la segunda ley de la termodinámica demuestra que es altamente improbable. Esta ley afirma, hablando en términos generales, que el universo tiende hacia el caos y la uniformidad térmica, y que cuando ha alcanzado este estado, es incapaz de hacer nada más. Parece que el mundo ha sido creado en una fecha remota, aunque no infinita; pero desde el momento de la creación se le ha ido gastando la cuerda sin cesar, y llegará a pararse finalmente para todos los fines prácticos, a no ser que se le dé cuerda de nuevo. Al profesor Eddington, por alguna razón, no le gusta la idea de que se le dé cuerda de nuevo, y prefiere pensar que el drama del mundo debe representarse una sola vez, a pesar del hecho de que deba concluir en iones de aburrimiento, durante cuya aparición todo el auditorio se quede dormido gradualmente.

La teoría de los *cuantos*, que se ocupa de los átomos individuales y de los electrones, está aún en un estado de rápido desarrollo y, probablemente, aun alejada de su forma final. En manos de Heisenberg, Schrodinger y compañía, se ha hecho más perturbadora y revolucionaria que lo fue nunca la teoría de la relatividad. El profesor Eddington expone su desarrollo reciente de una manera que está al alcance del lector no matemático y, por cierto, con gran maestría. Es profundamente perturbadora para los prejuicios que han gobernado la física desde el tiempo de Newton. Lo más doloroso, desde este punto de vista, es, como ya dijimos antes, que arroja dudas sobre la universalidad de la causalidad; la opinión actual es la de que quizás los átomos tengan una cierta cantidad de libre voluntad, de suerte que su conducta, aun en teoría, no está enteramente sometida a la ley. Además, algunas cosas que creemos determinadas, por lo menos en teoría, han cesado del todo de serlo. Existe lo que se llama el *principio de indeterminación*, que dice que "una partícula puede tener posición o puede tener velocidad, pero no puede, en un sentido exacto, tener ambas"; esto es, que si usted sabe dónde se encuentra, no puede decir la velocidad con que se mueve, y si usted sabe la velocidad con que se mueve, no puede decir dónde se encuentra. Esto es contrario a la física tradicional, en que son fundamentales la posición y la velocidad. Sólo se puede ver un electrón cuando emite luz, y sólo emite luz cuando salta, de modo que para ver dónde está es preciso verlo desplazándose. Este hecho es interpretado por algunos escritores como la bancarrota del determinismo físico; y es utilizado por Eddington en sus últimos capítulos para rehabilitar el libre albedrío.

El profesor Eddington procede a fundamentar conclusiones optimistas y agradables en la ignorancia científica que ha expuesto en páginas anteriores. Este optimismo está basado en el principio, consagrado por el tiempo, de que todo lo que no pueda ser demostrado como falso debe ser supuesto verdadero, principio a todas luces erróneo. Si rechazamos este principio, es difícil de ver qué fundamento proporciona para la alegría la física moderna. Ésta nos dice que el mundo se está acabando, y aunque Eddington tenga razón, no nos dice prácticamente nada más.

Como el propio sir Arturo Eddington ha señalado, hay en conjunto, a pesar de la evolución que está introduciendo una organización creciente en un pequeño rincón del universo, una pérdida general de organización, que absorberá finalmente la organización debida a la evolución. Al final, dice, todo el universo alcanzará el estado de

desorganización completa, que será el fin del mundo. En esta etapa, el universo consistirá en una masa uniforme a una temperatura uniforme. Nada más sucederá, sino que el universo se hinchará gradualmente. Habla muy en favor de la alegría congénita de sir Eddington el hecho de que encuentre en esta perspectiva una base para el optimismo.

Desde un punto de vista pragmático o político, la cosa más importante respecto a dicha teoría de física es que, si se extiende, destruirá aquella fe en la ciencia, que ha sido el único credo constructivo de los tiempos modernos, y el origen prácticamente de todos los cambios para lo bueno y para lo malo. Los siglos XVIII y XIX tuvieron una filosofía de la ley natural, basada en Newton. Se suponía que la ley implicaba un legislador, aunque a medida que el tiempo avanzaba, esta suposición iba siendo menos subrayada. En todo caso, el universo estaba ordenado y podían pronosticarse sus fenómenos. Al averiguar las leyes de la naturaleza, podíamos esperar manipular la naturaleza, y así la ciencia se hizo el origen del poder. Ésta es aún la perspectiva de la mayoría de los hombres prácticamente activos; pero no es por más tiempo la de algunos hombres de ciencia. El mundo, según ellos, es un asunto más confuso de lo que se había pensado. Y saben mucho menos de él de lo que sus predecesores de los siglos XVIII y XIX creían saber. Quizás el escepticismo científico, del que Eddington es un representante, conduzca, al final, al colapso de la era científica, como el escepticismo teológico del Renacimiento ha conducido gradualmente al colapso de la era teológica. Yo supongo que las máquinas sobrevivirán al colapso de la ciencia, así como los párrocos han sobrevivido al colapso de la teología; pero en uno y en otro caso dejarán de ser vistos con reverencia y temor.

¿Cómo, en estas circunstancias, ha de contribuir la ciencia a la metafísica? Los filósofos académicos han creído, desde la época de Parménides, que el mundo es una unidad. Esta opinión ha sido tomada de ellos por los clérigos y los periodistas, y su aceptación ha sido considerada como la piedra de toque de la sabiduría. La más fundamental de mis creencias es que esto es inadmisibile. Creo que el universo es un enjambre de puntos y saltos, sin unidad, sin continuidad, sin coherencia ni orden, ni ninguna de las otras propiedades que las institutrices aman. En realidad, a la opinión de que no hay mundo, sólo se opone el prejuicio y la costumbre. Los físicos han propuesto recientemente opiniones que les hubieran conducido a estar conformes con las anteriores observaciones; pero se han apenado tanto de las conclusiones a que la lógica les hubiera conducido, que han abandonado en montón la lógica por la teología.

Cada día un nuevo físico publica un nuevo volumen piadoso para ocultar a los demás y a sí mismo el hecho de que en su capacidad científica ha sumergido al mundo en algo sin razón y sin realidad. Pongamos un ejemplo: ¿Qué debemos pensar del Sol? Acostumbraba ser la lámpara gloriosa del cielo, un dios de cabellera dorada, un ser adorado por los partidarios de Zoroastro, los Aztecas y los Incas. Hay alguna razón para creer que las doctrinas de Zoroastro inspiraron la cosmogonía heliocéntrica de Képler. Pero ahora el Sol no es sino ondas de probabilidad. Si se pregunta qué es lo que es probable, o en qué océano se desplazan las ondas, el físico, por ejemplo Mad Hatter, replica: "Hemos hablado bastante de esto: cambiemos de tema". Si, a pesar de ello, se insiste cerca de él, dirá que las ondas figuran en sus fórmulas y que las fórmulas están en su cabeza; de lo cual se debe inferir, sin embargo, que las ondas estén en su cabeza. Hablando ahora en serio: ese orden que nos parece percibir en el mundo exterior, sostienen muchos que es debido a nuestra pasión por empequeñecer las cosas, y afirman que es muy dudoso que existan hechos tales como las leyes de la naturaleza. Es una muestra curiosa de los tiempos que los apologistas religiosos acojan bien esta opinión. En el siglo XVIII acogieron bien el reino de la ley, porque pensaban que las leyes

implican un legislador; pero los apologistas de hoy día parecen ser de opinión de que un mundo creado por una deidad debe ser irracional, por la razón, al parecer, de que ellos mismos han sido hechos a la imagen de Dios.¹⁵ La reconciliación de la ciencia con la religión, que los profesores proclaman y los obispos aclaman, se apoya, en efecto, aunque subconscientemente, en razones de otra especie distinta, y podría ser expuesta en el siguiente silogismo práctico: la ciencia depende de fundaciones, y las fundaciones están amenazadas por el bolchevismo; por consecuencia, la ciencia está amenazada por el bolchevismo; pero la religión está también amenazada por el bolchevismo; por lo tanto, la religión, y la ciencia son aliadas. Se deduce, por consiguiente, que si se persigue la ciencia con profundidad suficiente, revela la existencia de Dios. Una cosa tan lógica como ésta no entra, sin embargo, en el magín de los piadosos profesores.

Es cosa singular que en el mismo momento en que la física, que es la ciencia fundamental, está minando toda la estructura de la razón aplicada y presentándonos un mundo de sueños reales y fantásticos, en vez del orden y solidez newtonianos, la ciencia aplicada se está haciendo particularmente útil y más capaz que nunca de dar resultados de valor para la vida humana. Aquí hay una paradoja cuya solución intelectual se encontrará, posiblemente, en tiempo venidero; aunque también puede ser que no exista solución. El hecho es que la ciencia representa dos papeles muy distintos: por un lado, como metafísica, y por otro, como sentido común educado. Como metafísica ha sido minada por su propio éxito. La técnica matemática es ahora tan poderosa, que puede encontrar una fórmula para el mundo más errático. Platón y sir James Jeans piensan que, puesto que la geometría se aplica al mundo. Dios debe haber hecho al mundo según un patrón geométrico; pero el lógico matemático sospecha que Dios no podía haber hecho un mundo, conteniendo muchas cosas, sin exponerlo a la habilidad del geómetra. En verdad, el aplicar la geometría al mundo físico ha dejado de ser un hecho respecto a ese mundo, y se ha convertido sólo en un tributo a la maestría del geómetra. La única cosa que el geómetra necesita es multiplicidad; en cambio, la única cosa que el teólogo necesita es unidad. En la ciencia moderna, considerada como metafísica, no veo prueba de la unidad, por vaga y tenue que ésta sea. Pero la ciencia moderna, considerada como sentido común, permanece triunfante, más triunfante que nunca.

En vista de este estado de cosas, es necesario hacer una distinción bien señalada entre las creencias metafísicas y las creencias prácticas, por lo que toca a la conducta de la vida. En metafísica, mi credo es corto y sencillo. Pienso que el mundo externo puede ser una ilusión; pero, si existe, se compone de acontecimientos cortos, pequeños y casuales. El orden, la unidad y la continuidad son invenciones humanas, como lo son los catálogos y enciclopedias. Pero las invenciones humanas pueden, dentro de ciertos límites, hacerse válidas en nuestro mundo humano, y en la conducta de nuestra vida diaria podemos olvidar con ventaja el reino del caos por el que estamos quizás rodeados.

Las últimas dudas metafísicas que acabamos de considerar no tienen relación con los usos prácticos de la ciencia. Si un mendeliano desarrolla una variedad de trigo que sea inmune para las enfermedades que destruyen las antiguas variedades; si un fisiólogo hace un descubrimiento sobre vitaminas; si un químico hace un descubrimiento sobre la producción científica de los nitratos, la importancia y utilidad de su obra es enteramente

¹⁵ Esta opinión moderna no es, en modo alguno, universal, aun entre los físicos. Millikan, por ejemplo, hablando de la obra de Galileo, dice: "A través de ella, el género humano comenzó a conocer un Dios no de capricho y fantasía, como eran todos los dioses del mundo antiguo, sino un Dios que actúa con leyes". (Science and Religion, 1929, página 39.) La mayoría de los físicos modernos, sin embargo, muestra preferencia por el capricho y la fantasía.

independiente de la cuestión de saber si un átomo consiste en un sistema solar en miniatura, o en una onda de probabilidad, o en un rectángulo infinito de números enteros. Cuando hablo de la importancia del método científico, en relación a la conducta de la vida humana, me refiero al método científico en sus formas mundanas. No por-eso tengo en menos la ciencia como metafísica, ya que el valor de ésta, en este aspecto, pertenece a otra esfera. Pertenece a la esfera de la religión, del arte y del amor; a la de persecución de la visión beatífica; a la de la locura de Prometeo, que hace esforzarse a los más grandes hombres en llegar a ser dioses. Quizás el último valor de la vida humana se encuentre en esta locura a lo Prometeo; pero es un valor religioso y no político, ni aun moral.

Es este aspecto *quasi* religioso del valor de la ciencia el que parece estar sucumbiendo a los asaltos del escepticismo. Hasta hace poco, los hombres de ciencia se han sentido a sí mismos como grandes sacerdotes de un culto noble, a saber: del culto de la verdad. No de la verdad como la entienden las sectas religiosas; esto es, como el campo de batalla de una colección de dogmáticos, sino la verdad como una indagación, como una visión que aparece tenuemente y desvaneciéndose de nuevo, como el Sol ansiado, para satisfacer el fuego heracliteano en el alma. Concebida así la ciencia, los hombres de ciencia se prestaron voluntarios a sufrir privaciones y persecuciones y a ser execrados como enemigos de los credos establecidos. Todo esto está desvaneciéndose en el pasado; el hombre de ciencia moderno sabe que es respetado y siente que no merece tanto respeto. Se aproxima apologeticamente al orden establecido. "Mis predecesores, dice, en efecto, pueden haber afirmado cosas desagradables de usted, porque eran arrogantes e imaginaban que poseían algún conocimiento. Yo soy más humilde, y no proclamo saber nada que pueda controvertir vuestros dogmas. En cambio, el orden establecido hace caer con profusión encomiendas y fortunas sobre los hombres de ciencia, que se convierten más y más en sostenes de la injusticia y del oscurantismo sobre el que está basado nuestro sistema social. En las ciencias más recientes, como la sicología, esto no ha sucedido aún; en ellas subsiste todavía el antiguo ardor y continúan las viejas persecuciones. Homer Lane, por ejemplo, que era a la vez un sabio y un santo, fue deportado por la policía británica como un "extranjero indeseable". Pero estas ciencias más recientes no han sido aún alcanzadas por el aliento frío del escepticismo, que ha destruido la vida de la física y de la astronomía.

La perturbación es de orden intelectual, y su solución, si existe alguna, debe buscarse en la lógica. Por mi parte, no tengo solución que ofrecer. Nuestra edad se caracteriza por sustituir de un modo creciente a los antiguos ideales el poder; y esto sucede en la ciencia como en cualquiera otra parte, Mientras la ciencia como persecución del poder triunfa cada vez más, la ciencia como persecución de la verdad está siendo matada por el escepticismo que la habilidad del hombre de ciencia ha engendrado. Esto es una desgracia, sin duda. Pero no puedo admitir que la sustitución de la superstición al escepticismo, defendida por muchos de nuestros principales hombres de ciencia, sea un perfeccionamiento. El escepticismo puede ser doloroso y puede ser estéril, pero es, por lo menos, honrado y lo engendra la busca de la verdad. Quizá sea una fase transitoria; pero no es posible, realmente, escapar a ella retornando a las descartadas creencias de una edad más estúpida.

CAPITULO V TÉCNICA EN LA NATURALEZA INANIMADA

Los mayores triunfos de la ciencia aplicada han sido realizados en la física y la química. Cuando la gente piensa en la técnica científica, piensa primeramente en las máquinas. Parece probable que en un futuro próximo la ciencia conseguirá iguales triunfos en las

ramas biológicas y fisiológicas, y adquirirá últimamente poder suficiente para cambiar las mentes de los hombres, del mismo modo que tiene poder para conocer nuestro medio ambiente inanimado. En este capítulo, sin embargo, no me ocuparé de las aplicaciones biológicas de la ciencia, sino del tema más familiar y trillado de sus aplicaciones en el reino de la maquinaria.

La mayoría de las máquinas, en el sentido más limitado de la palabra, no presuponen nada que merezca ser llamado ciencia. Las máquinas fueron, en su origen, un medio de conseguir que la materia prima inanimada pasase a través de una serie de movimientos regulares que hasta entonces habían sido ejecutados por los cuerpos, y especialmente por los dedos de los seres humanos. Este es el caso manifiesto en los hilados y tejidos. No implicó tampoco mucha ciencia la invención del ferrocarril o los primeros pasos de la navegación de vapor. Los hombres utilizaron en estos casos fuerzas que no estaban recónditas en modo alguno, y que, aunque asombraron, no debieron haber sorprendido tanto. El asunto varía cuando se pasa a la electricidad. Un electricista práctico tiene que desarrollar un nuevo tipo de sentido común, del que está del todo desprovisto un hombre ignorante de la electricidad. Este nuevo tipo de-sentido común consiste solamente en el conocimiento, descubierto por medio de la ciencia. Un hombre cuyos días hayan transcurrido en una existencia rural sencilla, conoce lo que un toro salvaje es capaz de hacer; pero, por muy viejo y sagaz que sea, no sabrá lo que es capaz de hacer una corriente eléctrica.

Uno de los fines de la técnica industrial ha sido siempre el sustituir la potencia de los músculos humanos por otras formas de potencia. Los animales dependen exclusivamente de sus propios músculos para lograr la satisfacción de sus necesidades, y es de suponer que el hombre primitivo compartía esta sujeción. Gradualmente, a medida que los hombres adquirían más conocimiento, se capacitaban para dominar fuentes de energía que les permitían hacer lo necesario sin fatigar sus propios músculos. Algún genio, en fecha remota olvidada, inventó la rueda, y otro genio indujo al buey y al caballo a dar vueltas a la rueda. Debe haber sido una tarea mucho más difícil domesticar al buey y al caballo que domar la electricidad; pero la dificultad fue entonces de paciencia, y no de inteligencia. La electricidad, como un geniecillo de *Las mil y una noches*, es un servidor siempre dispuesto para cualquiera que conozca la fórmula apropiada. El descubrimiento de la fórmula es difícil, pero lo restante es fácil. En el caso del caballo no se necesitaba ser muy listo para comprender que sus músculos podían rendir un trabajo superior al que los músculos humanos habían rendido hasta entonces. Pero debió transcurrir mucho tiempo antes que el buey y el caballo se sometiesen a la voluntad de los hombres que los adiestraban. Hay quienes afirman que fueron domesticados por ser objetos de adoración, y que la utilización práctica de estos animales tuvo lugar posteriormente, después que los sacerdotes los hubieron dominado completamente. Esta teoría puede tener un fondo de verdad, ya que todos los grandes avances han partido de un principio de motivos desinteresados. Los descubrimientos científicos han sido hechos por sí y no para su utilización, y una raza de hombres sin amor, desinteresada del saber, nunca hubiera realizado nuestra actual técnica científica. Tomemos como ejemplo la teoría de las ondas electromagnéticas, de la que depende el empleo de la telegrafía sin hilos. El conocimiento científico en esta materia comienza con Faraday, que fue el primero que investigó experimentalmente la conexión de los fenómenos eléctricos con el medio en que se producen. Faraday no era matemático; pero sus resultados fueron reducidos a formas matemáticas por Clerk-Maxwell, quien descubrió por medios de índole puramente teórica que la luz consiste en ondas electromagnéticas. El siguiente avance fue debido a Hertz, que fue el primero que logró producir artificialmente las ondas electromagnéticas. Lo que faltaba por hacer era

sencillamente el invento de un aparato con el cual se lograra producir dichas ondas con un fin comercial. Este paso, como todo el mundo sabe, fue dado por Marconi. Faraday, Maxwell y Hertz, por lo que hasta ahora se ha podido colegir, no pensaron ni por un momento en la posibilidad de una aplicación práctica de sus investigaciones. En realidad, hasta que las investigaciones estuvieron casi ultimadas fue imposible prever los usos prácticos que iban a derivarse de ellas.

Aun en los casos en que la finalidad fue práctica desde un principio, la solución de un problema ha sido a menudo el resultado de la solución de otro, con el que no tenía conexión aparente. Tomemos, por ejemplo, el problema: del vuelo. Éste ha ejercido en toda época una atracción notable sobre la imaginación de los hombres. Leonardo da Vinci le dedicó mucho más tiempo del que dedicó a la pintura. Pero los hombres erraron el camino hasta nuestros días, por la idea de que debían encontrar un mecanismo análogo al de las alas de los pájaros. Fue únicamente el descubrimiento del motor a petróleo y su desarrollo en los automóviles lo que condujo a la solución del problema del vuelo; y en los primeros tiempos del motor a petróleo no se le ocurrió a nadie que fuese capaz de esta aplicación.

Uno de los problemas más difíciles de la técnica moderna es el de los materiales primeros. La industria utiliza, en proporción constantemente creciente, sustancias que han sido almacenadas a través de las edades geológicas en la corteza terrestre, y que no son reemplazadas hasta ahora por otras sustancias similares. Uno de los ejemplos más salientes es el del petróleo. La cantidad de petróleo en el mundo es limitada, y su consumo crece sin cesar. No tardará mucho en llegar el momento en que la cantidad mundial esté prácticamente agotada; a no ser que las guerras que estallen por su posesión sean lo suficientemente destructivas para reducir el nivel de la civilización a un punto en que el petróleo no sea necesario por más tiempo. Debemos suponer que si nuestra civilización no sufre un cataclismo, se descubrirá algún sustituto del petróleo cuando éste resulte cada vez más caro por su escasez. Pero como enseña este ejemplo, la técnica industrial nunca puede hacerse estática y tradicional, como en tiempos antiguos lo fue la agricultura. Será perpetuamente necesario inventar nuevos procesos y encontrar nuevas fuentes de energía a causa de la extraordinaria rapidez con que consumimos nuestro capital terrestre. Existen, en realidad, algunos manantiales de energía prácticamente inagotables, especialmente el viento y el agua; la última, sin embargo, aun cuando se aprovechara íntegramente, sería muy poco adecuada para las necesidades del mundo. La utilización del viento, debido a su irregularidad, requeriría grandes acumuladores más libres de escapes que ninguno de los hasta ahora fabricados.

La dependencia de los productos naturales que hemos heredado de una edad más sencilla, es probable que vaya a menos con el progreso de la química. Es posible que en un futuro muy próximo el caucho sintético reemplace al caucho natural, como la seda artificial está ya reemplazando a la seda natural. Las maderas artificiales pueden ya fabricarse, aunque todavía no son una realidad comercial. Pero el agotamiento de los bosques del mundo, que es inminente debido al aumento de periódicos, hará pronto necesario el empleo de materiales que no sean la pulpa de madera para la producción de papel, a no ser que la costumbre de escuchar las noticias por la radio conduzca a los hombres a abandonar la palabra escrita como vehículo de sus sensaciones diarias.

Una de las posibilidades científicas del futuro, que puede tener una gran importancia, es el dominio del clima por medios artificiales. Hay personas que aseveran que si se construyese una escollera de unas veinte millas de largo en un punto adecuado de la costa oriental de Canadá, se transformaría completamente el clima de Canadá en la parte del sudeste y de Nueva Inglaterra, ya que dicha escollera sería causa de que la corriente fría que ahora corre a lo largo de esas costas se hundiese en el fondo del mar, quedando

la superficie en condiciones de ser invadida por el agua caliente procedente del sur. No defiendo la verdad de esta idea; pero la indico para ilustrar posibilidades que pueden ser realizadas en lo futuro. Tomemos otro ejemplo: la mayor parte de la superficie terrestre entre las latitudes 30° y 40° se ha ido gradualmente secando y sostiene al presente, en muchas regiones, una población mucho menor que hace dos mil años. En California del sur, los riegos han transformado el desierto en una de las regiones más fértiles del globo. No se conocen medios para regar el Sahara y el desierto de Gobi; pero quizás el problema de hacer fértiles estas regiones estará algún día dentro de los recursos de la ciencia.

La técnica moderna ha dado al hombre un sentido de poder que está modificando rápidamente toda su mentalidad. Hasta tiempos recientes, el medio ambiente físico era algo que tenía que ser aceptado para sacar de él el mayor partido posible. Si las lluvias eran insuficientes para sostener la vida, la única alternativa era la muerte o la emigración. Los que eran fuertes adoptaban este último partido, y los que eran débiles, el primero. Para el hombre moderno su medio ambiente es simplemente una primera materia, una oportunidad para manipular. Puede ser que Dios haya hecho el mundo; pero esto no es una razón para que nosotros no tomemos posesión de él. Esta actitud, más que ningún argumento intelectual, resulta ser enemiga de la tradición religiosa. La tradición religiosa sostenía la idea de la dependencia del hombre respecto de Dios. Esta idea, aunque se la reconozca nominalmente, no ocupa el mismo lugar predominante en la imaginación del industrial, científico moderno que tenía en el primitivo labrador o pescador, para quienes las inundaciones o las tempestades significaban la muerte. A la mente típica moderna nada le interesa por sí, sino por lo que puede hacerse con el objeto considerado. Las características importantes de las cosas, desde este punto de vista, no son sus cualidades intrínsecas, sino sus usos. Todo es un instrumento. Si se pregunta lo que es un instrumento, la respuesta será que es un instrumento para la fabricación de instrumentos, que a su vez harán instrumentos aun más poderosos, y así sucesivamente hasta el infinito. En términos psicológicos, significa esto que el amor del poder ha desplazado a todos los demás impulsos que completaban la vida humana. El amor, el placer y la • belleza tienen menos importancia para el industrial moderno que para los príncipes magnates de tiempos pasados. La manipulación y la explotación son las pasiones dominantes del industrial científico típico. El hombre corriente puede no compartir esta rigurosa concentración, pero por esa misma razón fracasa para conseguir arraigo en las fuentes del poder y deja el gobierno práctico del mundo a los fanáticos del mecanismo. El poder de producir cambios en el mundo, que es inherente a los directores de grandes negocios en los tiempos actuales, excede con mucho al poder que poseyeron "nunca individuos de otras épocas. No podrán ordenar cortes de cabezas como Nerón o Gengis Khan, pero pueden decretar quién debe morir o quién debe hacerse rico, pueden alterar el curso de los ríos y disponer la caída de los gobiernos. Toda la historia demuestra que el gran poder embriaga. Afortunadamente, los modernos poseedores del poder no se han percatado bien de lo mucho que podrían hacer si se decidiesen. Pero cuando este conocimiento comience a iluminarles, cabe esperar una nueva era de la tiranía humana.

CAPITULO VI TÉCNICA EN BIOLOGÍA

La técnica científica ha sido aplicada por los seres humanos para satisfacer un número de deseos diversos. Primero fue aplicada principalmente a la producción de vestidos y al transporte de géneros y de seres humanos. Con el telégrafo adquirió funciones importantes en la rápida trasmisión de mensajes, haciendo posibles el periódico

moderno y la centralización del gobierno. Una gran cantidad de inteligencia científica de primer orden se ha aplicado al incremento de diversiones triviales. La más fundamental de todas las necesidades humanas, el alimento, no fue al principio muy influido por la revolución industrial; la apertura al comercio de la América occidental por medio del ferrocarril fue el primer gran cambio, respecto al alimento, causado por la técnica científica. Desde aquella época, Canadá, Argentina y la India se han hecho productores importantes de grano para las comarcas europeas. La movilidad de los cereales, que debemos a los ferrocarriles y a los vapores, ha alejado la amenaza de hambre que se cernía sobre las comarcas medievales, y que ha afligido, aun en recientes años, a países como Rusia y China. Este cambio, sin embargo, a pesar de su importancia, no ha sido debido a la aplicación de la ciencia a la agricultura.' En tiempos recientes, la ciencia biológica ha adquirido una importancia cada vez mayor en relación con el suministro de alimentos. Los economistas acostumbraban a enseñar que la técnica moderna podía sólo abaratar los artículos manufacturados, pero que los alimentos habían de aumentar rápidamente de precio con el incremento de población. Hasta hace poco no apareció corno probable que una revolución en la producción de alimentos, tan importante como la revolución en la producción de géneros manufacturados, podía originarse con la aplicación de la ciencia. Hoy día, sin embargo, esto no se tiene por muy improbable.

No ha habido con respecto a la agricultura ninguna invención resonante y revolucionaria, análoga a la introducción del vapor. Pero diferentes líneas de investigación han contribuido algo a un resultado que, en conjunto, promete ser muy fecundo.

Consideremos, por ejemplo, la cuestión del nitrógeno en agricultura. Todo el mundo sabe que todos los cuerpos vivientes, animales y plantas, contienen una cierta proporción de nitrógeno. Los animales obtienen el nitrógeno comiendo plantas u otros animales. ¿Cómo obtienen las plantas el nitrógeno? Esto fue durante mucho tiempo un misterio; parecía natural suponer que lo obtuvieran del aire (en especial, de las pequeñas cantidades de amoníaco que contiene), pero los experimentos demostraron que éste no era el caso. Una vez llegado a esta conclusión, quedaba por descubrir cómo las plantas obtenían el nitrógeno del suelo. Este problema fue estudiado por dos hombres, Lawes y Gilbert, que durante un periodo de sesenta años realizaron una serie de experimentos en Rothamsted, cerca de Harpenden. Encontraron que la gran mayoría de las plantas no posee el poder de fijar el nitrógeno.

En el año 1886, sin embargo, Hellriegel y Wilfrath descubrieron que el trébol y otras plantas leguminosas representan un papel importante en la fijación del nitrógeno. Esto era debido a nódulos en sus raíces, o más bien, no a los nódulos mismos, sino a ciertas especies de bacterias que vivían en los nódulos. Si las bacterias estaban ausentes, estas plantas no se comportaban mejor que otras en la fijación del nitrógeno; por consiguiente, las bacterias son los agentes esenciales.

Puede decirse, en general, que de las bacterias, unas, como se ha comprobado hasta hoy, tienen el poder de transformar el amoníaco en nitratos, y otras, de utilizar el nitrógeno atmosférico. El amoníaco se compone de nitrógeno e hidrógeno, mientras los nitratos consisten en nitrógeno y oxígeno. Ciertas bacterias, en la tierra, poseen el poder de dejar libre el hidrógeno del amoníaco y reemplazarlo por oxígeno. Los nitratos que así se engendran son capaces de alimentar a las plantas ordinarias. En parte por este mecanismo y en parte por medio de las bacterias que utilizan el nitrógeno atmosférico, es como el nitrógeno pasa del mundo inanimado al ciclo de la vida .¹⁶

¹⁶ *The Materials of Life*, por T.R. Parson, 1930, página 263

Hasta la explotación de los nitratos de Chile, éste fue el único procedimiento por el que los nitratos requeridos para sostener la vida se producían. Los nitratos que se utilizaban como abono tenían todos un origen orgánico. Los nitratos encontrados en Chile y otras comarcas son limitados en cantidad, y si la agricultura tuviese que depender sólo de ellos, se encontraría pronto ante una crisis al agotarse aquellos. Hoy día, sin embargo, los nitratos se fabrican artificialmente con el nitrógeno del aire, fuente que es, para todos los usos prácticos, inagotable. La cantidad de nitrato producido por este procedimiento excede ahora en mucho a los nitratos obtenidos de todos los demás orígenes.

Por medio de los abonos de nitrato, la producción de alimento en una área dada puede ser muy aumentada. Se calcula que una tonelada de nitrógeno, en forma de sulfato de amoníaco o nitrato de sodio, producirá bastante alimento para treinta y cuatro personas por año.¹⁷ Resulta, como consecuencia de este cálculo, que tres libras gastadas en producir fertilizantes de nitrógeno contribuirán tanto al suministro de alimento mundial como 25 libras gastadas en preparar nuevas tierras para el cultivo. Se deduce de aquí que en la actualidad la producción de fertilizantes de nitrógeno es, en general, más ventajosa en relación con el suministro del alimento mundial, que la apertura de nuevas tierras por medio del ferrocarril o de los riegos. Este ejemplo de la aplicación de la ciencia a la agricultura es interesante, porque requiere el concurso de la química orgánica e inorgánica, así como un estudio cuidadoso del ciclo completo de la vida de animales y plantas.

Un campo muy interesante para la investigación científica es el relacionado con el exterminio de las plagas. La mayoría de éstas son producidas por insectos u hongos, y sobre ambos se ha logrado obtener muchos datos en años recientes. La importancia de estos datos no es comprendida por el público en general, y no es apreciada por los gobiernos, excepto cuando pueden relacionarse con el nacionalismo. Bien es verdad que la imaginación popular ha sido a veces sorprendida por ciertos ejemplos notables. El dominio del paludismo y de la fiebre amarilla, al impedir la cría del mosquito, ha hecho posible la transformación de regiones antes mortíferas en regiones habitables para los hombres blancos. Éste fue en particular el caso que hubo que resolver para la construcción del canal de Panamá. La relación de la peste bubónica con las pulgas de las ratas y del tifus con los piojos, forma parte también del saber de las personas educadas. Pero aparte de estos ejemplos aislados, poca gente, excepto los especialistas y ciertos empleados oficiales, se percató de la existencia de un vasto campo de investigación, que es importante en varios aspectos, pero en especial con relación al suministro de alimento en el mundo.

Con respecto a las plagas por los insectos, puede adquirirse noción de lo que se ha hecho y cabe hacer, leyendo un artículo de *Nature* (10 de enero, 1931), titulado "La entomología y el imperio británico". En él se da un informe del trabajo de la Tercera Conferencia Entomológica Imperial y del Instituto Imperial (antes Bureau) de Entomología. No puedo imaginar cuántos de mis lectores sabrán que existen tales bichos; sin embargo, resulta que el 10 por ciento de los productos agrícolas del mundo es destruido todos los años por los insectos. En el artículo citado se lee lo siguiente: "Se ha comprobado que en la India, por ejemplo, las pérdidas en 1921, debidas sólo a plagas de las cosechas y de los bosques, alcanzaron la enorme cifra total de 136 millones de libras, y las muertes en la población, producidas por enfermedades originadas por insectos, se cifraron en 1.600.000 personas en el año. En Canadá se pierden anualmente unos 30 millones de libras por los estragos que los insectos hacen en las cosechas de los

¹⁷ *Nature*, octubre 11, 1930.

campos y en los frutos y productos de los bosques. En África del sur, una plaga, la del insecto que barrena el tallo de maíz (*Busseola fusca*), produjo pérdidas por valor de 2.750.000 libras en un solo año".

Existen dos métodos distintos para dominar las plagas debidas a los insectos: son el método físico-químico y el biológico. El primero consiste ordinariamente en la fumigación. El segundo, que científicamente es el más interesante, consiste en el descubrimiento de parásitos que hagan presa en los insectos destructivos, según la norma expresada en el dicho: "Las moscas grandes tienen en sus hombros moscas pequeñas que las muerden; las moscas pequeñas tienen otras aún más pequeñas, y así hasta el infinito". En general, en las regiones en que es endógena una plaga, existe algún parásito que disminuye su número; pero cuando la plaga es introducida accidentalmente en una nueva comarca, puede quedar rezagado el parásito, lo cual es causa de que la plaga alcance una intensidad de destrucción muy acentuada con respecto a la que desarrolla en el país de origen. Los adelantos modernos en los transportes han influido sobre la propagación de insectos nocivos y han hecho más urgente el problema de su exterminio.

Aun cuando no se trate del trasplante a una nueva comarca, se puede hacer mucho, en la mayoría de los casos, activando artificialmente el cultivo de parásitos útiles. Tomemos como ejemplo de plaga la originada por la mosca blanca de invernadero en los tomates criados bajo cubierta. Un informe sobre el dominio biológico de esta plaga ha sido dado por míster E.R. Speyer en *Nature*, 27 de diciembre, 1930. Un insecto parásito de la mosca blanca, llamado *Encarsia formosa*, fue descubierto en Elstree de Hertfordshire, en 1926, y ha sido desde entonces cuidadosamente criado en la Estación Experimental de Cheshunt, donde puede obtenerlo quien lo desee.

En toda la comarca de Hertfordshire, en la que el área de cultivo bajo cubierta es igual a la de todo el resto de Gran Bretaña, los parásitos salidos de Cheshunt han sido lo suficientemente numerosos para reducir la población de moscas blancas a una fracción pequeña, con relación a lo que era hace seis años.

La entomología económica es un asunto de gran importancia, en el que los Estados Unidos están más adelantados que el imperio británico, aunque su utilidad potencial en esta última nación es tan grande como en la primera. Problemas como el del exterminio de la langosta y de la mosca *tsetse* (que produce la enfermedad del sueño) han de ser probablemente resueltos científicamente en un porvenir no lejano.

Las plagas debidas a los hongos no son menos dañinas que las plagas de origen animal. El estudio de ellas en Inglaterra está dirigido por el Instituto Imperial de Micología, en Kew. Un interesante artículo sobre el trabajo este Instituto apareció en *The Times*, 2 de febrero, 1931. Una de las plagas más familiares y dañinas producidas por hongos es la enfermedad del trigo llamada tizón. El gobierno de Canadá lanzó en el aire, desde aeroplanos, esporos de esta planta para descubrir cómo eran esparcidos por el viento. La importancia del asunto para Canadá puede juzgarse por el hecho de que en 1916, en plena guerra, el tizón negro destruyó trigo por valor de unos 35 millones de libras sólo en tres provincias. El tizón produce una pérdida media anual, en Canadá, de unos cinco millones de libras. El tizón de la papa, que es otra variedad de hongo, originó el hambre en Irlanda e indujo desde entonces a Inglaterra a adoptar el libre cambio, y a Boston, a proscribir la literatura moderna. Esta enfermedad particular ha sido ya dominada, e Inglaterra está dispuesta a abandonar el libre cambio. El efecto del hongo en Boston, sin embargo, parece ser más permanente.

Un curioso ejemplo de contacto entre diferentes técnicas se presentó en la construcción de aeroplanos, en cuyas partes de madera se utiliza en gran escala una variedad de abeto que crece en la Colombia británica. Respecto a esto, el artículo antes mencionado del

The Times dice:

"Una proporción sorprendentemente grande de maderas, en apariencia intactas, resultaron de pronto rotas. No pudo verse al principio huella alguna de hongo; pero el examen en el instituto, al microscopio, reveló los diminutos tentáculos de un hongo. Una mujer obrera canadiense se encargó de estudiar el caso: viajó a través de los bosques de la Colombia británica y descubrió el origen de la infección en la madera sin cortar. Un trabajo cooperativo entre el Laboratorio de, ¡Investigación de los Productos del Bosque, en Prince's Risborough, y la institución similar en Canadá demostró después que la enfermedad se acentuaba con el largo viaje a través de los trópicos, vía canal de Panamá. El perjuicio ha sido en gran parte eliminado por un examen cuidadoso de los árboles antes de cortarlos y después del transporte por tierra."

Estos pocos ejemplos pueden servir para demostrar la importancia económica de la micología o ciencia de los hongos.

Otra dirección en la que la técnica biológica es probable que antes de mucho adquiera gran importancia, es la crianza científica. La selección artificial se ha aplicado por el hombre desde muy antiguo a las plantas y animales domésticos y ha producido resultados notables. No existe ninguna planta salvaje de especie análoga al trigo. La vaca, que ha sido durante mucho tiempo criada por sus cualidades productoras de leche, se ha hecho muy diferente de cualquier otro animal salvaje que puede haber existido. El caballo de carrera es un producto refinadamente artificial. Pero estos resultados, aunque son muy notables, han sido producidos por métodos que apenas si pueden llamarse científicos. En nuestros días, especialmente por medio de los principios mendelianos de la herencia, hay esperanzas de producir nuevas variedades de animales y plantas de una manera menos fortuita. Sin embargo, lo que hasta ahora se ha ensayado sobre esta cuestión, proporciona apenas una sugestión de lo que pueda ser posible tras nuevos descubrimientos en la herencia y la embriología.

La importancia de los animales en la vida humana ha disminuido mucho a consecuencia de la Revolución Industrial. Abraham vivía entre sus rebaños y ganados; los ejércitos de Atila viajaban a caballo. En el mundo moderno, los animales intervienen poco como fuentes de energía, y en particular han podido ser suprimidos completamente como medios de transporte. Se utilizan aún como alimento y para vestir; pero respecto a esto, bien pronto se verán también reemplazados. El gusano de seda está amenazado por la seda artificial; el cuero legítimo será pronto considerado como artículo de lujo para los ricos. Todavía se emplea la lana para hacer vestidos de abrigo; pero es probable que los productos sintéticos la reemplacen bien pronto. En cuanto a la carne, no es un artículo necesario de la comida, y si la población continúa aumentando, podremos presumir que los bifes sintéticos se servirán en todas partes, excepto en la mesa de los millonarios. El bacalao podrá ser utilizado durante más tiempo que el buey, a causa de las vitaminas contenidas en el aceite de hígado de bacalao. Pero ya las vitaminas D pueden producirse en el cuerpo humano por medio de la luz artificial del Sol; de suerte que ni aun el bacalao será indispensable en el porvenir. Los animales han sido buenos amigos de los hombres durante su adolescencia, después de haber sido enemigos peligrosos en su infancia. Pero ahora que el hombre se hace adulto, el papel desempeñado por los animales en favor del hombre está finalizando, y su futuro será el confinamiento en los jardines zoológicos. Es, sin duda, sensible, pero es la consecuencia necesaria de la nueva crueldad de los hombres, embriagados por el poder científico.

La necesidad de las plantas sobrevivirá más tiempo que la necesidad de ' los animales, porque todavía son esenciales para los procesos químicos de que depende la vida humana. El uso de los productos vegetales con fines distintos del alimento es más fácil de reemplazar. Ya es posible manufacturar sustancias parecidas a la madera, en lo que

se relaciona con sus propiedades útiles, aunque todavía el procedimiento de fabricación es más costoso que el cultivo de la madera. Cuando sea más barato, como sucederá, los bosques perderán su valor económico. No es probable que el algodón natural continúe usándose en los vestidos más que la seda natural. El caucho sintético reemplazará bien pronto al caucho natural. Puede afirmarse con seguridad que casi todos esos usos de los productos vegetales perderán su importancia antes de que transcurran otros cien años. El alimento es tema más serio. Se ha dicho que ya es posible fabricar productos extraídos del aire, que pueden ser ingeridos y digeridos, aunque hay contra ellos dos objeciones: que son nauseabundos y costosos. Ambas objeciones podrán vencerse con el tiempo. El problema de producir alimento sintético es meramente químico y no hay razón para considerarlo insoluble. Sin duda, los alimentos naturales sabrán mejor y la gente rica, en bodas y festines, consumirá verdaderos guisantes y judías, que serán mencionados con respeto por los periódicos. Pero los alimentos principales serán elaborados en grandes fábricas químicas. Los campos cesarán de cultivarse y los labradores se verán substituidos por químicos expertos. En semejante mundo, ningún proceso biológico tendrá interés para el hombre, excepto aquellos que tienen lugar en él mismo. Y éstos serán tan poco visibles, que el hombre tenderá cada vez más a considerarse a sí mismo como un producto manufacturado y a reducir a un mínimo la participación del crecimiento natural en la producción de seres humanos. Llegará a estimar sólo lo que sea causado deliberadamente, por acción humana, y no lo que resulta de la acción de la naturaleza. Los hombres adquirirán el poder de modificarse a sí mismos y usarán inevitablemente de este poder, aunque no me aventuro a pronosticar lo que harán con la especie.

CAPITULO VII SOCIEDADES CREADAS ARTIFICIALMENTE

La sociedad científica, de la que nos ocuparemos en los siguientes capítulos, es, en lo esencial, cosa del futuro, aunque en algunos Estados se vislumbran hoy día ya varias de sus características. La sociedad científica, tal como la concibo, es aquella que emplea la mejor técnica científica en producción, en educación y en propaganda. Pero, además de esto, ostenta una característica que la distingue de las sociedades del pasado, de las sociedades nacidas de causas naturales, sin plan consciente relativo a su fin y estructura colectivos. Ninguna sociedad puede ser considerada como del todo científica, a no ser que haya sido creada deliberadamente, con una cierta estructura, para cumplir ciertos fines. Los imperios, en tanto que dependen de conquistas y no son sólo Estados nacionales, han sido creados para dar gloria a sus emperadores. Pero esto ha sido en el pasado una mera cuestión de gobierno político y ha influido muy poco en la vida cotidiana del pueblo. Existieron, sin embargo, legisladores semimísticos en el remoto pasado, como Zoroastro, Licurgo y Moisés, que —se supone— imprimieron su carácter a las sociedades que aceptaban su autoridad. En todos estos casos, no obstante, las leyes atribuidas a ellos deben haber sido en el fondo costumbre preexistente. Para no citar más que un ejemplo bien conocido, recordemos que los árabes que aceptaron la ley de Mahoma, apenas cambiaron sus hábitos, como los americanos no cambiaron apenas los suyos cuando aceptaron la ley de Volstead. Cuando los parientes escépticos de Mahoma decidieron compartir la suerte de éste, lo hicieron por la pequeñez del cambio que se les exigía.

A medida que nos aproximamos a los tiempos modernos, los cambios producidos deliberadamente en la estructura social se hacen mayores. Éste es el caso especial de las revoluciones. La revolución americana y la Revolución Francesa crearon intencionalmente ciertas sociedades, con determinadas características; pero en su

esencia estas características fueron políticas, y sus efectos en otras direcciones no formaban parte de las intenciones primitivas de los revolucionarios. Mas la técnica científica ha aumentado tan enormemente el poder de los gobiernos, que es ahora posible producir cambios mucho más profundos e íntimos en la estructura social que ninguno de los soñados por Jefferson o Robespierre. La ciencia nos ha enseñado primero a crear máquinas; ahora, con la crianza mendeliana y la embriología experimental, nos enseña a crear nuevas plantas y animales. Poca duda puede haber de que métodos similares nos darán, antes de mucho tiempo, gran poder, dentro de ciertos límites, para crear nuevos individuos humanos que difieran en ciertas direcciones de los individuos producidos por la naturaleza, sin intervención de ninguna clase. Y por medio de la técnica psicológica y económica se hace posible crear sociedades tan artificiales como la máquina de vapor, y completamente diferentes de todo lo que pueda crecer por su propio impulso sin intención deliberada por parte de los agentes humanos.

Semejantes sociedades artificiales presentarán —hasta que la ciencia social esté mucho más perfeccionada de lo que está al presente muchas características no determinadas, aun cuando sus creadores logren imprimirles todas las características que se hayan propuesto. Dichas características no de terminadas, pueden resultar más importantes que aquellas que fueron previstas, y pueden causar el derrumbamiento, de una manera o de otra, de las sociedades artificialmente construidas. Pero no creo que quepa dudar de que la creación artificial de sociedades continuará y aumentará, mientras persista la técnica científica. El placer de proyectar una construcción es uno de los motivos más poderosos que incitan a los hombres a combinar la inteligencia con la energía; siempre que pueda construirse algo con arreglo a un plan, los hombres tratarán de construirlo. En tanto que subsista la técnica para crear un nuevo tipo de sociedad, habrá hombres dedicados a utilizar esta técnica. Es probable que se imaginen estar actuando por algún motivo ideal, y es posible que tales motivos jueguen, en efecto, un papel para determinar qué clase de sociedad tienden a crear. Pero el deseo de crear no es en sí mismo ideal, ya que es una forma del amor al poder; y mientras el poder de crear exista, habrá hombres deseosos de aprovechar este poder, aun cuando la naturaleza por sí produzca mejor resultado que el que pudiese originarse con intención deliberada.

Existen actualmente dos potencias en el mundo, que ilustran la posibilidad de una creación artificial. Estas dos potencias son el Japón y la Unión Soviética.

El Japón moderno es casi exactamente lo que los hombres que hicieron la revolución de 1867 desearon que fuese. Éste es uno de los hechos políticos más notables de toda la historia, aunque el propósito que inspiraba a los innovadores era sencillo y adecuado para que todo japonés simpatizara con él. El propósito era, en el fondo, la conservación de la independencia nacional. La China había resultado impotente para resistir a las potencias occidentales, y el Japón parecía encontrarse en un caso análogo. Cierta hombre de Estado, japonés, se percató de que el poder militar y naval de las naciones occidentales se fundaba en la educación occidental y en la técnica industrial occidental. Decidieron entonces introducir ambas en el Japón, con aquellas modificaciones que la historia japonesa y las circunstancias exigiesen.

Pero mientras el industrialismo se había desarrollado en el oeste con muy poco auxilio del Estado, y el conocimiento científico había avanzado mucho, ya antes de que los gobiernos occidentales se hiciesen cargo de la educación universal, el Japón, en cambio, deseando ganar tiempo, se vio obligado a imponer la educación, la ciencia y el industrialismo por presión gubernamental. Era evidentemente imposible efectuar un cambio tan grande en la mentalidad del ciudadano de tipo medio, con meros llamamientos a la razón y al propio interés. Los reformadores, por ese motivo, mezclaron habilidosamente con la ciencia la autoridad divina de la religión Shinto y la

persona divina del Mikado. El Mikado había vegetado durante siglos en oscuridad, sin importancia alguna. Pero había sido ya restaurado al poder una vez, en el año 645, de modo que existía un precedente de respetable antigüedad para lo que se había hecho.

La religión Shinto, a diferencia del budismo, era indígena en el Japón, pero había sido durante siglos relegada a segundo plano por la religión forastera importada de China y Corea. Los reformadores decidieron muy valientemente que, al introducir la técnica militar cristiana, no debían intentar adoptar la teología con la que hasta ahora había estado en correlación, sino una teología nacional característica. La religión Shinto, tal como se enseña ahora por el Estado en Japón, es un arma poderosa de nacionalismo, sus dioses son japoneses, y su cosmografía enseña que el Japón fue creado antes que otras comarcas. El Mikado descende de la diosa Sol, y es por ello superior a los meros gobernantes terrestres de otros Estados. El Shinto, tal como se enseña ahora, es tan diferente de las antiguas creencias indígenas, que investigadores competentes la han descrito como una religión nueva.¹⁸ Como resultado de esta hábil combinación de técnica ilustrada y teología no ¡ilustrada, ha logrado el Japón, no sólo repeler la amenaza occidental, sino llegar a ser una de las grandes potencias y colocarse en tercer lugar como potencia marítima.

El Japón ha mostrado una sagacidad extraordinaria en la adaptación de la ciencia a las necesidades políticas. La ciencia, como fuerza intelectual, es escéptica y algo destructiva de la coherencia social; en cambio, como fuerza técnica, tiene precisamente las cualidades opuestas. Los desarrollos técnicos debidos a la ciencia han incrementado el tamaño e intensidad de las organizaciones y han aumentado, grandemente el poder de los gobiernos. Los gobiernos tienen por ello motivos para ser amigos de la ciencia, en tanto que se mantenga alejada de especulaciones peligrosas y subversivas. En general, los hombres de ciencia se han mostrado tratables. El estado favorece una serie de supersticiones en el Japón y otras en el oeste; pero los hombres de ciencia del Japón y del oeste han prestado, con algunas excepciones, su aquiescencia voluntaria a las doctrinas gubernamentales, porque la mayoría de ellos son ciudadanos en primer lugar, y amantes de la verdad sólo en segundo lugar.

A pesar del extraordinario éxito de la política japonesa, se han producido ciertos efectos, no intencionados, que con el tiempo pudieran ocasionar serias dificultades. El "cambio" repentino de hábitos y de opiniones conscientes ha producido un cierto esfuerzo nervioso, por lo menos en la parte urbana de la población. Esto puede originar una propensión al histerismo en tiempo de tensión nacional; dicha propensión se manifestó en las matanzas de coreanos que ocurrieron después del terremoto de Tokio. Hay otro motivo más serio, y es que la posición del Japón exige el aumento del industrialismo y de los armamentos. Debido al coste de los últimos, los trabajadores industriales son pobres; tienden, por consiguiente, a adquirir una mentalidad rebelde, y las circunstancias de su trabajo hacen difícil para ellos el mantener esa organización cerrada familiar que es la base de la sociedad japonesa. Si el Japón hubiese de tomar parte en una guerra desgraciada, aquellas circunstancias podrían producir una revolución análoga a la revolución rusa. La estructura social presente del Japón puede, pues, probablemente hacerse inestable con el tiempo; pero también pudiera ser que la misma habilidad que ha hecho posible la carrera triunfal del Japón, durante los últimos setenta años, capacite a los japoneses para adaptarse gradualmente por sí mismos a las circunstancias variables, sin ningún trastorno violento. Lo que sí parece bien cierto es

¹⁸ Consultad al profesor B.H. Chamberlain en la obra *The Invention of a New Religion*, publicada por la Asociación de la Prensa Racionalista.

que, ya gradualmente, ya por revolución, la estructura social del Japón tendrá que ser profundamente modificada. A pesar de ser muy notable, no puede presentarse como un ejemplo perfecto de construcción científica. No quiero decir con esto que pueda ser mejorada con el tiempo, sino sólo que no es, en todos sus aspectos, un modelo para el porvenir.

El intento de construcción científica realizado por el gobierno soviético es más ambicioso que el llevado a cabo por los innovadores japoneses en 1876. Tiende a un cambio mucho más radical en las instituciones sociales y a la creación de una sociedad muy diferente de todo lo hasta ahora conocido y, por consiguiente, de la japonesa. El experimento continúa aún, y sólo un hombre temerario se aventuraría a predecir si triunfará o fracasará. La actitud de amigos y enemigos ante dicho experimento ha sido marcadamente anticientífica. Por mi parte, no ansío tasar lo bueno o lo malo del sistema soviético, sino sencillamente señalar aquellos elementos de proyecto deliberado, que le hacen hasta ahora el ejemplo más completo de una sociedad científica.

En primer lugar, todos los factores principales de producción y distribución están regidos por el Estado; en segundo lugar, toda la educación está proyectada para estimular la actividad en apoyo del experimento oficial; en tercer lugar, el Estado hace lo posible para sustituir su religión a las varias creencias tradicionales que han existido en el territorio de la Unión Soviética; en cuarto lugar, la literatura y la prensa están regidas por el gobierno y tienen el matiz que se juzga más adecuado para ayudarle en sus propósitos constructivos; en quinto lugar, la familia, en cuanto representa un lealismo que compite con la adhesión al Estado, es debilitada gradualmente; en sexto lugar, el plan de cinco años encauza todas las energías constructivas de la nación hacia la consecución de una cierta balanza económica y una eficiencia productiva, con que se cree que se asegurará para cada individuo un grado suficiente de confort material. En cualquier otra sociedad del mundo existe una dirección muchísimo menos central que bajo el gobierno soviético. Si bien es verdad que durante la guerra las energías de las naciones fueron organizadas centralmente en considerable extensión, todo el mundo sabe que esto fue temporal y que, aun en su momento culminante, la organización no fue tan absorbente como lo es en Rusia. El plan de cinco años, como su nombre indica, se supone temporal y correspondiente a un periodo de esfuerzo no del todo desigual al de la gran guerra. Pero se espera que, si logra éxito, le reemplazarán otros planes, ya que la organización central de las actividades de una vasta nación es demasiado atractiva para los organizadores, que no querrán desistir de ella rápidamente.

El experimento ruso puede tener éxito o puede fracasar. Pero, aun si fracasa, será seguido por otros que continuarán mostrando su característica más interesante, a saber: la dirección unitaria de las actividades de una nación entera. Esto era imposible en tiempos anteriores, pues depende de la técnica de la propaganda: periódicos, cinematógrafo y radiotelefonía, así como de la educación universal. El Estado había sido ya fortalecido con los ferrocarriles y el telégrafo, que hicieron posibles la rápida transmisión de noticias y la concentración de tropas. Además de los métodos modernos de propaganda, los métodos modernos de la guerra han fortalecido el Estado en su lucha contra los elementos descontentos; los aeroplanos y los gases venenosos han dificultado las revueltas, a no ser que obtengan la ayuda de aeronautas y químicos. Cualquier gobierno prudente favorecerá estas dos clases y hará lo posible para asegurarse su lealtad.

Como el ejemplo de Rusia ha mostrado, es en la actualidad posible para hombres de energía e inteligencia, una vez en posesión de la máquina gubernamental, retener el poder, aunque al principio tengan que afrontar la oposición de la mayoría de la población. Por eso debemos esperar ver cada vez más gobiernos que caigan en manos

de oligarquías, no de nacimiento, sino de opinión. En comarcas acostumbradas de antiguo a la democracia, el imperio de estas oligarquías puede permanecer oculto tras formas democráticas, como fue la de Augusto en Roma, pero en los demás países su dominio se ejercerá sin disfraz. Si ha de haber experimentación científica en la construcción de sociedades de nuevo género, es esencial el régimen de una oligarquía de opinión. Es de esperar que haya conflictos entre oligarquías diferentes y *que*, al final, alguna de las oligarquías adquiera el dominio del mundo y produzca una organización universal tan completa y detallada como la que ahora existe en la Unión Soviética.

Tal estado de cosas tendrá sus ventajas y sus inconvenientes. Más importante que ambos es, sin embargo, el hecho de que sólo así se capacitará una sociedad, imbuida en la técnica científica, para sobrevivir. La técnica científica exige organización y cuanto más perfeccionada se haga, mayores serán las organizaciones que exija. Independientemente de la guerra, la actual depresión ha mostrado con evidencia que es necesaria una organización internacional de crédito y Banca para la prosperidad, no sólo de algunas comarcas, sino de todas. La organización internacional de la producción industrial se ha hecho necesaria para la eficacia de los métodos modernos. La instalación moderna industrial puede suministrar fácilmente, en muchas direcciones, mucho más de las necesidades totales del mundo. El resultado de esto es que, debido a la competencia, lo que debería ser riqueza es, en definitiva, pobreza.

Con la ausencia de la competencia, la productividad del trabajo muy mejorada capacitará a los hombres para llegar a un arreglo justo entre el ocio y la ocupación continua. Los hombres podrán escoger entre trabajar seis horas y ser ricos, o cuatro horas y gozar sólo de un confort moderado. Las ventajas de una organización mundial, tanto para evitar el desgaste de una competencia económica como para evitar el peligro de la guerra, son tan grandes, que se están transformando en una condición esencial para la supervivencia de las sociedades que poseen técnica científica. Este argumento es avasallador, comparado con los argumentos en contra, y quita toda importancia a la cuestión de si la vida en un Estado mundial organizado será más o menos satisfactoria que la vida actual. La raza humana sólo puede desarrollarse en el sentido de un Estado mundial organizado, a no ser que abandone la técnica científica, lo que no ocurrirá, excepto como resultado de un cataclismo tan serio, que rebaje todo el nivel de la civilización.

Las ventajas que pueden esperarse de un Estado mundial organizado son grandes y evidentes. Habrá, en primer lugar, seguridad contra la guerra y ahorro de casi todo el esfuerzo y gastos ahora dedicados a los armamentos en competencia. Debe suponerse que habrá un solo elemento de combate, de toda eficacia, que utilice principalmente aeroplanos y métodos químicos de guerra irresistibles y a los que, por consiguiente, nada resistirá.¹⁹ El gobierno central podrá ser substituido de vez en cuando por una revolución palaciega; pero esto sólo alterará el personal que lo integre, no la organización esencial del gobierno. El gobierno central prohibirá la propaganda del nacionalismo, gracias a la cual se mantiene al presente la anarquía, y la reemplazará por una propaganda de lealtad hacia el Estado mundial. Y es claro que, si semejante organización puede subsistir durante una generación, será estable. La ganancia, desde el punto de vista económico, será enorme; no habrá desgaste en producciones en competencia, ninguna incertidumbre para los empleos, ni pobreza ni alternativas repentinas de buenos y malos tiempos; todo hombre con deseos de trabajar vivirá con confort, y todo hombre que se manifieste vago, será encerrado en la cárcel.

¹⁹ *The Problem of the Twentieth Century, a Study in International Retailian Ships* por David Davies, 1930.

Cuando, por cualquiera circunstancia, no sea necesario por más tiempo el trabajo en el que un hombre haya sido hasta entonces empleado, se le enseñará algún nuevo género de trabajo, y será mantenido adecuadamente mientras aprende su nuevo oficio. Se utilizarán motivos económicos para regular la población, que se mantendrá probablemente estacionaria. Será eliminado casi todo lo que es trágico en la vida humana, y aun la muerte no se presentará antes de haber alcanzado la vejez.

No sé si los hombres serán felices en este paraíso. Quizás la bioquímica nos enseña la manera de hacer feliz a un hombre, en el supuesto de que tenga lo necesario para la vida. Quizá se organicen deportes peligrosos para aquellos a quienes el aburrimiento transformaría de otro modo en anarquistas. Quizás el deporte se hará cargo de la crueldad que habrá sido desterrada de la política. Quizás el fútbol sea remplazado por batallas simuladas en el aire, en las que la muerte sea el penal de la derrota. Pudiera suceder que mientras a los hombres les esté permitido buscar la muerte, no les importe encontrarla por una causa trivial; caer por el aire ante un millón de espectadores pudiera llegar a ser considerado como una muerte gloriosa, aunque no se persiga más fin que el de divertir a una multitud en día de fiesta. Pudiera suceder que de esta suerte se encontrase una válvula de seguridad para las fuerzas violentas y anárquicas de la naturaleza humana. O también pudiera acontecer que, con una educación sabia y un régimen alimentario adecuado, los hombres llegasen a curarse de sus impulsos desenfrenados, y toda la vida se torne tan tranquila como una escuela en domingo.

Habrá, como es consiguiente, una lengua universal que será el esperanto, o el inglés chapurreado que se usa en China. La literatura de otras épocas no será, en su mayoría, traducida a este lenguaje, ya que su apariencia y fondo emocional perderían bastante. Los investigadores serios de la historia serán autorizados por el gobierno para estudiar obras como *Hamlet* y *Ote/o*; pero al público en general le será prohibido leerlas, a causa de glorificarse en ellas el asesinato privado. A los jóvenes les será prohibido leer libros sobre piratas o pieles rojas. Los de amor serán mal vistos, puesto que el amor, siendo anárquico, es necio, cuando no malvado. Todo esto contribuirá a hacer la vida muy agradable para los virtuosos.

La ciencia aumenta nuestro poder para hacer el bien y el mal, y acrecienta la necesidad de refrenar los impulsos destructivos. Si ha de sobrevivir un mundo científico, es necesario para ello que los hombres se hagan más dóciles de lo que han sido hasta ahora. El criminal espléndido debe dejar de ser un ideal, y la sumisión tendrá que ser más admirada que lo que fue en el pasado. Con todo ello ganaremos o perderemos. Rebase los límites del poder humano el guardar el equilibrio de la balanza entre los dos extremos.

CAPITULO VIII GOBIERNO CIENTÍFICO

Cuando hablo de gobierno científico, debo quizás explicar lo que entiendo por ese título. No quiero significar un gobierno compuesto sencillamente de hombres de ciencia. Hubo muchos hombres de ciencia en el gobierno de Napoleón, incluyendo a Laplace, quien, sin embargo, resultó tan incompetente que tuvo que ser reemplazado al poco tiempo. No considero científico el gobierno de Napoleón cuando figuraba en él Laplace, sino científico cuando éste dimitió. Defino un gobierno como científico, en grado mayor o menor, según los resultados determinados que puede producir: cuanto mayor sea el número de resultados que puede proyectar y lograr, tanto más científico será. Los que planearon la constitución americana, por ejemplo, fueron científicos al salvaguardar la propiedad privada, pero no lo fueron al intentar introducir un sistema de elección indirecta para la presidencia. Los gobiernos que hicieron la gran guerra no

fueron científicos, ya que todos desaparecieron durante el curso de la misma. Hubo, no obstante, una excepción, el de Servia, que fue del todo científico, ya que el resultado de la guerra fue precisamente el que se había propuesto el gobierno servio, que estaba en el poder en ocasión de los asesinatos de Sarajevo.

Debido al aumento de conocimientos, es posible para los gobiernos actuales realizar muchos más de los resultados propuestos, que los que eran posibles en tiempos anteriores; y puede ser que dentro de poco sea posible conseguir resultados tenidos ahora por imposibles. La abolición total de la pobreza, por ejemplo, se considera técnicamente posible en el actual momento; esto es, los métodos conocidos de producción, bien organizados, bastarían para producir bienes suficientes para mantener a toda la población del mundo con una comodidad tolerable. Pero, aunque esto es técnicamente posible, no lo es psicológicamente. La competencia internacional, los antagonismos de clases, el sistema anárquico de la empresa privada se oponen a ello, y no es tarea fácil salvar estos obstáculos. La disminución de las enfermedades es un propósito que tropieza con pocos obstáculos en las naciones occidentales, y ha obtenido por eso un éxito grande; pero para este propósito, aún se encuentran grandes trabas en toda Asia. La eugenesia, excepto en el caso de hacer estériles a los idiotas, no es aún una cosa corriente, pero lo será dentro de los próximos cincuenta años. Como hemos visto, podrá ser reemplazada, cuando la embriología esté más avanzada, por métodos directos que actúen sobre el feto.

Todas estas son cosas que, tan pronto como sean factibles, llamarán la atención de los idealistas enérgicos y prácticos. La mayoría de los idealistas son una mezcla de dos tipos, que podemos llamar, respectivamente, el soñador y el manipulador. El soñador puro es un loco; el manipulador puro es un hombre que sólo se preocupa del poder personal; pero el idealista vive en una posición intermedia entre los dos extremos. Unas veces predomina el soñador; otras, el manipulador. Guillermo Morris encontraba gusto en soñar con *noticias de ninguna parte*; Lenin no encontró satisfacción hasta que pudo vestir sus ideas con algo de realidad. Ambos tipos de idealistas desean un mundo distinto de este en que se encuentran; pero el manipulador se considera lo bastante fuerte para crearlo, mientras el soñador, sintiéndose fracasado, se refugia en la fantasía. El tipo manipulador del idealista es el que creará la sociedad científica.

En nuestros días, Lenin es el arquetipo de tales hombres. El idealista manipulador difiere del hombre de mera ambición personal por el hecho de que, no sólo desea cosas para él, sino también una cierta clase de sociedad. Cromwell no se hubiera satisfecho con ser señor de Irlanda después de Strafford, o arzobispo de Canterbury después de Laúd. Era esencial para su felicidad que Inglaterra fuese un país de determinada índole, sin que le bastase ser figura preeminente en él. Es esta clase de deseo impersonal lo que distingue al idealista de los demás hombres. Para hombres de este tipo ha habido en Rusia, después de la revolución, mucho más campo que en ningún otro país en ninguna otra época; y cuánto más se perfeccione la técnica científica, tanto más campo habrá para él en todas partes. Espero confiado en que hombres de este tipo tendrán que desempeñar un papel predominante en el modelamiento del mundo durante los próximos doscientos años.

La actitud de los que pueden llamarse idealistas prácticos, entre los hombres de ciencia del actual momento, respecto a los problemas de gobierno, está muy bien expuesta en un artículo interesante de *Nature* (septiembre 6, 1930), del que extractamos lo siguiente: "Entre los cambios que la Asociación Británica para el Progreso de las Ciencias ha presenciado desde su fundación, en 1831, está la desaparición gradual de la demarcación entre la ciencia y la industria. Como lord Melchett ha señalado en un informe reciente, el intento de establecer una distinción entre la ciencia pura y la

aplicada, ha perdido todo su valor en la actualidad. No es posible trazar una distinción clara entre la ciencia y la industria. Los resultados de trabajos de investigación, del carácter más especulativo, conducen a menudo a conclusiones prácticas sorprendentes. Sociedades tan progresistas como Industrias Químicas Imperiales Ltda., siguen ahora en Inglaterra la práctica -hace tiempo corriente en Alemania- de mantener estrecho contacto con el trabajo científico de investigación de las universidades. ..

"Si bien es verdad, sin embargo, que durante los últimos veinticinco años, la ciencia ha asumido rápidamente la responsabilidad de la dirección en la industria, una responsabilidad aún más amplia es la que se le exige ahora. Ante las condiciones de la civilización moderna, la comunidad en general, así como la industria, dependen de la ciencia pura y aplicada para su continuo progreso y propiedad. Bajo la influencia de los descubrimientos científicos modernos y de sus aplicaciones, no sólo en la industria, sino en muchas otras direcciones, toda la base de la sociedad se está haciendo rápidamente científica, y, cada vez más, los problemas peculiares del administrador nacional, ya judicial o ejecutivo, envuelven factores que requieren conocimiento científico para su solución...

"En años recientes, el rápido aumento de toda clase de transportes y comunicaciones internacionales ha impreso en la industria un aspecto y organización de carácter, sorprendentemente internacional. Las mismas fuerzas, sin embargo, han ensanchado los límites dentro de los cuales una política equivocada puede ejercer sus perniciosos efectos. Una investigación histórica reciente ha demostrado que los difíciles problemas raciales que se presentan en la actualidad en la Unión Sudafricana son el resultado de una política errónea, determinada por prejuicios políticos de hace tres generaciones. En el mundo moderno, los peligros que provienen de equivocaciones originadas por prejuicios y desprecio de la investigación imparcial o científica son infinitamente más serios en una época en que casi todos los problemas de administración y desarrollo van ligados a factores científicos; la civilización no puede permitir que el mando administrativo quede en manos de aquellos que no posean un conocimiento directo de la ciencia...

"Por eso, ante las condiciones modernas, se exige más de los trabajadores científicos que el mero ensanchamiento de los límites del conocimiento. No pueden por más tiempo darse por contentos con permitir que otros se aprovechen de los resultados de sus descubrimientos y que los utilicen sin guía. Los trabajadores científicos deben aceptar la responsabilidad del mando de las fuerzas que han libertado con su trabajo. Sin su ayuda son virtualmente imposibles una administración eficiente y una política de altura.

El problema práctico de establecer una relación adecuada entre la ciencia y la política, entre el conocimiento y el poder, o, con más precisión, entre el trabajador científico y el mando, y administración de la vida de la comunidad, es uno de los más difíciles que tienen relación con la democracia. La comunidad tiene, sin embargo, derecho a esperar de los miembros de la Asociación Británica que presten alguna atención a semejante problema y que proporcionen alguna orientación respecto a los medios por los cuales la ciencia puede asumir su papel de predominio...

"Es significativo que, en contraste con la relativa impotencia de los trabajadores científicos en los asuntos nacionales, haya en la esfera internacional comités consultivos de expertos que han ejercido desde la guerra una influencia notable y efectiva, aun estando desprovistos de toda autoridad legislativa. A comités de expertos organizados por la Liga de las Naciones, y ejerciendo sólo funciones consultivas, se debe la confianza en proyectos que tuvieron éxito para salvar del caos y de la bancarrota a algún Estado europeo, y el llevar a cabo un proyecto para los sin trabajo que permitió colocar

a millón y medio de refugiados, que constituyeron la mayor emigración que registra la historia. Estos ejemplos demuestran suficientemente que, con el conveniente estímulo y entusiasmo, el experto científico puede ya ejercer una influencia efectiva cuando el esfuerzo administrativo normal ha fracasado y cuando, como es el caso de Austria, el problema ha sido calificado de imposible por los hombres de Estado.

. En realidad, el trabajador científico ocupa una posición privilegiada, tanto en la sociedad como en la industria, y hay señales consoladoras de que esto es actualmente reconocido por los propios trabajadores científicos. Así, en su informe presidencial a la Sociedad Química (en Leeds), el año pasado, el profesor Jocelyn Thorpe sugirió que estamos en una época en que la mayoría de los gobiernos no serán por más tiempo capaces de hacer política adecuada, sino en la dirección aprobada por la industria organizada; y al abogar por una organización más íntima entre la ciencia y la industria, puso de manifiesto la ventaja política que con ello se conseguiría.

El informe leído en la Asociación Británica sobre "La protección de Southend del fuego de cañón es otra prueba de que los trabajadores científicos aceptan la responsabilidad de la dirección en asuntos que afectan a la seguridad social e industrial. Cualquiera que sea la inspiración o estímulo que las reuniones de la Asociación Británica puedan dar a los trabajadores científicos en la prosecución de sus investigaciones, no hay mejor camino para que la Asociación pueda servir a la humanidad adecuadamente que el de inducir a los trabajadores científicos a aceptar aquellas amplias responsabilidades directivas, tanto en la sociedad como en la industria, que han sido producto inevitable de sus propios esfuerzos."

Por lo anteriormente extractado se verá que los hombres de ciencia adquieren conciencia de su responsabilidad para con la sociedad, ilustrada por sus enseñanzas, y sienten el deber de participar en la dirección de los asuntos públicos más de lo que hasta ahora han hecho.

El hombre que sueña con un mundo organizado científicamente y desea llevar a la práctica sus sueños; tiene que luchar con muchos obstáculos. Hay la oposición de la inercia y del hábito: la gente desea seguir haciendo lo que siempre ha hecho, y vivir como siempre ha vivido. Hay la oposición de los intereses creados: un sistema económico heredado de tiempos feudales proporciona ventajas a hombres que no han hecho nada para merecerlas, y estos hombres, ricos y poderosos, son capaces de provocar obstáculos formidables a todo intento de cambio fundamental. Además de estas fuerzas, hay también idealismos hostiles. La ética cristiana es, en ciertos aspectos fundamentales, opuesta a la ética científica, que cada vez prepondera más. El cristianismo realza la importancia del alma individual, y no está preparado para sancionar el sacrificio de un hombre inocente por causa de algún bien ulterior para la mayoría. El cristianismo, en una palabra, es impolítico; lo cual es natural, ya que se desarrolló entre hombres desprovistos de poder político.

La nueva ética que progresa gradualmente en conexión con la técnica científica, se fijará más en la sociedad que en el individuo. Servirá de poco para la superstición de la culpa y del castigo; pero estará preparada para hacer a los individuos sufrir por el bien público, sin inventar razones que demuestren que merecen ese sufrimiento. En este sentido será cruel y, según las ideas tradicionales, inmoral; pero el cambio se verificará naturalmente con el hábito de contemplar la sociedad como un todo más que como una suma de individuos. Consideramos el cuerpo humano como un conjunto, y si, por ejemplo, es necesario amputar un miembro, no juzgamos que sea preciso demostrar primero que el miembro está enfermo. Consideramos el bien de todo el cuerpo como un argumento suficiente. Análogamente, el hombre que piensa en la sociedad como un todo, sacrificará un miembro de la sociedad por el bien conjunto, sin preocuparse

mucho del bien del individuo. Ésta ha sido siempre la regla de conducta seguida en las guerras, porque la guerra es una empresa colectiva. Los soldados están expuestos al riesgo de morir por el bien público, aunque nadie sostenga que merezcan la muerte. Pero los hombres no han atribuido hasta ahora la misma importancia a los fines sociales que a la guerra, y no han querido hacer sacrificios que se consideraban injustos. Juzgo probable que los idealistas científicos del futuro estarán libres de este escrúpulo, no sólo en tiempo de guerra, sino también en tiempo de paz. Para vencer las dificultades de la oposición, que encontrarán, tendrán que organizarse en una oligarquía de opinión, como la constituida por el Partido Comunista de la Unión Soviética.

Pero el lector dirá: ¿Cómo va a poder suceder todo esto? ¿No es sencillamente una fantasía de realización de deseos, muy apartada de la política práctica? No lo creo así. El futuro que preveo concuerda sólo en parte con mis propios deseos. Prefiero los individuos de talento a las organizaciones poderosas, y temo que el lugar para esos individuos notables será mucho más restringido en el futuro que en el pasado. Independientemente de esta pura opinión personal, es fácil imaginar los caminos por los que el mundo puede adquirir un gobierno científico como el que estoy suponiendo. Es evidente que de la próxima gran guerra, Europa saldrá destrozada. Probablemente, la población quedará reducida a la mitad, y los supervivientes caerán en un estado de desesperación anárquica. En estas circunstancias, quedará a cargo de los Estados Unidos el conquistar el mundo para la plutocracia. Un paso esencial en este proceso será lograr un grado considerable de dominio sobre Europa. A toda Europa le serán impuestos planes Dawes y planes Young, más fuertes que los impuestos a Alemania en años recientes; los expertos científicos serán utilizados para dirigir el trabajo de los europeos y para implantar la técnica y organización más modernas.

Los marinos norteamericanos ocuparán el lugar donde se asentó Londres, y rascacielos se erigirán sobre las ruinas de San Pablo. De este modo, un gobierno mundial se establecerá, gobierno en que el poder pertenecerá a los grandes plutócratas; pero será delegado por ellos en gran extensión a expertos de distintos tipos. Debe presumirse que, habiéndose ablandado los plutócratas, se harán gradualmente perezosos. Como los reyes merovingios, permitirán que sus poderes sean usurpados por los expertos, menos señores, y poco a poco estos expertos formarán el gobierno efectivo del mundo. Me los imagino constituyendo una corporación, regulada en parte por la opinión, mientras su gobierno sea discutido; pero escogidos más tarde por medio de exámenes, pruebas de inteligencia y pruebas de voluntad.

La sociedad de expertos que imagino, comprenderá hombres eminentes de ciencia, exceptó unos pocos anárquicos caprichosos y perversos. Poseerá los únicos armamentos eficaces y será depositaria de todos los nuevos secretos en el arte de la guerra. No habrá, por consiguiente, más guerras, ya que la resistencia por parte de los que no sean científicos concluirá en el fracaso. La sociedad de expertos regirá la propaganda y la educación. Enseñará lealtad para con el gobierno mundial y hará que el nacionalismo sea considerado como alta traición. Siendo el gobierno una oligarquía, impondrá la sumisión a la gran masa de la población, confiando la iniciativa y el hábito del mando a sus propios miembros. Es posible que pueda inventar medios ingeniosos de ocultar su propio poder, dejando intactas las formas de la democracia y permitiendo a los plutócratas imaginarse que están regulando sabiamente estas formas. Gradualmente, sin embargo, a medida que los plutócratas se hagan ineptos por su inactividad, perderán su poderío, que pasará cada vez más al público, y será regulado por el gobierno de los expertos. De esta suerte, cualesquiera que sean las formas aparentes, todo el poder real estará concentrado en las manos de los que entiendan el arte de la manipulación científica.

Todo esto es, naturalmente, una fantasía, y lo que en realidad haya de suceder en el futuro es algo que no puede ser previsto. Pudiera suceder que una civilización científica resultara esencialmente inestable. Hay varias razones que abonan este punto de vista. La más evidente es la guerra. Ocurre que las innovaciones recientes en el arte de la guerra han aumentado el poder de ataque mucho más que el de defensa, y no parece que haya probabilidad de que las artes defensivas recobren el terreno perdido antes de la próxima gran guerra. Hay quienes dicen que en la próxima gran guerra nadie podrá permanecer neutral.²⁰ Si esto es así, la única esperanza para la supervivencia de la civilización es que alguna gran nación quede suficientemente alejada y fuerte para sobrevivir con su estructura social intacta. Los Estados Unidos tienen la mayor probabilidad de ocupar esta posición. China también tiene una cierta probabilidad de ocuparla, a causa de su vasta población y de su capacidad para resistir a la anarquía. Si estas dos naciones participasen en la desintegración universal que la próxima guerra es casi seguro que produzca en Europa, es probable que pasasen varios siglos antes de que la civilización recobrase su nivel presente. Aun si América se mantiene intacta, será necesario empezar desde luego la organización del gobierno mundial, ya que no puede esperarse que la civilización sobreviva al choque de otra guerra mundial. En estas circunstancias, la fuerza más importante del lado de la civilización sería el deseo de los rentistas americanos de encontrar inversiones seguras en las comarcas devastadas del antiguo mundo. En el caso de que se contentasen con inversiones en su propio continente, la perspectiva sería desgraciada.

Otra razón para dudar de la estabilidad de una civilización científica se deriva de la disminución de la natalidad. Las clases más inteligentes, en las naciones más científicas, están desapareciendo, y las naciones occidentales, miradas en conjunto, se limitan, a lo más, a reproducir sus propios tipos de natalidad. A no ser que se adopten medidas muy radicales, la población blanca del globo empezará pronto a disminuir. Los franceses se han visto ya obligados a depender de tropas africanas; y si la población blanca disminuye, habrá una tendencia creciente a dejar el trabajo rudo a hombres de otras razas. A la larga, esto acarreará disturbios y motines, y reducirá a Europa a la condición de Haití. En tales circunstancias se reservarán China y el Japón el papel de proseguir nuestra civilización científica. Pero, a medida que la adquieran, ellas también alcanzarán un nivel bajo de nacimientos. Resulta por ello imposible para una civilización científica el ser estable, a no ser que se adopten métodos artificiales para estimular la reproducción. Existen poderosos obstáculos para la adopción de tales métodos, tanto financieros como sentimentales. En esta materia, como en la de la guerra, la civilización científica tendrá que hacerse más científica si pretende escapar a la destrucción. Es imposible, empero, prever si se hará más científica con la suficiente rapidez.

Hemos visto que la civilización científica exige una organización mundial, si ha de ser estable. Hemos considerado la posibilidad de una organización de esa índole en materia de gobierno. La consideraremos ahora en la esfera económica. Al presente, la producción está organizada en lo posible nacionalmente, por medio de los aranceles protectores; cada nación trata de producir en su territorio la mayor cantidad posible de los bienes que consume. Esta tendencia va en aumento, y aun para la Gran Bretaña, que hasta hace poco había tendido a lograr el máximo de sus exportaciones por medio del libre cambio, parece llegado el momento de abandonar esta política a favor de un relativo aislamiento económico.

Desde un punto de vista puramente económico es evidente que resulta costoso organizar una producción nacional con preferencia a una internacional. Sería una economía que

²⁰ Consultad *ThatNext War*, 1930, del mayor Carlos Axel Bratt.

todos los automóviles que corren por el mundo se fabricasen en Detroit. Es decir, que en tal caso se podría producir un coche de un tipo excelente determinado con mucho menos gasto de trabajo humano del que se emplea al presente. En un mundo científicamente organizado, la mayoría de los productos industriales serían así localizados. Habría un sitio para fabricar alfileres y agujas, otro sitio para hacer tijeras y cuchillos, otro para construir aeroplanos, y otro aun para la maquinaria utilizada en la agricultura. Si alguna vez llega a existir el gobierno mundial que hemos considerado, una de sus primeras tareas será la organización internacional de la producción. Esta no permanecerá por más tiempo entregada, como hasta ahora, a la iniciativa privada, sino que será llevada a cabo únicamente en concordancia con órdenes gubernamentales.

Este es ya el caso en productos como los buques de combate, porque, respecto a la guerra, la eficiencia es asunto al que se da importancia; pero en la mayoría de las materias, la producción queda abandonada a los impulsos caóticos de fabricantes particulares, que fabrican demasiado de ciertas cosas y muy poco de otras, con el resultado de existir pobreza en medio de una superproducción que no se utiliza. El plan industrial que existe al presente en el mundo excede con mucho, en varios extremos, las necesidades mundiales. Todo este derroche podría evitarse eliminando la competencia y concentrando la producción en un solo negocio. ,

La distribución de las materias primas es asunto que en toda sociedad científica está regulado por una autoridad central. En la actualidad, las materias primas de importancia están controladas por el poder de las armas. La nación débil, poseedora de oro, se encuentra pronto bajo la soberanía de alguna nación más fuerte. El Transvaal perdió su independencia por poseer oro. Las materias primas no deberían pertenecer a aquellos que, por conquista o por diplomacia, han logrado adquirir el territorio en que se encuentran dichas materias; deberían pertenecer a un autoridad mundial que las distribuyera a quienes tuviesen la máxima habilidad para utilizarlas. Además, nuestro actual sistema económico conduce a que todo el mundo malgaste las materias primas, ya que no hay motivo para prever lo contrario. En un mundo científico, la provisión de una materia prima vital será cuidadosamente estudiada, y cuando se acerque el momento de su agotamiento, la investigación científica tenderá a descubrir un sucedáneo.

La agricultura, por razones que ya consideramos en un capítulo anterior, puede tener menos importancia en el porvenir que la que tiene en la actualidad y ha tenido en el pasado. Fabricaremos, no solamente seda artificial, si no madera artificial, y lana y goma artificial. Con el tiempo tendremos alimentos artificiales. Pero, mientras tanto, -la agricultura se industrializará cada vez más, no sólo en sus métodos, sino también en la mentalidad de los que la practican. Los agricultores de América y de Canadá poseen ya la mentalidad industrial, y no la mentalidad del paciente labriego. La maquinaria se empleará, como es natural, cada vez más. En las proximidades de grandes mercados urbanos, los cultivos intensivos, con métodos artificiales para calentar el terreno, producirán muchas cosechas cada año. Aquí y allí, a través de la comarca campesina, se establecerán grandes centrales de fuerza que formarán un núcleo alrededor del cual se agrupará la población. De la mentalidad del agricultor, conocida desde tiempos remotos, no sobrevivirá nada, ya que el suelo, y aun el clima, estarán sujetos al dominio humano. Se puede presumir que todo hombre y mujer estará obligado a trabajar, y que se les enseñará un nuevo oficio si por alguna razón el trabajo en el antiguo oficio no es necesario por más tiempo. El trabajo más agradable será aquel que proporcione el máximo dominio sobre el mecanismo. Los puestos que proporcionen el mayor poder serán, probablemente, concedidos a los hombres más hábiles como resultado de pruebas de capacidad. Para el trabajo de grado inferior se utilizarán los negros, siempre que sea

posible. Se debe presumir —supongo yo — que el género de trabajo más deseable será mejor pagado que el menos deseable, ya que exigirá más habilidad. No habrá igualdad en la sociedad, aunque dudo que las desigualdades sean hereditarias, excepto entre razas diferentes, como por ejemplo, entre el trabajador blanco y el de color.

Todo el mundo disfrutará de comodidades, y aquellos que ocupen los puestos mejor pagados podrán gozar de lujo considerable. No habrá, como en la actualidad, fluctuaciones de tiempos buenos y malos, pues estas fluctuaciones son el resultado de nuestro anárquico sistema económico. Nadie se morirá de hambre; nadie sufrirá de las ansiedades económicas que al presente asaltan a un tiempo a ricos y a pobres. Por otra parte, la vida estará desprovista de aventura, excepto para los expertos mejor pagados. Desde que la civilización comenzó, los hombres han estado buscando la seguridad con más avidez que cualquiera otra cosa. En semejante mundo la tendrán; pero no estoy seguro de que estimen aceptable el precio que tendrán que pagar por ella.

CAPITULO IX LA EDUCACIÓN EN UNA SOCIEDAD CIENTÍFICA

La educación tiene dos fines: por un lado, formar la inteligencia; por el otro, instruir al ciudadano. Los atenienses se fijaron más en lo primero; los espartanos, en lo segundo. Los espartanos ganaron. Pero los atenienses sobreviven en la memoria de los hombres.

Creo que la educación, en una sociedad científica, puede concebirse por analogía con la educación que dan los jesuitas. Los jesuitas proporcionan una clase de educación a los niños que han de ser hombres corrientes en el mundo, y otra distinta a aquellos que han de llegar a ser miembros de la Compañía de Jesús. De análoga manera, los gobernantes científicos proporcionarán un género de educación a los hombres y mujeres corrientes, y otro a aquellos que hayan de ser mantenedores del poder científico. Los hombres y mujeres corrientes es de esperar que sean dóciles, diligentes, puntuales, de poco pensar y que se sientan satisfechos. De estas cualidades quizás la más importante será la satisfacción. Para producirla se acudirá a todos los recursos del psicoanálisis, del behaviorismo y de la bioquímica. Los niños serán educados desde sus primeros años del modo más adecuado para no adquirir complejos. Casi todos serán niños o niñas normales, felices y llenos de salud. Su alimentación no será abandonada a los caprichos de los padres, sino que será la que recomienden los mejores bioquímicos: Pasarán mucho tiempo al aire libre, y no aprenderán en los libros más que lo absolutamente necesario.

En los temperamentos así formados se impondrá la docilidad por los métodos de instrucción militar, o quizás por métodos más suaves, como los empleados por los *boy-scouts*. Todos los niños y niñas aprenderán desde la edad primera a ser lo que se llama "cooperativos"; es decir, a hacer exactamente lo que todo el mundo hace. La iniciativa quedará desterrada en estos niños, y la insubordinación, sin ser castigada, no les será enseñada científicamente. Su educación será en gran parte manual, y cuando concluyan sus años escolares, se les enseñará un oficio. Para decidir qué oficio han de aprender, se apreciarán sus facultades por expertos. Las lecciones, cuando tengan lugar, se darán por medio del cinematógrafo o de la radio, de modo que un profesor pueda dar simultáneamente lecciones en todas las clases a toda la región. El dar las lecciones será conocido como una empresa de altos vuelos, reservada a los miembros de la clase gobernante. Lo único que se requerirá en cada localidad para reemplazar al maestro de escuela actual será una mujer que mantenga el orden, aunque es de esperar que los niños se conducirán tan bien, que rara vez necesitarán los servicios de esta estimable persona. Aquellos niños, por otro lado, que estén destinados a ser miembros de la clase gobernante recibirán una educación muy diferente. Serán seleccionados, algunos antes

de nacer, otros durante los primeros tres años de vida, y unos pocos entre los tres y seis años. Toda la ciencia conocida se aplicará al desarrollo simultáneo de su inteligencia y de su voluntad.

La eugenesia, el tratamiento químico y térmico del embrión, y el régimen de comidas en los primeros años, se emplearán con vistas a la producción de individuos de máxima eficiencia. El panorama científico se imprimirá en el individuo desde el momento en que el niño sepa hablar, y durante los primeros años, en que al niño le impresiona todo, éste será preservado cuidadosamente del contacto con el ignorante y el no científico. Desde la infancia hasta los veintiún años, se le proporcionará el conocimiento científico, y en todo caso, desde la edad de los doce años se le especializará en aquellas ciencias para las que demuestre mejor aptitud. Al mismo tiempo, se le enseñará la educación física, haciéndole fuerte; se le habituará a revolcarse desnudo en la nieve, a ayunar en ocasiones durante veinticuatro horas, a correr muchas millas en días calurosos, a ser valiente en todas las aventuras físicas, a no quejarse cuando experimente dolor físico. Desde la edad de doce años se le enseñará a instruir niños un poco más jóvenes que él, y sufrirá una sanción severa si los grupos de dichos niños fracasan en imitar a su jefe. Un sentido de su alto destino se mantendrá siempre despierto en él, y habrá de considerar como cosa axiomática la lealtad a las órdenes, que no deberán nunca ser discutidas. Cada joven será, de este modo, sometido a una triple educación: de la inteligencia, del propio dominio y del mando sobre otros. Si fracasa en alguna de estas tres, sufrirá el terrible castigo de ser degradado y pasar a las filas de los trabajadores ordinarios, viéndose condenado por el resto de su vida a convivir con hombres y mujeres muy inferiores a él en educación, y probablemente en inteligencia. El acicate de este temor bastará para hacer diligentes a todos, salvo a una pequeña minoría de niños y niñas de las clases directoras.

Excepto para la cuestión de la lealtad al estado mundial y a su propia orden, los miembros de la clase directora serán inducidos a hacerse intrépidos y a tener iniciativa. Será reconocida como de su competencia la mejora de la técnica científica y el mantener contentos a los trabajadores manuales por medio de continuas diversiones. Como personas de que depende todo progreso, no deberán ser demasiado tímidas, ni estar educadas de tal modo que resulten incapaces de nuevas ideas. Al contrario de lo que suceda con los niños destinados a ser trabajadores manuales, tendrán contacto personal con su profesor y serán alentados a discutir con él. Será asunto suyo procurar estar en lo cierto, si pueden, y en caso contrario, reconocer su error. Habrá, sin embargo, límites a esta libertad intelectual, aun entre los niños de las clases directoras. No les será permitido discutir el valor de la ciencia, o la división de la población en trabajadores manuales y expertos. No podrán jugar con la idea de que quizás la poesía es tan valiosa como la maquinaria, o el amor tan bueno como una investigación científica. Si tales ideas se le ocurriesen a algún espíritu aventurero, serán recibidas en doloroso silencio y se pretenderá no haberlas oído.

Un sentido profundo del deber público se infiltrará en niños y niñas de la clase directora, tan pronto como sean capaces de comprender dicha idea. Se les enseñará que el género humano depende de ellos y que deben prestar un servicio de bondad, especialmente a las clases menos afortunadas que están por debajo de ellos. Pero no hay que suponer que resulten fatuos, ni mucho menos. Replicarán con carcajadas despreciativas a toda observación siniestra que ponga en términos explícitos lo que todos crean en su corazón. Sus modales serán sencillos y corteses, y su sentido del humor será infalible.

El último peldaño en la educación de los intelectuales de la clase gobernante consistirá en el entrenamiento para la investigación. La investigación será organizada por todo lo

alto, y a los jóvenes no les será permitido escoger los casos particulares de investigación en que habrán de trabajar, aunque serán guiados, naturalmente, a investigar aquellas materias en las que hayan demostrado especial habilidad. Sólo a unos pocos se les dará la mayor cantidad de conocimiento científico. Habrá arcanos reservados para una clase selecta de investigación de talento y lealtad. Se puede esperar que la investigación será mucho más técnica que fundamental. Los hombres que dirijan cualquier departamento de investigación serán de edad y estarán satisfechos de ver que los fundamentos de su investigación son suficientemente conocidos. Los descubrimientos que echen por tierra puntos de vista fundamentales, si están hechos por gente joven, serán tenidos por desfavorables, y si se publicasen temerariamente conducirán a la degradación.

Los jóvenes a quienes se les ocurra alguna innovación fundamental harán avances prudentes para persuadir a sus profesores de que tengan en cuenta con agrado las nuevas ideas; pero si estos intentos fracasasen, ocultarán sus nuevas ideas hasta que ellos mismos hayan logrado una posición de autoridad, en cuyo momento olvidarán probablemente aquéllas. La atmósfera de autoridad y organización será extremadamente favorable a la investigación técnica, pero algo enemiga de las innovaciones subversivas, como las que se han visto, por ejemplo, en física durante el presente siglo. Habrá, como es natural, una metafísica oficial, que será considerada sin importancia intelectualmente, pero que será sagrada desde el punto de vista político. A la larga, la proporción de progreso científico disminuirá, y el descubrimiento morirá por respeto a la autoridad.

En cuanto a los trabajadores manuales, se procurará que no se sumerjan en pensamientos serios; se les facilitará el mayor confort posible, y sus horas de trabajo serán mucho más reducidas que en la actualidad; no tendrán miedo a la destitución, o a la desgracia de sus hijos. Tan pronto como concluyan su labor diaria, se les divertirá con espectáculos que les proporcionen una alegría completa y que impidan la gestación de ideas de descontento, que en este caso nublarían su alegría.

En las raras ocasiones en que un niño o una niña, que haya pasado la edad en la que se determina el estado social, muestre una capacidad muy señalada para sentirse intelectualmente igual a los gobernantes, se suscitará una cuestión difícil que requerirá un estudio muy serio. Si el joven se contenta con abandonar a sus antiguos asociados y echarse lealmente en brazos de los gobernantes, podrá ser promovido, después de pruebas convenientes, al rango de éstos; pero si demuestra alguna solidaridad, que sería sensible, con sus antiguos asociados, los gobernantes deducirán con repugnancia que no puede hacerse nada por él, excepto enviarle a la cámara letal, antes de que su inteligencia, mal disciplinada, tenga tiempo de propagar la revuelta. Éste será un penoso deber de los gobernantes; pero creo que no retrocederán ante él.

En casos normales, niños de una herencia garantizada como excelente serán admitidos a las clases directoras desde el momento de la concepción. Parto de este momento, mejor que del nacimiento, porque desde este momento, y no meramente del instante de nacer, es cuando el tratamiento de las dos clases será diferente. Si, no obstante, al tiempo de alcanzar el niño los tres años se ve claramente que no llega al tipo requerido, será degradado. Presumo que para entonces será posible juzgar de la inteligencia de un niño de tres años con suficiente exactitud. En los casos en que haya duda, que serán pocos, se someterá al niño a una minuciosa observación hasta la edad de seis años, en cuyo momento se supone que será posible tomar una decisión oficial, excepto en casos muy contados. Inversamente, los niños nacidos de trabajadores manuales podrán ser ascendidos de clase, en cualquier momento comprendido entre los tres y seis años de edad, y únicamente en muy raros casos en edades posteriores. Creo que pueda admitirse, sin embargo, que existirá una fuerte tendencia en la clase directora a hacerse hereditaria, y que después de varias generaciones muy pocos niños pasarán de una clase a otra. Esto

ocurrirá con más probabilidad aun si los métodos embriológicos para perfeccionar la raza se aplican a las clases directoras y no a la otra. De este modo, el espacio que separa las dos clases, en lo que respecta a la inteligencia de nacimiento, irá agrandándose cada vez más. Esto, empero, no conducirá a la abolición de la clase menos inteligente, ya que los gobernantes no desearán realizar trabajos manuales poco interesantes, ni verse privados de la oportunidad de ejercer benevolencia, ejercicio inherente al mando sobre los trabajadores manuales.

Nuestro mundo tiene una herencia de cultura y de belleza; pero, desgraciadamente, esta herencia ha sido sólo manejada por los miembros menos activos e importantes de cada generación. El gobierno del mundo, con lo que no quiero significar los puestos ministeriales, sino los puestos dominantes de poder, ha venido a caer en manos de hombres que ignoran el pasado, que no tienen ternura por lo tradicional ni comprensión de lo que están destruyendo. No hay ninguna razón fundamental que justifique este estado de cosas. El prevenirlo es un problema de educación, y no muy difícil. Los hombres del pasado eran a menudo limitados y circunscritos en el espacio; pero los nombres que dominan en nuestra época son limitados en el tiempo. Sienten por el pasado un desprecio que no merece, y por el presente, un respeto que aun merece menos. Las máximas consagradas de la edad pretérita han pasado de moda, pero hace falta una nueva serie de máximas para reemplazarlas. Colocaría yo como primera entre éstas la siguiente:

"Es mejor hacer un poco de bien que mucho daño." Para dar sentido a esta máxima sería necesario compenetrarse con lo que se entiende por bien. Pocos hombres de nuestros días, por ejemplo, podrán ser compelidos a creer que no hay una excelencia intrínseca en la locomoción rápida. Subir del infierno al cielo es bueno, aunque es un proceso lento y laborioso; el caer del cielo al infierno es malo, aunque puede realizarse con la velocidad del Satanás de Milton. Ni tampoco puede decirse que un mero aumento en la producción de comodidades materiales sea en sí una cosa de gran valor. Prevenir la extrema pobreza es importante, pero aumentar los bienes de los que ya poseen mucho es un gasto de esfuerzo sin valor. Prevenir el crimen puede ser necesario; pero inventar nuevos crímenes con el fin de que la policía pueda mostrar su habilidad en prevenirlos, no es tan de admirar. Los nuevos poderes que la ciencia ha dado al hombre pueden ser manejados sin peligro por aquellos que, bien por el estudio de la historia, o por su propia experiencia de la vida, hayan adquirido alguna reverencia por los sentimientos humanos y alguna ternura por las emociones que dan colorido a la existencia cotidiana de hombres y mujeres.

No me atrevo a negar que la técnica científica pueda, con el tiempo, construir un mundo artificial preferible por todos los estilos del mundo en que hasta ahora han vivido los hombres; pero debo decir que, si esto ha de realizarse, deberá hacerse por vía de ensayo y con el convencimiento de que el propósito de gobernar no ha de proporcionar tan sólo placer a los que gobiernan, sino hacer la vida tolerable a los que son gobernados. La técnica científica no debe por más tiempo constituir la cultura de los mantenedores del poder, y deberá formar parte esencial del panorama ético de los hombres para comprobar que la voluntad por sí sola no puede hacer una vida buena. El conocimiento y el sentimiento son ingredientes por igual esenciales, tanto en la vida del individuo como en la de la comunidad. El conocimiento, si es amplio e íntimo, trae consigo una realización de tiempos y lugares distantes, el saber que el individuo no es omnipotente o imprescindible, y una perspectiva en la que los valores se ven más claramente que como los perciben aquellos a quienes es imposible una visión distante. Aún más importante que el conocimiento es la vida de las emociones. Un mundo sin deleite y sin efectos es un mundo privado de valor. El manipulador científico debe recordar estas cosas, y si lo

hace, su manipulación puede ser beneficiosa del todo. Todo lo que se necesita es que los hombres no se envenenen tanto con el nuevo poder, que lleguen a olvidar las verdades que fueron familiares a todas las generaciones anteriores. Ni toda la sabiduría es nueva, ni todas las tonterías son anticuadas.

El hombre ha sido disciplinado hasta ahora por su sujeción a la naturaleza. Habiéndose emancipado de esta sujeción, muestra algunos de los defectos del esclavo que se convierte en amo. Una nueva perspectiva moral es necesaria, en la que la sumisión a los poderes de la naturaleza sea reemplazada por lo que tiene el hombre de mejor. Mientras exista esa moral, la ciencia que ha librado al hombre de su cautiverio de la naturaleza podrá proceder a librarle de su cautiverio de sí mismo. Existen peligros, pero no son inevitables; y la esperanza en el futuro es, por lo menos, tan racional como el temor.