

Faustino Cerdón

**LA FUNCIÓN
DE LA
CIENCIA
EN LA SOCIEDAD**



Breve introducción

A lo largo de este libro voy a ocuparme de la función que la ciencia desempeña dentro de la sociedad y de la que debería desempeñar, tema que he considerado de gran interés en cuanto que el ejercicio de una actividad científica es la base de toda la actividad moderna. De mí puedo decir que, a lo largo de mi vida, a la vez que por los problemas científicos que me planteaban los procesos naturales, mi atención se ha visto ininterrumpidamente solicitada por problemas presentados por el ejercicio mismo de mi profesión. Inicialmente (tal vez durante los cuatro primeros años de trabajo profesional) me preocupó muy principalmente examinar mi propio modo de trabajar, con el contraste del de mis maestros, para, adquiriendo «escuela», mejorar mi rendimiento; también me preocupaba entonces el sentido general de la labor del hombre de ciencia, cómo en esta labor podía yo realizarme como persona. Luego, sobre la experiencia así adquirida, se me fueron imponiendo nuevos motivos de reflexión. El trabajo científico no se practica

aisladamente; se suele trabajar colaborando dentro de un equipo, y este equipo forma parte de una institución a la que está ligado por obligaciones y derechos. Llegó un momento en que hube de dirigir y desarrollar un equipo científico, y ello me planteó *tanto* su organización interna más adecuada, para que el conjunto de los investigadores fomentara todo lo posible la capacidad creadora de cada uno y, en consecuencia, el rendimiento general del equipo, *como* las relaciones que parecían más convenientes entre el equipo de investigación y la institución a la que él pertenecía. Por último, esta institución tampoco está aislada, forma parte de un entramado social que le impone un modo de conducta (una política empresarial) que ha de plegarse a la estructura misma de la sociedad; pero, en lo posible, corrigiéndola en sentido favorable. Toda esta escala de dependencias debe forzar, sucesivamente, a disciplinar nuestra conducta en provecho de la eficacia de nuestra labor dentro de un equipo, a organizar cada equipo de modo adecuado a la realidad empresarial o institucional de que forma parte, y a influir sobre la sociedad de modo favorable para el desarrollo y rendimiento de las empresas productivas o docentes. Es obvio que el todo condiciona la función de la parte y que es difícil un pleno rendimiento personal en un mal equipo, un equipo que funcione eficazmente en una empresa desorganizada, y una empresa o institución que tenga desarrollo próspero en una sociedad contradictoria e insegura.

No hay duda de que ni como profesionales ni como personas en general podemos realizarnos sino en términos de la realidad social que nos ha tocado vivir. Para orientar debidamente nuestras acciones ganando los quilates de libertad posibles, tenemos que esforzarnos, pues, en entender nuestra propia actividad, nuestro equipo, nuestra empresa y nuestra sociedad; pero no para plegarnos pasivamente a estas realidades, sino para sacar todo el fruto de las posibilidades

que ofrecen y, también, para procurar influir sobre ellas, desde dentro, favorablemente. Huelga decir que cuanto más elevado sea el nivel de organización, mayor es la trascendencia del orden o desorden que de él irradia; lo apremiante siempre es poner orden en el nivel más alto de los desorganizados, ya que ordenar dentro del desorden es como construir sobre la arena; desgraciadamente, el estado actual de las cosas dificulta proceder así: el orden superior se entiende mal y tropieza con grandes obstáculos, y es difícil que se encomiende a espíritus libres y objetivos (que sea objeto, por decirlo así, de pensamiento científico). Por desalentador que nos resulte, tenemos que aplicarnos a construir pequeños gérmenes de orden y hacerlo sin perder las coordenadas del orden general, a fin de, en lo posible, prepararlo y facilitarlo. Este es nuestro destino actual que tenemos que aceptar animosamente; sin duda, el orden desde abajo trasciende con más dificultad hacia arriba, pero también lo hace, y, por lo demás, la organización es una tarea permanente.

A lo anterior debo añadir que el ejercicio de la función científica y su organización, por todo lo dicho, no obedecen a pautas fijas. En cada momento han de adaptarse a una realidad empresarial o institucional o social cambiantes rápidamente, en gran parte por la influencia de la técnica, hija de la ciencia, y del pensamiento científico mismo. Por ello, la función de la ciencia en la sociedad que cambia, cambia también con el tiempo y, de hecho, se ha modificado mucho en el solo curso de mi vida profesional y deberá experimentar grandes inflexiones en un período próximo. Por otra parte, lo que entendemos por ciencia no es más que un modo especial (superior a los anteriores) de integrar y desarrollar la experiencia humana que se establece en tiempos modernos (podemos datar su origen en el siglo XVIII) y cuya repercusión sobre la acción humana es tan rápida e intensa que suele de-

nominarsé revolución industrial. Es, pues, forzoso enfocar el estudio de la función social de la ciencia de modo histórico: lo que se observe de verdad en ella en un momento dado, puede ser falso años después. Comenzaré este primer capítulo con el estudio de la acción y experiencia humana en general (de la que, huelga decirlo, la ciencia no es sino una modalidad particular, elevada pero sujeta a sus leyes generales), y consideraré luego la modalidad precientífica del desarrollo de la experiencia humana: la etapa del conocimiento empírico. Dedicaré el segundo capítulo al estudio del origen y naturaleza de la ciencia moderna: de lo que podemos llamar el conocimiento experimental. En el tercer capítulo me ocuparé del estado actual de la ciencia, caracterizado, en mi opinión, por una servidumbre a la actividad productiva (empresarial) que la hace recaer, por una parte, en el empirismo y, por otra, en una creciente irracionalidad. En fin, en el último capítulo trataré de las posibles acciones para corregir estos extravíos.

La acción y experiencia humanas (el trabajo y el pensamiento).

El desarrollo precientífico de la acción y experiencia humana: el conocimiento empírico

La acción y la experiencia humana: el trabajo y el pensamiento

Me parece que pocos biólogos se negarían a admitir que los seres vivos genuinos (los individuos protoplásmicos, las células, los animales) se caracterizan por algún modo de acción, que aplican fundamentalmente a conseguir su alimento, acción de la que ganan experiencia para la acción inmediata; una célula, un animal, se sostienen vivos por una cadena ininterrumpida de acciones trabadas por experiencia; dicho de otro modo, todo ser vivo¹ sólo puede perdurar su tiempo de vida gracias a su capacidad de realizar acciones que le permiten conseguir su alimento y a que percibe de algún modo los efectos útiles o nocivos de ellas para ir las adaptando a su medio siempre cambiante. Por tanto, esta facultad radical de acción y experiencia supone que cada acción va precedida de un tanteo: el efecto de la acción previa. Significa que todo ser vivo se distingue de lo que no lo es (un agre-

gado cualquiera o un mecanismo) por un cuánto de conciencia (la capacidad de percibir en cada coyuntura varias posibilidades) y el consiguiente cuánto de libertad (la capacidad de elegir la mejor).

Por otra parte, los distintos tipos de seres vivos se diferencian unos de otros por sus modos de acción y experiencia peculiares, que son, en definitiva, los adecuados para conseguir el alimento característico de cada tipo. De hecho, la evolución biológica es la historia del perfeccionamiento y diversificación incesantes de esta acción y experiencia y de la complejización y diversificación complementaria de los medios, esto es, de la realidad en torno a los seres vivos conformada progresivamente por la acción y experiencia de ellos, de modo que permita nuevos avances de tal acción y experiencia. No cabe duda, pues, de que nuestra acción y experiencia humana tienen un origen biológico, un origen que la hace científicamente inteligible; el modo de acción y experiencia que nos caracteriza es la culminación de la acción y experiencia de los animales, que, como sabemos, se ha ido despertando y perfeccionando a lo largo de cientos de millones de años por la interacción de unos animales con otros, concurriendo ante el alimento peculiar de todos los animales: alimento vegetal o animal, de muy diversas modalidades según la especie animal, pero que en todas ellas hay que desintegrar y digerir para alimentar las propias células. Como biológicamente el hombre es un animal más, esto es, un ser vivo integrado sobre la cooperación de células, nuestro alimento comparte esta característica con el alimento de los animales. Ahora bien, la acción y experiencia que continuamente realizamos para mantenernos vivos y el medio a que se aplica nuestra acción y experiencia difieren cualitativamente de la acción y experiencia y del medio de todo otro animal. En definitiva, la acción y experiencia humana resulta de un último perfeccionamiento de la acción y experiencia animal

cumplido por una especie animal culminante, pero de un último perfeccionamiento tal que implica un cambio de naturaleza de la acción y experiencia animal. Así llegamos a la primera cuestión básica de nuestra conferencia: ¿cuál es el carácter distintivo de la acción y experiencia humana frente a la de los demás animales?; o, si se quiere, ¿cuál es la índole de nuestra conciencia y libertad frente a la conciencia y libertad de los demás animales, incluyendo los superiores?

Me parece indudable, y creo que todos estamos conformes con ello, que el carácter distintivo de la acción y experiencia humana es el hecho de que se realizan en pensamiento. Por lo demás, el pensamiento es consustancial con el lenguaje. Ello significa que el hombre (y sólo el hombre) se orienta en su medio traduciendo en palabras los resultados de su actividad guiada obviamente por palabras. Sólo nos poseemos de algo cuando logramos expresarlo; es decir, cuando lo hacemos comunicable a otros hombres (y ello incluso cuando, como sucede en la inmensa mayor parte de nuestras vivencias, guardamos para nosotros la exploración verbal de la realidad: esto es, hablamos para nosotros, pensamos en palabras inaudibles para los demás).

Dicho de otro modo, lo característico de la experiencia humana es el ser siempre comunicable a otros hombres; por su naturaleza, toda experiencia humana es potencialmente «social». Se nos impone que una forma así de experiencia sólo pudo conquistarse por unos animales que vivían cooperando intensamente.* Si en el principio de todo está siempre la acción, puede afirmarse que la cooperación regular disciplinada para alimentarse —en una palabra, el trabajo— es lo que confirió a nuestros antepasados homínidos

* Cooperando tan intensamente que devinieron medio unos de otros, que esa cooperación devino en ellos naturaleza, se interiorizó en pensamiento.

la facultad, primero, de hablar, y luego, la de hablar cada uno y continuamente consigo mismo, la de pensar. La actividad social, el trabajo, hizo a la experiencia social, al lenguaje y, con ello, al hombre.

Parece evidente que una experiencia individual comunicable a los individuos de un grupo ha de progresar mucho más rápidamente y hacerse mucho más rica y compleja que una experiencia conseguida exclusivamente por cada individuo o, en el mejor de los casos, sólo transmisible por imitación directa. Pero, a mi modo de ver, hay algo más y más profundo: La transformación de la experiencia individual en experiencia social o comunicable supone un cambio cualitativo en la naturaleza misma de la experiencia que no podemos sino señalar brevemente.

La experiencia comunicable (la experiencia resultante del ejercicio del pensamiento y generadora de pensamiento) explora un aspecto de la naturaleza distinto del explorado por la experiencia animal. Podemos decir que el esfuerzo por hacer comunicable la experiencia individual en beneficio de la acción colectiva, de añadidura llevó «inesperadamente»* al homínido (y así lo volvió hombre) a asir unos cabos de la trama de que está tejida la realidad, tirando de los cuales ha sido posible aprovechar nuevas fuentes energéticas y desentrañar cada vez mejor los fenómenos naturales. Ante todo, la determinación de lo concreto por la palabra obliga a referirlo a algo general, de modo que el lenguaje implica siempre una generalización. Pero hay más, el dinamismo interno de todas las lenguas se reduce a una permanente referencia de sujetos a predicados que constituye la base insoslayable de todo el desarrollo del pensamiento porque corresponde a la correlación permanente que en la naturaleza realmente existe entre los seres y procesos

* Siempre que surge algo *realmente nuevo* lo hace, por definición, como consecuencia *inesperada* del progreso de lo previo.

correspondientes, correlación, digamos de pasada, que es lo que permite que los distintos seres vivos persistan por el ejercicio de sus peculiares formas de acción y experiencia, adaptados a una realidad sujeta a perpetuo cambio, pero a un cambio ordenado, que ellos mismos contribuyen, a su nivel, a establecer.

Volviendo a los animales, podemos decir, según lo anterior, que viven gracias a que perciben, con los órganos de los sentidos, regularidades naturales (establecidas del modo dicho por el juego recíproco de seres y procesos) y se adaptan, por tanto, a ellas para conseguir su alimento y para evitar peligros. Pero el hombre, gracias a la palabra, hace algo más; no sólo percibe con sus órganos de los sentidos de animal regularidades naturales (lo que llamamos estímulos), sino que, al expresarlas, realiza generalizaciones (regularidades de orden superior) que pueden llevar a generalizaciones más amplias, lo que ha permitido actuar sobre la naturaleza con una iniciativa y previsión aceleradamente crecientes. Así ha actuado el hombre desde su origen mismo, por ser el modo de acción y experiencia inherente a la palabra, por lo que el hombre puede ser definido como el animal autótrofo, es decir, como el animal capaz de ir encontrando, desde su comienzo, nuevas fuentes directas o indirectas de alimento, actuando sobre fenómenos naturales de modos progresivamente más complejos.²

Antes de entrar en la consideración de la ciencia no podemos pasar por alto la siguiente característica de la actividad humana en general. La experiencia social, comunicable, que guía esta actividad se desarrolló tan rápidamente que en seguida desprendió al hombre del medio animal que modelaba la acción y experiencia del homínido ancestral, y le insertó en un medio nuevo, privativo de él, la sociedad humana. De modelar su conducta, como lo hacía el homínido, sobre las pautas de conducta de especies animales, pasa a hacerlo sobre las pautas de conducta sociales del

grupo humano al que cada individuo pertenecía, y estas pautas de conducta (por lento que nos resulte a veces su cambio para nuestros deseos y propósitos) evolucionan con una rapidez enormemente superior a la de la evolución animal. Ni que decir tiene que este hecho de que los hombres de cada grupo humano constituyan el medio de cada uno de ellos (el hecho de que cada persona esté modelada por la sociedad a que pertenece) es fundamental para entender la naturaleza humana y las leyes de su progreso. Significa, en primer lugar, que el hombre, por su origen, está resguardado de las acciones de los demás animales, por el grupo humano de que forma parte, lo suficiente para que su soma deje de ser conformado, por selección natural, al modo animal. Podemos decir, que, en el hombre, lo que determina la probabilidad de dejar descendencia, no es ya la capacidad congénita hereditaria de su acción y experiencia humana tendida al máximo por exigencias del medio (como sucede en los animales), sino el hecho de pertenecer a un grupo humano que, por la eficacia de su organización, fuese demográficamente expansivo.* Creo que, para conquistar la palabra, el homínido antepasado del hombre hubo de ser un animal sometido a una presión selectiva especial que le hizo evolucionar en una dirección determinada muy rápidamente (sin duda por haber cambiado su habitat arbóreo por el suelo) al modo animal (esto es, modificar su acción y experiencia de animal y en consecuencia adaptar su sistema nervioso y órganos de los sentidos); pero opino también que, en cuanto conquistó la palabra³ y devino hombre, por contrario que parezca a nuestros prejuicios, se detuvo la selección natural de las capacidades

* Probablemente la afirmación sea general y alcance a los pueblos de cultura más rudimentaria, en los que la posible degeneración por una alimentación insuficiente no parece que haya podido contrarrestarse por selección (ni natural ni social) de los más aptos somáticamente.

individuales de acción y experiencia y, por tanto, se interrumpió la especialización del sistema nervioso. No estoy lejos de pensar que la capacidad congénita y la complejidad del sistema nervioso de los primeros hombres sería tan parecida a la nuestra que sus niños hubieran podido insertarse en nuestra vida moderna. La iniciativa que exigía y la capacidad creadora que permitían sus condiciones de vida eran comparables a la de la vida actual. Dado el hecho de que cada hombre es en términos de los demás hombres, hay un no sé qué de atractivo en la inducción biológica de que los primeros individuos humanos, como Minerva de la cabeza de Júpiter, surgieron de la evolución animal armados con toda la plenitud de las facultades congénitas humanas.

La interrupción del progreso evolutivo de la capacidad congénita de la acción y experiencia de los hombres⁴ contrasta con el rapidísimo desarrollo de la acción y experiencia humanas, cuya aceleración (a pesar de la inmovilización de las capacidades congénitas) es de un orden de magnitud muy superior al propio de la aceleración máxima de la acción y experiencia animal. Notemos, de pasada, que la biología nos enseña que, en todos los seres vivos y no sólo en el hombre, lo que progresa primariamente es la acción y experiencia (y complementariamente el medio), y, posteriormente, las estructuras (somáticas o artificiales) con que se efectúa la acción y experiencia. ¿Cómo se producen estas relaciones en la evolución humana en comparación con la evolución del animal?

Durante el desarrollo embrionario de todo animal, sin excluir el hombre, se verifica un rapidísimo progreso de su acción y experiencia debido al cambio también rapidísimo de circunstancias a que ha de adaptarse el feto. En efecto, durante esta fase de su ontogénesis,⁵ el animal (encerrado en el huevo o vinculado a la sangre materna) no ha de buscar su ali-

mento, del que posee la conveniente provisión de origen materno, pero necesita continuamente aprender a distribuirlo entre todas las células de que el animal consta, que aumentan en progresión geométrica durante su crecimiento. Sin duda, la acción y experiencia animal es lo que preside la disposición de las nuevas células y condiciona la diferenciación de funciones entre ellas (guiada, a su nivel, por la respectiva acción y experiencia celular), de modo que se produce un cambio rápido de estructuras adaptado al rápido aumento de tamaño.⁶ El alumbramiento de un mamífero y, en su caso, el de un niño supone su inserción en el medio definitivo, con lo que se produce un cambio brusco de circunstancias; el progreso de la acción y experiencia del animal, de estar determinado por la necesidad dicha de distribuir alimento apropiado, proporcionado por la madre, entre el número creciente de sus células, pasa a estarlo por la necesidad ahora primordial de buscar el alimento propio de la especie,* es decir la de insertarse en el medio animal, o, en su caso, humano, e irlo dominando paulatinamente. Ni que decir tiene que este desarrollo de la acción y experiencia determina igualmente obvios cambios somáticos, si bien menos acusados y típicos que los anteriores. Por lo demás, las primeras etapas de esta inserción en el medio de la especie se verifican, en muchos animales, bajo la tutela de los padres a los que las crías imitan y por los que son vigiladas e incluso corregidas (sobre todo en las especies superiores, de pautas de conducta especialmente complejas y variadas).

Después de destacar la analogía que existe entre la ontogénesis animal y la humana (como corresponde a la naturaleza animal del hombre) pasamos a examinar las diferencias que existen entre una y otra onto-

* Y, en general, la de transformarlo en alimento propio de sus células, experiencia y acción básica de la actividad animal.

génesis, motivadas por la categoría particular (de animal autótrofo) que distingue al hombre de los demás animales (todos ellos heterótrofos).⁷ La etapa intrauterina de la ontogénesis humana es rigurosamente animal y en ella se gesta el recién nacido con unos caracteres congénitos que, por una parte, corresponden al homínido culminante, si bien, por otra parte, le van a permitir engarzar en el medio humano (en la futura cooperación en el trabajo y en la adquisición y transmisión correspondientes de pensamiento). Pero en cuanto el niño es dado a luz se imponen las diferencias ontogénicas entre el hombre y los demás animales.

A la vista salta que la diferencia fundamental consiste en que el niño, al nacer, entra en un medio humano que difiere radicalmente de todos y cada uno de los medios animales. Si denominamos medio a los aspectos del ámbito que son modelados por la acción y experiencia de un ser vivo y a los que recíprocamente se ajusta tal acción y experiencia, el medio del niño (como el de muchos mamíferos) se reduce, en un principio, a la leche materna que le es proporcionada, sin que ellos hayan de aplicar otra acción y experiencia que la necesaria para succionarla, deglutirla y digerirla. Pero ya, desde este momento, el medio del niño difiere cualitativamente del medio de cualquier otro mamífero (y, a mayor abundamiento, de cualquier otro animal), en cuanto que la madre (donadora del alimento inicial) es una mujer,^{8, 9} modelada por un medio humano, al que habrá de conducir paulatinamente al niño desde la lactación misma.

El niño, pues, se inserta desde su nacimiento en un medio humano que, en un principio, se reduce a la leche y actos digestivos pero que pronto se extiende a la madre que habla y que haciéndolo asocia estímulos verbales a la acción y experiencia incipientes del niño. Desde el surgimiento de los primeros seres humanos, el niño al nacer arraiga en un medio social trabado

por acción cooperante y por experiencia comunicable entre hombres. La diferencia esencial entre el medio humano y el de todos y cada uno de los animales hace que el resto de la ontogénesis (la vida extrauterina de cada persona) y que la filogénesis humanas (la historia)* tengan unas características que conviene destacar:

1. El medio humano, las normas sociales en torno a cada hombre que guían su acción y experiencia, posee una velocidad de transformación muy superior a la de los animales más evolucionados, transformación a la que complementariamente ha de adaptarse la capacidad de acción y experiencia congénita de los individuos.

La transformación del medio humano consiste, fundamentalmente, en la evolución de las pautas de relación humana en la organización social del trabajo y de las restantes actividades.

2. La mayor capacidad de acción y experiencia individual exigida por el progreso del medio humano no se logra por el perfeccionamiento de cualidades congénitas, sino, fundamentalmente, *a)* el de la acción, por el desarrollo de los instrumentos y de la técnica en general, y *b)* el de la experiencia, por el desarrollo de la educación.

Parece justificado el enfoque biológico que acabo de hacer del modo de acción y experiencia propio del hombre, en el que he procurado entenderlo por su origen, desde el modo de acción y experiencia animal, y por su desarrollo, tomando el alimento como núcleo

* En el hombre, la filogénesis se hace historia, dado que, por definición, la experiencia humana es social y transmisible de generación en generación (y ello a pesar de que el proceso de la transmisión histórica resulte casi siempre muy difícil de desentrañar y, en especial, antes de la documentación escrita).

central del medio. Me parece que el único modo de entender un ser vivo (en este caso el hombre) es por su proceso de origen, y, así, he tenido que enfocar al modo biológico un problema (el de la naturaleza humana) que es, realmente el culminante de la biología. Antes de pasar a la consideración del modo normal por el que los hombres fueron adquiriendo antes de la ciencia experimental, conocimientos que les permitían dominar la naturaleza, vamos a hacer una breve recapitulación comentada de lo expuesto. En mi opinión, como muchas veces sucede, el enfoque materialista parece conducir a unas conclusiones altruistas (idealistas en el sentido ponderativo de esta palabra), y, a veces, nos inclinamos a sospechar si la repulsa que el materialismo científico aplicado a los asuntos del hombre encuentra en algunos sectores de opinión, sea, precisamente, el altruismo que, para regular las relaciones entre los hombres, nos es impuesto por la consideración objetiva de la naturaleza humana. Pero, sin más digresión, pasemos a recapitular lo expuesto en algunas conclusiones:

1. El hombre procede de un animal (el homínido ancestral) que llegó a vivir en pequeños grupos cooperando cada vez más estrechamente para mantenerse según normas de conducta social conservadas y enriquecidas por esta permanente cooperación. Si denominamos trabajo a esta cooperación, en la que el grupo disciplina a cada individuo, puede afirmarse que el ejercicio constante del trabajo precedió al hombre y estableció las condiciones para que surgiera.
2. Pero el trabajo, por sí solo, no define al hombre, no lo desprende todavía de la evolución conjunta del homínido con los demás animales. Ahora bien, preparó el camino para que así sucediera. Cuando la cooperación de los homínidos en la acción

(cuando la procura social de alimento) fue muy elaborada e intensa, lo que obviamente obligaba a una atención y comunicación permanentes entre los individuos de cada grupo social, este hecho terminó forzando el perfeccionamiento de la comunicación hasta el lenguaje,⁸ capaz de conducir la cooperación en el trabajo con mucha más eficacia y seguridad, y, sobre todo, capaz de acelerar el progreso de la acción y experiencia con mucha más rapidez que la que puede alcanzar el progreso de la acción y experiencia animal incluso en las condiciones más favorables.

La palabra sí define al hombre, sobre todo desde que la interiorizó, desde que aprendió a hablar para sí. Desde este momento (el del surgimiento del hombre), la palabra (suya o de sus semejantes) le acompaña continuamente, orienta sus acciones y es su acción principal, genuina. Podemos decir que el hombre se realiza continuamente en palabras.

3. La palabra no sólo tiene el valor de comunicar a los demás la propia experiencia en favor de la cooperación, sino que permite allegar experiencia nueva, de otro modo inalcanzable. La determinación continua de lo concreto en términos de lo general mediante la palabra permite, inversamente, lleva de la mano, a utilizar la palabra para descubrir lo general (lo regular) que subyace en el fluir incesante de los procesos naturales y, así, conducirlo en provecho propio. Esta virtud del lenguaje se debe, sin duda, a que su dinámica básica (su permanente referencia entre sujeto y predicado verbal) encarna con maravillosa plasticidad una ley absolutamente general de la naturaleza: la coherencia general del universo, conforme a la cual los seres (los orígenes permanentes de acción) son proceso remansado y resultan de procesos ex-

teriores a ellos, y, recíprocamente, los procesos provienen de seres, de agentes de distinto nivel de integración energético-material.

4. Por último, la palabra elevó a carácter esencial del hombre la cooperación de los homínidos de la que ella había surgido y con ella el hombre. El hombre, por definición, es hablando, esto es, en términos de otros hombres. Con la palabra el hombre no sólo conquistó un modo de acción y experiencia superior al de los demás animales, sino que enlazó, en un conjunto cerrado (la humanidad), a todos los hombres, conjunto que, emprendiendo su evolución propia, se desprendió de la general de los animales para influirla cada vez más intensamente y luego gobernarla desde arriba. Evidentemente, la historia no es la evolución del hombre dentro de la evolución conjunta de los animales, sino la evolución de las relaciones entre los hombres que secundariamente influye sobre los demás seres vivos.

Las leyes generales de la evolución humana

Hemos procurado entender el modo de acción y experiencia que definen al hombre. La evolución del hombre es, pues, la de esta acción y experiencia, que, en un momento determinado de su desarrollo, desembocó en la ciencia, que no es sino una etapa o aspecto de esta evolución. Vamos, pues, a inducir algunas leyes de la evolución de la acción y experiencia humana que creemos de interés para comprender: 1) el origen y naturaleza, 2) el estado actual, y 3) el porvenir de la ciencia, temas respectivos de los tres capítulos restantes. Ante la imposibilidad de hacer un estudio sistemático de las leyes de la evolución humana, voy a

limitarme a hacer unas cuantas consideraciones necesariamente deshilvanadas.

Hemos visto que el modo de acción y experiencia peculiar del hombre es la cooperación socialmente disciplinada con otros hombres para allegar alimento y otros bienes (lo que llamamos *trabajo*), cooperación guiada por una experiencia conseguida socialmente mediante la palabra (lo que llamamos *pensamiento*). De acuerdo con lo anterior, hemos asimismo puntualizado que *el medio de todo individuo humano* (lo que, por una parte, modela a la acción y experiencia de cada hombre, y, por la otra, es modelado por la acción y experiencia de todos) *está constituido* por los demás hombres, *por la sociedad*.

La evolución de todo tipo de ser vivo (de los individuos protoplásmicos, de las células, de los animales) se verifica siempre por la modificación paulatina del medio del ser vivo de que se trate, determinada por la acción y experiencia de estos seres vivos, y por la modificación paulatina, recíproca de la anterior, de la acción y experiencia individual de ellos, apoyada en la modificación previa del medio. La evolución de todo ser vivo se cumple siempre por este juego recíproco y alternado de cuántos de progreso del medio y de cuántos de progreso del ser vivo, de modo que la clave de la conducta de un ser vivo, en un momento cualquiera de su evolución, hay que buscarla en su medio; y, recíprocamente, la naturaleza del medio de un ser vivo hay que buscarla en la acción y experiencia (en la conducta) de los seres vivos correspondientes que lo mantienen y lo modifican paulatinamente. Claro es que lo dicho se aplica rigurosamente al hombre cuya evolución, pues, se verifica por el progreso del medio humano (por el progreso de la organización de la sociedad) apoyado en la capacidad de acción y experiencia alcanzada por los seres humanos, y, recíprocamente, por el progreso de los individuos humanos (por el progreso del desarrollo de su

acción y experiencia en el curso de sus vidas) que vaya permitiendo el grado de progreso del medio humano (de la sociedad) en el momento. Teniendo presentes estas líneas generales, veamos algunas características de la evolución humana, que dependen de la naturaleza particular del medio humano y de la correspondiente naturaleza de la acción y experiencia del individuo humano.

1. Ante todo, una característica obvia de la evolución humana es el hecho de que asume el nivel de evolución más alto en la Tierra. Los hombres presiden y gobiernan en provecho propio, con influencia creciente, la evolución de los restantes seres vivos cada vez más plegada a la evolución humana (ganadería, agricultura, pesca y maricultura, influencia sobre los ecosistemas); asimismo, el hombre saca creciente provecho de los procesos inorgánicos.

Puede, pues, decirse que la ley de la evolución humana es el progreso de lo conveniente para los hombres, esto es, la de una *creciente libertad* (en tanto que los animales han pasado a evolucionar por ventajas selectivas, no para ellos mismos, en una «libre» naturaleza, sino por ventajas para el hombre).

2. El problema es cómo se produce esa creciente libertad humana: cómo los hombres han ido aprovechando cada vez mejor la biosfera terrestre en beneficio de ellos. Según lo que antes dijimos, ha de producirse por avances de la sociedad y avances de la acción y experiencia de los individuos que se impulsen y condicionen mutuamente.

Comencemos por prestar atención a la evolución del medio humano (del todo en evolución) haciendo abstracción, de momento, del progreso complementario de los individuos. Dada la

naturaleza de la acción y experiencia humana, significa un progreso del medio humano (de la sociedad) todo cambio de su organización que favorezca la cooperación de los hombres en su conquista, por el trabajo, de bienes (alimento, vestido, albergue, ocio y modo de llenarlo, etc.). En concreto, son señales de progreso social todo cuanto tienda a resolver los antagonismos humanos, a cualquier nivel, en cooperación y todo cuanto intensifique y enriquezca la cooperación en el trabajo para aumentar su rendimiento en provecho de todos.⁹ Es de conocimiento general que este progreso del medio (de la sociedad) tropieza continuamente con el obstáculo de las relaciones de producción establecidas, que, en un tiempo, fueron progresivas pero que, cuando dejan de convenir al estado potencial de las fuerzas productivas, se resisten a ser trastornadas, defendidas por quienes se consideran beneficiarios de ellas. Rasgo principal de la historia humana es este proceso, cuya consideración no atañe directamente a nuestro tema.

3. Aparte de por este impedimento interno, el progreso del medio humano (de la sociedad) está continuamente frenado por los límites de la capacidad de acción y experiencia de los individuos humanos y, por otra parte, sienta las bases para que tal capacidad de acción y experiencia pueda avanzar un paso más, ya que, hasta muy recientemente, la experiencia social (el pensamiento) se ha desarrollado principalmente en la actividad productiva, en el trabajo.

A su vez, el pensamiento así ganado individualmente como experiencia del trabajo, fuerza un avance más en la organización social del trabajo, y, de este modo complementario o pendular, se va cumpliendo el progreso de la acción y expe-

riencia humana, en esta gran etapa precientífica que denominaremos de desarrollo empírico del pensamiento.

4. La evolución humana tiene una característica notable debida a un hecho de que antes hablamos, a saber, la detención del progreso filogénico (de generación en generación) de la capacidad congénita de los individuos humanos de adquirir experiencia.¹⁰ Y, sin embargo, paradójicamente, el progreso de la acción y experiencia de los hombres se produce a una velocidad incomparablemente mayor que en los animales superiores (el progreso del homínido en su aspecto prehumano se cumple, a escala humana, con lo que nos parece una lentitud desesperante).* ¿Cómo se compaginan la inmovilización de las facultades con el acelerado progreso histórico de la acción y experiencia humana?

Ni que decir tiene que la solución hay que buscarla en la naturaleza especial del medio humano (de la sociedad) formado por el conjunto de los hombres trabado por experiencia transmisible e integrable, por el pensamiento. A mi modo de ver, hay que entender por facultades congénitas humanas la capacidad que una persona puede desplegar relacionando en cada acto de pensamiento (en palabra interiorizada) experiencia que guíe el inmediato acto mental. Esta facultad, por decirlo así elemental, de orientarnos en nuestro medio humano (contribuyendo a la vez a crearlo) es la que ha quedado inmovilizada. Pero, en cambio, son cada vez más ricos y precisos (por resultar de una creciente integración de experiencia humana)

* Precisamente este acelerado progreso de la acción y experiencia humana (el progreso cultural o histórico) es lo que tiende a ocultarnos la detención y tal vez la degeneración de nuestras facultades congénitas.

los estímulos verbales, las ideas, que, con el transcurso del tiempo, su medio va brindando a los hombres para orientar su actividad. Así se explica que hombres cuyas facultades congénitas no son superiores,¹¹ con el avance de la historia realicen acciones cada vez más difíciles y previsoras.¹²

5. Según lo dicho, los individuos humanos, con sus facultades congénitas "fijas", han de elevarse, de generación en generación, al desempeño de acciones que entrañan una integración de experiencia creciente. Han de hacerlo mediante una sucesión de actos mentales, cuya dificultad intrínseca no puede exceder en ninguno de ellos de la capacidad congénita. El progreso del medio humano (de la sociedad) fuerza, pues, por definición, a un proceso de educación de la acción y experiencia de los individuos en una serie de actos en los que paulatinamente varios estímulos verbales (ideas) se van integrando en uno, lo particular deviene ley, hasta que se va capacitando para acciones intrínsecamente complejas con sus fuerzas limitadas. En una palabra, el medio humano ha de cuidar de la educación de los individuos, tanto más prolongada cuanto más evolucionado él sea.
6. No hay que insistir en que lo característico de la acción y experiencia humana es el ser transmisible de hombre a hombre (e integrable en experiencia superior) mediante la palabra. Por tanto, son factores esenciales de progreso humano las conquistas de experiencia humana que favorezcan precisamente la transmisión de esta experiencia. Lo señalo por el interés que habrá de tener al considerar la ciencia y su proceso. Son obviamente factores esenciales de progreso humano la tradición oral (especializada, por ejemplo, mediante el verso), la representación gráfica, los artefactos he-

chos y las herramientas, la escritura, la imprenta y, modernamente, mediante los recursos técnicos basados ya en la ciencia.

Cada persona, pues, se realiza, en la palabra, interiorizando continuamente su medio humano, la sociedad a que pertenece. Recíprocamente cuanto más intensa es esta interiorización mayor puede ser el impacto de la persona en el reforzamiento y progreso del medio humano.

Teniendo en cuenta su impacto sobre el medio (sobre la sociedad) ¿de qué dos formas puede realizarse una persona en su acción? Me parece que pueden distinguirse dos grados de realización: 1) El primero, en el desempeño de una actividad aprendida de una cierta dificultad; de este modo, los hombres mantienen el nivel de progreso del medio humano (adquieren una experiencia social y la transmiten) y reciben una satisfacción íntima y un aprecio social, correspondientes a la dificultad de la tarea; 2) El segundo modo de realizarse consiste en perfeccionar la acción aprendida sumando experiencia propia a la social aprendida; de este modo, los hombres impulsan el progreso del medio humano (reciben una experiencia y transmiten una experiencia superior).

Me parece que, en la etapa del pensamiento empírico (es decir, durante la evolución de la acción y experiencia humana desde su origen hasta el surgimiento de la ciencia), los hombres (que desarrollaban su capacidad de acción y experiencia —se educaban— casi exclusivamente en el trabajo) «se realizaban» casi exclusivamente por el primero de los dos modos. El tanto por ciento de innovación respecto al modo de acción rutinario, sistemático, debió ser muy pequeño a lo largo de este período, tanto que los hombres apenas percibían el progreso general del medio humano. Realmente el modo de destacar era el buen tra-

bajo, por métodos establecidos, en tareas difíciles, en las que la aportación personal no incorporable a la experiencia colectiva, la habilidad, tenía valor. Como se expone en el capítulo siguiente, con el surgimiento de la ciencia experimental, no sólo se impone a la conciencia humana el desarrollo de la experiencia social, sino que el impulsarlo se constituye en el objetivo de una corporación profesional (por así decirlo): los hombres de ciencia, que organizan sus normas de conducta y de trabajo propias.

7. Terminemos procurando formarnos una idea concreta de cómo se producía el progreso de la acción y experiencia humana durante la etapa precientífica, del desarrollo empírico de los conocimientos, en la que el hombre no tenía aún conciencia clara de su propio progreso y por tanto no lo forzaba, sino que se producía, por así decirlo, como consecuencia imprevista, ocasional, del trabajo productivo. Tenemos, pues, que entender el progreso del conocimiento en el marco de la actividad productiva. El hombre vive, actuando sobre procesos naturales de muy diverso tipo, cooperando en el trabajo, y en el marco de una sociedad. Por consiguiente, el hombre tuvo que ir ganando experiencia en tres aspectos de su actividad: en el de su acción personal misma, en el de los procesos naturales a los que la aplicaban, y en el de las relaciones sociales, principalmente ante la producción. Consideremos estas tres líneas simultáneas de progreso en lo que atañe al surgimiento de la ciencia experimental.

La primera de las tres líneas señaladas puede denominarse el proceso de objetivación de la acción humana. Veamos en qué consiste. La conquista de conocimientos empíricos se verifica por el contraste, en el trabajo, de acciones y de resul-

tados. Es obvio que en esta etapa de la evolución humana se comparan acciones entre sí y luego se comparan los correspondientes resultados: puede decirse que se refieren, unos a otros, procesos aparentemente heterogéneos (la acción, por una parte; por la otra, el resultado). La conquista, así producida, de conocimientos empíricos consiste en la aptitud de ir reproduciendo acciones cada vez más complejas (y coordinadoras de más trabajo) para conseguir resultados. De hecho, esto obliga a una descripción cada vez más minuciosa y precisa de la propia acción para que uno mismo y los demás puedan reproducirla, o para que, en la colaboración, se adapten a ella como medio de la acción suya. En el capítulo siguiente veremos cómo esta objetivación de la conducta humana constituye uno de los aspectos de la ciencia moderna que antes se desarrollan (la mecánica establecida como ciencia experimental por Galileo, en la primera mitad del siglo XVII) base del desarrollo creciente de aparatos y mecanismos.

En segundo lugar tenemos, según lo dicho, que considerar que toda acción humana se basa, primordialmente, en la observación de algún proceso natural, espontáneo o provocado fortuitamente, cuyo resultado se procura reproducir artificialmente. Luego se observan variaciones en la acción humana que determinan variaciones en el resultado y, en fin, se provocan con mayor o menor método estas variaciones. El método consiste, en resumidas cuentas, en inmovilizar variables (precisar circunstancias en la acción) excepto algo, que se modifica «experimentalmente» para observar el resultado. Este modo de conseguir experiencia (de hecho desmenuzando analíticamente la acción humana aplicada en el trabajo) no es, en sí mismo, ciencia experimental, sino arte, habilidad, técnica precientífica. En el capítulo segundo

procuro exponer cómo esta línea de experimentación desembocó en la ciencia experimental que se eleva a un nuevo tipo de problemas ya no puramente empíricos, pragmáticos.

Terminemos considerando la tercera fuente de conocimiento durante el período del empirismo precientífico. Se refiere al desarrollo mismo de la cooperación de los hombres en el trabajo que derivó, como es sabido, a diversas formas de dominio de unos hombres por otros, no sólo para organizar la producción, sino para apropiarse los frutos del trabajo. Hay que impugnar la idea de que el hombre inicia su progreso cuando dispone de ocio. Ya hemos visto que hay una obvia dirección de progreso basada en la conducción directa de los procesos naturales, en el trabajo. El ocio realmente nace de una organización en clases permitida por un previo progreso de las fuerzas productivas; de modo que el ocio lo que inicia y fomenta es el desarrollo del pensamiento hacia la organización del trabajo en beneficio de los ociosos* y, más bien, frena, dificulta el desarrollo de la experiencia de los procesos naturales ganada en el trabajo. No obstante, evidentemente, lo conflictivo y remunerador de este campo de trabajo, ha llevado a aplicar en él mucho pensamiento. Tal vez la cantidad de conocimiento verdadero alcanzado en este aspecto de la evolución humana sea escasa, pero sin duda fue considerable el adiestramiento así ganado, en gran parte polémicamente, en el manejo de las ideas (en el esfuerzo de abstracción y deducción) lo que, llegado el momento, fue de gran utilidad cuando se aplicó al acervo de experiencia de los procesos naturales.

* Recuérdese la inflexión del pensamiento griego en Platón, desde los problemas filosófico naturales hacia la ética y desde ella a la lógica y a la matemática.

Nos falta un aspecto del conocimiento empírico que señalar y es el de que, en él, todo (el pensamiento obtenido en la acción del hombre respecto a la obra, el dominio del hombre sobre el hombre que se impone como un hecho natural—contra toda verdad, pero sí de acuerdo con el estado de las fuerzas productivas—), lleva a una concepción antropomórfica de la naturaleza, en la que las fuerzas que operan en ella se atribuyen a demiurgos ocultos, que actúan a imagen del hombre. Se llega a una concepción dualista de la naturaleza con la que aún nos debatimos.

En el siguiente capítulo procuro señalar cómo las tres corrientes de progreso del pensamiento empírico (el de la acción del hombre sobre la naturaleza, el de la misma acción, y el pensamiento lógico y matemático) dan, al fin, surgimiento a la ciencia experimental, a fin de entender, por su proceso de origen, lo que la ciencia moderna supone, en la historia humana: como elevación a una problemática distinta y superior, como guía de la actividad productiva y, en fin, como base de una interpretación distinta (materialista, monista) de la realidad.

Notas al Capítulo primero

1. Todo ser vivo es, radicalmente, una unidad que consiste en un campo físico (su organismo) acumulación de energía en perpetuo trance de desaparición y de sucesiva reconstrucción por seres vivos de nivel inferior (las células nerviosas en el animal) con indispensable aporte de energía exterior que hay que aplicar instante a instante. (Es forzoso instante a instante, aunque no lo parezca por el almacenamiento de energía somática a diversos niveles —protoplásmico, celular, animal—, como manifestación y condición de la conquista de grados de libertad.)

2. Puede definirse como animal autótrofo con el mismo fundamento que animal racional, calificación ésta que, en resumidas cuentas, expresa el modo de realizar el hombre su autotrofismo: aplicando el pensamiento.

Puede afirmarse algo más. Con el hombre, los seres vivos terrestres logran el acceso a un autotrofismo esencial, creador, lo que hace del hombre no sólo la culminación actual de la evolución biológica terrestre, sino la culminación potencialmente definitiva.

3. La palabra y, aún más, la interiorización de la palabra (que incluso en soledad y ante cualquier coyuntura «natural» orienta nuestra acción por experiencia exclusiva-

mente social y ante estímulos humanos, a saber ideas evocadas in mente por cualquier circunstancia), que resultaron del trabajo, determinan, a su vez, una intensificación enorme del entramado social en el trabajo. Con la palabra, el hombre llega a hacerse el ser vivo esencialmente social.

4. La detención de la capacidad congénita de acción y experiencia en el hombre contrasta, repetimos, con la rapidísima evolución de la capacidad congénita de acción y experiencia y del consiguiente reajuste del sistema nervioso y de la adaptación de otras estructuras somáticas en los homínidos, en los que la evolución animal, no sólo culminó, sino que, al parecer, se produjo con velocidad máxima.

De este modo, la rampa evolutiva que constituye el homínido despegó en un tiempo relativamente corto al hombre del mono que fue su antepasado inmediato, lo que (al desaparecer las etapas intermedias) da la falsa impresión de una solución de continuidad entre el animal y el hombre que, realmente, corresponde al cambio cualitativo del modo de acción y experiencia (la palabra).

No obstante, deseo expresar claramente mi opinión de que este despegamiento entre el mono y el hombre no significa un gran incremento de la capacidad congénita de acción y experiencia producido a lo largo de la evolución del homínido. No creo en este salto de facultades congénitas, por el hecho de que el medio animal del homínido, como el de toda especie animal, estaba estructurado en especies animales y, por ello, la capacidad de acción y experiencia del homínido no podía rebasar sustancialmente la correspondiente capacidad de las especies superiores de este medio suyo, con las que él se mantenía en relación constante. Es decir, la capacidad congénita de acción y experiencia y el consiguiente desarrollo del sistema nervioso del homínido no pudo nunca rebasar sensiblemente a los correspondientes de las especies superiores coetáneas. Lo mismo hay, pues, que decir del hombre primitivo, y, según lo argumentado en el texto, del hombre en general.

En resumen, la capacidad congénita de acción y experiencia y el grado de desarrollo, por decirlo así, absoluto del sistema nervioso del hombre: 1) es el culminante de la evolución animal pero del orden del que se alcanza en los monos superiores, y 2), en cambio, la dirección particular que

la evolución animal emprendió en el homínido desembocó en el establecimiento de un tipo nuevo de medio (la sociedad, trabada por el lenguaje) en el que esas facultades congénitas se aplican a un modo de acción y experiencia extraordinariamente progresivo.

De todo esto —que se opone a prejuicios generales muy arraigados y que, por lo tanto, lo estaban en mí mismo— se trata con algún detenimiento en el libro de A. Núñez, *Conversaciones con Faustino Córdón sobre biología evolucionista* (en especial en la conversación 22).

5. Desde que la descendencia del cigoto culmina en un individuo animal hasta que éste muere, 1) continuamente su organismo ha de surgir de la coordinación de sus células de un modo esencialmente igual, y 2) ha de progresar la acción y experiencia adaptándose al medio y determinando cambios somáticos. El proceso ontogénico se confunde con la vida entera de un individuo.

6. En la conformación del soma de los animales durante su desarrollo embrionario, dado su carácter de individuos supracelulares, parece que han de actuar dos influencias principales: por una parte, la tendencia de las células a disponerse en capas de espesor unicelular (en epitelios) para lograr un acceso uniforme al medio celular (al alimento y también a estímulos celulares con que se integrará el estímulo animal); y, por otra parte, la tendencia, en cierto modo antitética de la anterior, de empaquetarse, de confluir, que muestran las células somáticas que han de cooperar en la realización de la acción y experiencia unitaria, animal (células del sistema neuro-muscular). La necesidad de conseguir —en el aumento de tamaño (por lo demás impuesto por la evolución animal)— el compromiso óptimo entre las dos tendencias explica la particularidad del desarrollo ontogénico animal (frente al vegetal), en el que hay que armonizar el aumento de las superficies epiteliales de todo tipo, con la adopción de una estructura general integradora, unitaria.

7. El hombre, en cuanto animal autótrofo, difiere de una especie animal cualquiera en el hecho de que ésta, en cuanto heterótrofa que siempre es, dispone de un alimento

que le es proporcionado en cantidades fijas por la proliferación de determinados seres vivos y que le es disputado por otros seres vivos, y, en general, ella misma sirve de alimento a otra u otras especies. De este modo, las especies animales, organizadas, como es de conocimiento general, en pirámides de alimentos, constan de un número de individuos que se mantiene, en cada una, dentro de unos márgenes rígidos, y evolucionan las unas frente a las otras que constituyen la parte fundamental de su medio.

El hombre, en cuanto autótrofo, difiere esencialmente de las demás especies animales en el hecho de que siempre ha ido obteniendo cantidades crecientes de alimento de fuentes nuevas y diversas y adecuándolo a su capacidad digestiva, lo que, por una parte, ha ido aumentando aceleradamente la población humana, y, por otra, ha emancipado el ritmo de progreso de la acción y experiencia humana del de la de los animales (cuyo conjunto de interacciones ha trastornado, por otra parte, cada vez más profundamente) y la ha constituido en una evolución cerrada, privativa, en la que el medio de cada hombre está establecido por otros hombres con los que esté en alguna forma de relación regular. En una palabra, el hombre, de evolucionar en términos de otras especies animales (como hacía el homínido), ha pasado a evolucionar en términos de la sociedad humana.

8. Cuando la cooperación constituyó la ventaja selectiva fundamental del homínido, uno de los aspectos fundamentales de su progreso hubo de ser el de la aptitud para la cooperación que cada individuo se veía forzado con frecuencia a tender al máximo para seguir vivo. El hecho acelera, en cada individuo, el perfeccionamiento del ejercicio de la comunicación como carácter adquirido, y, en consecuencia, la selección natural de los más aptos al respecto. Así la acción crea las estructuras somáticas convenientes.

9. En todo lo expuesto, la cooperación aparece como la ley básica de la conducta humana (el hombre surge del trabajo y se realiza en la palabra, la experiencia comunicable e integrable en la de los demás). Es fundamental para el progreso exaltar, por educación, la solidaridad entre todos los hombres.

Es necesario hacerlo porque el altruismo básico de la na-

turalidad humana está tejido con el egoísmo radical de los animales y, es más, de todo ser vivo: el hombre necesita de los demás hombres para realizarse, su altruismo es su egoísmo bien entendido.

Analizar con algún detalle este punto rebasa el marco de este libro. Sólo deseo puntualizar que, al afirmar que el destino de todo hombre es solidario del de otros hombres, emitimos un concepto científico: definimos la índole de la acción y experiencia humana, basada en el lenguaje, que es tal que ningún hombre puede dejar de ser continuamente en función de otros hombres. Esta ley alcanza a todo hombre, sin exceptuar al mayor tirano, al mayor criminal. Es la definición del hombre del único modo posible, en función de su medio peculiar, la sociedad.

Excusado es decir que una definición así basada excluye toda connotación idealista de una tendencia innata al bien en los individuos humanos. El hombre, por lo demás, nace con una cierta tendencia congénita a la solidaridad establecida por selección natural en la evolución del homínido (evolución que se basó, a su vez, en hábitos gregarios del mono arborícola ancestral). Pero esta inclinación a la solidaridad tiene una base animal egoísta ineludible. Cada hombre llegará a ser lo que resulte de sus cualidades congénitas y de cómo las modele la sociedad en que le toca vivir. El progreso humano radica en el perfeccionamiento de la actividad solidaria de los individuos que va permitiendo la organización creciente de la sociedad. Pero este progreso se produce duramente. El progreso de la solidaridad humana tropieza contra la adaptación de la estructura social existente para conculcar en provecho de una minoría esta solidaridad. El progreso social tropieza con un *statu quo* egoístamente solidario cuya resistencia hace prever un futuro inmediato de tensión dura, dolorosa.

10. La conquista de la palabra interrumpe bruscamente el acelerado progreso, y la adaptación para la cooperación, del sistema nervioso que se producía en el homínido (el desarrollo filogénico de los sistemas nerviosos es el rasgo básico de la evolución animal, y el homínido es el animal culminante).

La congelación de las capacidades congénitas humanas de adquirir experiencia se debe a que, en el hombre, deja de

operar la selección natural de los individuos potencialmente más aptos para vivir en su medio, y ello, a su vez, se debe a que este medio está constituido por los demás hombres vinculados por la cooperación en el trabajo.

11. No sólo los hombres siguen siempre con facultades congénitas (para la acción y experiencia humana) iguales a las del hombre primitivo, sino que, a diferencia de lo que sucedió a éste, el medio humano, al avanzar la historia, ofrece unas condiciones de vida tales que los hombres no necesitan poner en juego al máximo sus facultades y no las desarrollan plenamente. (Razón adicional de que no opere la selección natural.)

12. La evolución del medio humano logra que los individuos realicen, con el progreso de la historia, acciones cada vez más complejas y previsoras, no sólo por la creciente integración de pensamiento que los demás hombres ofrecen a cada uno, sino por el soporte material que se va creando socialmente para este pensamiento (la cooperación regular en trabajos cada vez más complejos, los recursos materiales para manejar el pensamiento de creciente complejidad, etcétera).

CAPÍTULO II

El surgimiento de la ciencia como actividad social diferenciada. La ciencia experimental y la revolución industrial

El origen de la ciencia como actividad diferenciada

Del modo sucinto y necesariamente incompleto que impone el marco de este librito de reflexiones sobre la ciencia y su función social, en su primer capítulo, hube de desarrollar dos temas básicos para nuestro propósito. El primero de estos dos temas fue la definición del hombre (de su acción y experiencia) del único modo posible, por su proceso de origen desde la acción y experiencia animal; llegamos a la conclusión de que el hombre, en cuanto que está definido por su experiencia peculiar esencialmente comunicable (el pensamiento dado, incluso al reflexionar para sí, necesariamente en palabras) surgió de la cooperación disciplinada de homínidos en la búsqueda de alimento, en resumen, el hombre surgió del trabajo; también se nos impuso que los estímulos del medio humano, necesariamente social, vienen dados por la experiencia colectiva humana que informa continua-

mente nuestro pensamiento. El segundo tema del capítulo anterior fue el de las líneas o caracteres principales de la evolución de la acción y experiencia humana (el hombre progresa en términos de los demás hombres constituyendo un ciclo cerrado de evolución biológica terrestre); la evolución de los individuos humanos se verifica en términos de progresos del medio humano (de la sociedad) que se manifiestan en avances de la cooperación y en resolución de los antagonismos humanos en cooperación; la experiencia colectiva (ganada hasta la ciencia experimental principalmente en la actividad productiva) progresa continuamente en el conocimiento de los procesos naturales de todo tipo; el progreso humano se produce con individuos cuya capacidad congénita no progresa de generación en generación y que no obstante han de elevar a una cantidad creciente de individuos a adquirir niveles altos de una experiencia social cada vez más rica y compleja —organización conveniente de la educación—; * el prógreso de los modos de transmitir socialmente la experiencia; etc.

Todo hombre vive —se dice en el capítulo anterior— ejerciendo acciones sobre procesos naturales y en el marco de una sociedad que le incluye en una organización del trabajo cada vez más compleja y que exige (y permite) la interiorización por el individuo de una experiencia colectiva cada vez más rica y más verdadera (más modelada por los procesos naturales, objetivos). Es decir, la experiencia social continuamente progresa como consecuencia de la capacidad peculiar del hombre de transmitir e integrar mediante la palabra la propia experiencia en experiencia social. Es más, por razones obvias,¹ este progreso se produce aceleradamente. De hecho, el progreso, y

* La educación es, por así decirlo, la ontogénesis progresiva que ha de compendiar la filogénesis de la acción y experiencia humana.

el progreso acelerado, de la acción y experiencia es el proceso básico de toda la evolución biológica; ciñéndose al modo de acción y experiencia de los animales (de la que resulta como caso especial la acción y experiencia del hombre), es obvio que, en el curso de la evolución biológica, la acción y experiencia animal ha progresado (dentro de su tempo) aceleradamente. La evolución humana se inicia con una velocidad ya más rápida que la animal y se ha ido acelerando paulatinamente.

Ahora bien, el progreso del conocimiento empírico se cumplía aceleradamente pero sin que el hecho fuese percibido por los hombres. Cuando el progreso alcanzó una velocidad suficiente para determinar, en el curso de muy pocas generaciones, cambios sustanciales en la actividad productiva y en el modo de vida de los hombres, el progreso fue descubierto por mentes atentas que se dispusieron a actuar sobre él, primero recogiéndolo en beneficio general y luego especializándose, por así decirlo, en forzar su progreso. La toma de conciencia por algunos hombres del progreso generado en la actividad productiva es un hecho crucial de complejas consecuencias, que podemos expresar como el surgimiento de la ciencia moderna, con todas sus implicaciones.

El surgimiento de la ciencia (repetimos, el paso del progreso que se ganaba aceleradamente, pero sin percibirlo, en el ejercicio del trabajo productivo, al progreso forzado conscientemente por personas dedicadas profesionalmente y organizadas cooperativamente a hacerlo) es un proceso relativamente rápido a escala histórica (determina la inflexión de la Edad Media a la Moderna) pero en el que se suceden y se impulsan una serie de condicionamientos distintos, hasta culminar en el ejercicio sistemático de la ciencia experimental. Antes de entrar en la consideración de la ciencia experimental misma, y, luego, en la de las repercusiones de ésta sobre la actividad produc-

tiva, sobre la sociedad, en general, sobre la interpretación de la realidad por el hombre, etc., vamos a comenzar señalando brevemente estos condicionamientos preliminares.

Los condicionamientos históricos de la ciencia moderna

El surgimiento de la ciencia moderna se produce en un marco social determinado, cuyo conocimiento es imprescindible para entender las circunstancias concretas de su laborioso origen en el que cooperan múltiples factores cuyo desentrañamiento compete a historiadores de la ciencia, que han de reunir una buena formación científica general y una visión clara de la evolución de la sociedad. No es éste mi caso; mi atención ha estado siempre muy polarizada hacia problemas biológicos y no he recurrido a la historia sino para entender mejor por su origen el pensamiento biológico actual; nunca he procurado entender la evolución de la sociedad por la de la ciencia y viceversa. Tengo, pues, que pasar, como sobre ascuas, sobre el problema y limitarme a indicar su importancia, para enseguida volver a replegarme a la consideración de la ciencia dentro de sí misma, haciendo abstracción de sus condicionamientos sociales de los que no obstante soy muy consciente. Por lo demás, este libro, que recoge unas conferencias, se reduce a una reflexión coloquial sobre la ciencia desde mi experiencia personal del ejercicio de ella, y, todo lo más, a esclarecer algún punto, cuando sea posible, aplicando conceptos ganados en la biología.

La ciencia surge, en Europa y con el mundo moderno, como un acontecimiento crucial en la historia humana. Va a acoger la previa experiencia humana relativa a procesos naturales de todo tipo y a su propia actividad con una comprensión sin precedentes y

a organizarlos en cuerpos de doctrina que han mostrado una enorme capacidad de depuración y de desarrollo. Por otra parte, la ciencia ha ido mostrando una capacidad de guiar la actividad práctica tan grande que, como sabemos, pronto trastornó la actividad productiva elevándola a un grado de productividad y a un ritmo de progreso sin precedentes (revolución industrial).² ¿Cómo nació la ciencia con esa fuerza expansiva? ¿De dónde surgieron los hombres que la desarrollaron y los que la aplicaron, con tanta iniciativa, a la actividad industrial?

La ciencia y el capitalismo moderno, que, utilizándola, va a transformar económicamente el mundo, nacen como culminación de la Edad Media de Europa. La clave de la ciencia está, pues, en la historia de esta época y región. Es evidente que, dado lo vigoroso del resultado (el expansivo mundo moderno que surge con el Renacimiento), la gestación tuvo que ser muy intensa. Una vez remontados, durante la alta Edad Media, los efectos de la descomposición del mundo romano y los de la ulterior expansión de los mahometanos, tuvieron que operar en Europa fuerzas capaces de impulsar una poderosa oleada de progreso en cuya cresta de máxima aceleración culmina la ciencia. Claro que estas fuerzas no operaron en toda Europa con igual intensidad (el resto de Europa es un marco dinámico que protege y que concentra el progreso en las zonas favorecidas); sino que el progreso se cumplió preferentemente en comarcas determinadas donde se impulsaron de modo favorable mutuamente la agricultura, el comercio y actividad bancaria, y el artesanado, y el resto se desarrollaba tanto más lentamente cuanto más alejado estuviese de las zonas de máxima actividad.³

Por otra parte, el progreso económico así concentrado, por así decirlo orgánicamente, en determinadas comarcas dentro de Europa (norte de Italia y Flandes, por ejemplo), tampoco se entiende aislado del resto

del mundo donde entonces brillaban orbes culturales a mayor altura que el europeo (Bizancio, el Islam, India, China).⁴ Al parecer, el factor que aceleró la actividad humana en la Europa medieval fue el comercio, que sacó la agricultura de su etapa de autoabastecimiento inmovilizador al exigir y dar cauce a excedentes agrícolas que alimentaran una población urbana artesanal; pues bien, el comercio se inició con el exterior (norte de Italia, mar del Norte) y esta actividad hacia fuera es lo que puso paulatinamente en marcha la circulación interior, en un comienzo por el atractivo de los productos de esas culturas a la sazón más altas.

Una sociedad que, desde su atraso relativo, gestó algo tan distinto a su estado inicial tuvo que tener una constitución básica muy capaz de madurar: las relaciones feudales frente a las esclavistas. La Edad Media resulta de la desintegración del Imperio romano provocada por la degeneración de la explotación esclavista del campo que sienta las bases del colonato romano (la servidumbre) a cuya imagen se organizan los bárbaros. El antagonismo siervo-señor es mucho menos inmovilista que el del esclavo con su amo. La evolución de las relaciones económicas de los siervos con los señores (desde la prestación en trabajo personal, a los pagos en especie y, finalmente, al pago de una renta en dinero) suponen conquistas del grado de libertad del campesino que estimulan su iniciativa y de algún modo ayudan al progreso de las técnicas agrícolas. La Edad Media es una época de extensión del cultivo agrícola por colonos libres y de progresos en la práctica agrícola. Claro que la expansión demográfica y de la productividad agrícola fue forzada por el desarrollo del comercio y de la actividad artesanal, que ha de vivir de excedentes agrícolas, pero, a su vez, fue posible por esa resultante progresiva en que se componía su conflicto básico de clases.⁵

Sobre la sociedad medieval, susceptible de un pro-

ceso lento de desarrollo demográfico y económico en las condiciones feudales, se superpone en lugares claves (Venecia, Génova) la actividad comercial de productos de lujo que va a tener una velocidad de prosperidad y de progreso mucho más rápida. Esta actividad de las ciudades-república del norte de Italia encuentra condiciones especialmente favorables para que en ellas se encuentre el dinero y la actividad intelectual: por una parte, el ejercicio de una actividad, que una vez arraigada, va a producirse sin concurrencia del resto de Europa por requerir un lugar geográfico adecuado y una competencia y organización en un trabajo difícil, arriesgado y que requiere unos recursos materiales (el dominio de una técnica compleja como es la navegación y la fabricación de naves y de armas) que no pueden improvisarse y que, a la vez, no entra en concurrencia con la actividad restante europea sino que la corona (con el comercio de lujo) y la estimula; por otra parte, dentro ya de sí misma, establece entre las distintas ciudades (Pisa, Génova, Venecia) y entre las empresas comerciales mismas (de las significativamente llamadas *ente de ragione*) una concurrencia en que se prima fundamentalmente la capacidad intelectual de muy diversa índole. Así, esos centros de progreso acelerado se superponen y concentran riqueza, que impulsa actividad industrial progresiva, sobre el progreso general más lento de Europa producido éste sobre su evolución feudal peculiar.

De este modo, en determinadas ciudades europeas (Venecia, Florencia, Génova, Gante, Brujas) conquista ya en el siglo XIII la hegemonía política una clase de hombres que son ya genuinos capitalistas modernos que persiguen, no la riqueza, sino la riqueza creadora de riqueza, el capital. Son los comerciantes-banqueros y los artesanos y manufactureros exportadores, que constituyen el factor de progreso económico más intenso de la época que impulsa la actividad agrícola

y artesanal y quebranta la rémora de las instituciones feudales y gremiales. Tienen las características del capitalista moderno que se mostrarán abiertamente al conquistar la hegemonía en los siglos sucesivos. Dan a conocer y fuerzan la imitación de los mejores productos del trabajo humano de todo el mundo; por otra parte, su actividad exige una mentalidad ponderativa y racional con un instrumento teórico (la matemática mercantil) que les permita evaluar los pros y contras de sus decisiones ante acciones muchas veces aventuradas y complejas; organizan empresas colectivas, que extienden sus brazos por países distantes, que han de mantener cooperando personas alejadas y que han de aplicar mucha iniciativa. Esta clase, comienza a forzar, al lado de la eclesiástica tradicional (y sobre su base que, a su vez, ha recogido parte importante de la cultura grecolatina), una enseñanza laica de disciplinas al servicio de la actividad productiva y surgida de esta actividad: ante todo la matemática que inicia un período de desarrollo importante. En este círculo, el más avanzado de la época, surgiría el capitalismo moderno, y la ciencia como actividad independiente. ¿Qué condiciones históricas impulsaron bruscamente el progreso ya acelerado del conocimiento de modo que él y sus efectos se impusieran a las conciencias y determinaran vocaciones para impulsarlo profesionalmente?

En este terreno tan sumamente abonado me parece que cooperaron cuatro grandes causas que, a su vez, son consecuencias señeras, del progreso anterior. Las dos primeras elevan a un campo de operaciones mucho más amplio la actividad económica de esta clase que se va a enfrentar con tareas de un nuevo nivel que exigen conocimientos y recursos mayores; las dos últimas se refieren, más concretamente, a la ampliación misma del conocimiento. Basta enumerarlas para conocer la enorme progresividad de estos nuevos factores.

Señalemos en primer lugar, la creación de los estados modernos que elevó el proteccionismo de las ciudades, que trababa el desarrollo comercial e industrial, al proteccionismo estatal, que habrá de ser conquistado a su servicio por el capitalismo, constituido en los países más progresivos en clase hegemónica. Es difícil ponderar bastante el alcance que para el desarrollo de la actividad productiva tuvo este proceso.

En segundo lugar, tenemos los grandes descubrimientos geográficos de portugueses y españoles que, no sólo dan una nueva amplitud al comercio y al tipo de recursos (ante todo alimentarios), sino que elevan a escala mundial el campo de la actividad humana y, en particular, el del conocimiento. Se planteó la tarea inmediata de inventariar la Tierra y sus recursos.

En tercer lugar, tenemos el descubrimiento de la imprenta, que abrió el acceso a la lectura a un número sin precedente de personas y las incorporó a la cultura activa, que, además, comienza a hacerse cada vez más en las lenguas vernáculas.

En cuarto lugar, hay que señalar el interés por el mundo antiguo, el redescubrimiento de la cultura clásica (en la que el estudio de la naturaleza, después de alcanzar un considerable nivel, se estanca por haberse desvinculado de la actividad productiva, que se abandonó al esclavo), por mentes ávidas y críticas que va a dotar a estos hombres del Renacimiento de una visión, por así decirlo, binocular, notablemente aguda y libre.

Con ayuda de las opiniones dominantes, he expuesto cómo pueden entenderse las circunstancias históricas que determinan el surgimiento de la ciencia; no tengo la más mínima pretensión de haber seguido la interpretación correcta, dada mi falta de formación en historia y la insuficiente reflexión que he dedicado al tema. Mi propósito ha sido presentar los siguientes hechos que, en cambio, considero firmes:

- a. En los lugares de más intensa actividad productiva de la Europa de los siglos XV y XVI, la dinámica general de la historia hizo que mentes muy preparadas por un trabajo artesanal variado y rico, que es fomentado y acogido por un círculo de intensa vida intelectual, se enfrentaran con un gran caudal de conocimientos empíricos que procedían, unos, de la propia actividad y, otros, de filones tan ricos como: las culturas avanzadas con las que se relacionaban comercialmente (brújula, pólvora), las grandes exploraciones, y el estudio de la antigüedad clásica, todo ello fomentado por la imprenta.
- b. El hecho enfrenta a estos hombres con claridad, tal vez por vez primera, con el proceso del avance del conocimiento empírico y, conscientes de su importancia práctica, despierta en ellos vocaciones a dedicarse profesionalmente a poseerlos y a ampliarlos, en favor de los demás, a lo que se ven inducidos por una sociedad curiosa y, sobre todo, con iniciativa económica (primeras sociedades científicas). Es decir, surge el ejercicio de la recogida y promoción del conocimiento empírico como actividad social especializada: se esboza profesionalmente el futuro científico, es decir, la persona adiestrada en adquirir y transmitir conocimiento por el conocimiento mismo.
- c. La actividad sostenida para dominar y promover el conocimiento empírico eleva a un tipo de conocimiento nuevo más eficaz y perfecto, sobre todo en cuanto a su capacidad de alumbrar nuevo conocimiento: el conocimiento científico experimental. Importa señalar que todo tipo de conocimiento empírico puede elevarse, cuando alcanza suficiente madurez, a conocimiento científico y que, a lo largo de la Edad Moderna, la ciencia ha

ido conquistando nuevos campos de conocimiento, que por este hecho mismo han acelerado su desarrollo.

Una tarea fundamental de todo hombre de ciencia es elevar el conocimiento empírico a conocimiento científico. Por ello resulta muy aleccionador para todo científico entender cómo se produjo multitudinariamente (históricamente) lo que ha de hacer en su práctica profesional: esto es, entender cómo se ha ido produciendo el surgimiento de la ciencia sobre la masa recogida tradicionalmente de conocimientos empíricos. A reflexionar sobre este proceso (que podemos considerar la filogénesis de lo que ontogénicamente hace cada científico) vamos a dedicar el resto de este capítulo, a fin de entender lo mejor posible la ciencia experimental por su origen.⁶

Desde los conocimientos empíricos a la ciencia experimental

Para analizar el surgimiento de la ciencia experimental sobre los conocimientos empíricos, es necesario que nos retrotraigamos a considerar en qué consiste y cómo se consigue cada conocimiento empírico. En esta forma precientífica de experiencia se incluyen los conocimientos naturales y los resultados de la actividad humana, por tanto los conocimientos más diversos. Unos se refieren a fenómenos naturales y al comportamiento de animales y plantas, etc., a todo lo cual hay que adaptar, según experiencia social, la conducta humana; otros, se refieren a la acción de los hombres (principalmente en el trabajo) para alterar la naturaleza con miras a obtener diferentes resultados. En el primer caso, la iniciativa parece corresponder principalmente a la naturaleza, y, en el otro, al hom-

bre, pero, evidentemente, siempre está la acción humana oponiéndose, de un modo más o menos experto, a alteraciones regulares de todo tipo de su ambiente, y ganando, en el curso del tiempo, libertad e iniciativa frente a la naturaleza. ¿Qué tienen en común todos los conocimientos empíricos?

Ante todo, me parece que el conocimiento empírico, muy directamente obtenido de la acción humana que en él interviene, suele estar referido a esta acción. El hombre gana conocimiento empírico, o bien inventariando lo que observa, sobre todo en cuanto atañe a su actividad, o bien cotejando sus acciones con los resultados de ellas para ir perfeccionando sus productos y métodos. (Por lo demás, podemos decir que, en la historia precientífica, los conocimientos se obtuvieron casi exclusivamente del trabajo, ya que el hombre; en el pasado, ha estado muy apremiado por la necesidad.) En consecuencia, el conocimiento empírico suele comparar lo heterogéneo, por estar intercalada, en el curso de los procesos que él modifica, la propia acción humana que no puede interpretar. La consecuencia es que el conocimiento empírico se ofrezca como una suma creciente de datos, de procedimientos, cada vez más ricos, más complejos, pero siempre dispersos: esta dispersión de los conocimientos es característica del empirismo. Por lo demás, este modo de conocer lleva necesariamente a una interpretación antropomórfica de la naturaleza: tan pronto ésta aparece como algo pasivo que el hombre modela como ser extranatural (opuesto al proceso natural y no parte integrante de él), tan pronto, a la inversa, la naturaleza se interpreta animada por voluntades a imagen de la humana.⁷

Por lo demás, desde el origen del hombre, el conocimiento empírico ha progresado, al comienzo lentamente y luego acelerándose cada vez más, constituyendo siempre la base de la experiencia social del trabajo y de las restantes relaciones humanas. (Los

hombres siempre, claro está, han percibido cada uno de sus progresos pero, antes de la Edad Moderna, no percibían, en general, la corriente misma del progreso.) Este progreso, acumulando datos próximos y afinando los procedimientos, ha ido acercando el conocimiento empírico al científico, entre los que, a veces, es difícil establecer una línea divisoria clara. ¿Cuáles son los aspectos principales del perfeccionamiento del conocimiento empírico? Me parece que podemos considerar las tres líneas siguientes de progreso que interesa que dominemos personalmente, ya que el conocimiento empírico es la base del científico, no sólo históricamente, sino en el trabajo creador de cada científico.

1. El progreso del conocimiento en su fase empírica ha exigido describir de modo inequívoco y ordenado, conforme a normas y terminología adecuadas, los seres, los fenómenos, las materias primas, los procedimientos (cada vez, por lo demás, más numerosos y complejos) de agricultura, minería, navegación, construcción, arte militar, oficios de todo tipo, obtención de los productos que hoy llamamos químicos, etc. Ni que decir tiene que esta aptitud de ponerse en claro las cosas para que otros puedan reproducirlas es básica, no sólo del conocimiento empírico, sino de nuestra práctica científica actual.
2. Como hemos señalado, el conocimiento empírico conquista datos y procedimientos aislados (a este respecto último, el empirismo se recoge en recetarios). Para dominar la creciente diversidad dispersa que él acumula, el conocimiento empírico ha tenido que avanzar en la clasificación. Se entiende que Aristóteles (el biólogo máximo de toda la época empírica) haya tenido tan gran predicamento durante la Edad Media, en la que con fre-

cuencia clasificar artificialmente se confundía con conocer. Naturalmente, en el empirismo la clasificación suele hacerse con fines y por criterios pragmáticos.

3. Una línea importantísima de progreso del conocimiento empírico es la experimentación. El empirista precientífico, para afinar sus procedimientos, no tenía otro recurso que observar las variaciones de circunstancias de los procesos que mejoraban los resultados. Así tanteando u observando los efectos de circunstancias casuales, se fue enriqueciendo la actividad humana. Vamos a señalar brevemente cómo los progresos ganados por la experimentación y por la clasificación se elevaron a ciencia.

Para dividir dificultades consideremos, primero, cómo los progresos obtenidos por experimentación consiguieron elevar una gran cantidad de conocimientos empíricos a pensamiento científico y en qué consiste la inflexión. Me parece que el motor inicial que desencadenó el proceso que terminaría dando origen a la ciencia fue el cambio de actitud mental de los artesanos más progresivos del Renacimiento ante su propio trabajo. No voy a insistir en que estos hombres contaron entre los primeros testigos conscientes del progreso de la acción y experiencia humana y que pasaron a impulsarlo. De esforzarse en repetir fielmente los métodos tradicionales pasan a procurar perfeccionamientos: adquiere aprecio social la obra personal y la innovación. De este modo se comienza a tantear cambios útiles. La correlación entre las modificaciones de los procesos y los resultados, en vez de ser algo que se observa de tarde en tarde y fortuitamente, pasa a ser un ejercicio cada vez más intenso y más sistemático. Parece que puede decirse que, en el origen de la

ciencia, en el principio fue la acción. Obran como científicos antes de serlo. Podría decirse justificadamente que, antes de haber ciencia, se comenzó a experimentar de un modo que prefigura el método científico y que ello traería la ciencia experimental y su método genuino. Veamos cómo.

Ante todo, naturalmente, esta conducta acelera aún más la adquisición de conocimientos empíricos (comienza a profesionalizarla); pero lo que nos importa es que va a sentar las condiciones de un cambio más profundo en la naturaleza del conocimiento, cuyo proceso voy a procurar exponer tal como lo entiendo.

A la vista salta que, en su actividad guiada por el conocimiento empírico, los hombres al interponer su actividad en los procesos naturales para modelarlos en su provecho, tenían que dirigir alternativamente su atención desde la propia actividad (en general, desde su trabajo) hacia el resultado de ella, hacia la obra, y que uno y otra, el trabajo y la obra realizada, se les tenían que aparecer como procesos, correlacionables, sí, pero heterogéneos. Ahora bien, en el perfeccionamiento de la correlación entre el trabajo y el resultado de él, se van perfilando líneas de perfeccionamiento cada vez más acusadas (cambios que preparan nuevos cambios en el mismo sentido y más intensos); en una palabra, se va perfilando un progreso determinado que es típico de la evolución de la adquisición de la experiencia en el empirismo. Veamos las dos direcciones principales de este progreso:

1. Cuando el hombre comienza a reproducir un proceso natural persiguiendo un resultado, su acción se le aparece como algo unitario que, a medida que, familiarizándose con ello, lo analiza, se va comprendiendo como lo que realmente es: algo complejo. Lo mismo hay que decir del resultado de la acción, de la obra. Dicho de otro modo, al intervenir el empírico en los procesos naturales,

tiene la impresión de que su actividad establece en ellos una solución de continuidad (no es verdad, porque, obviamente, su propia actividad es también proceso natural, sujeto a leyes naturales). Al afinar su trabajo, el empírico va percibiendo un número creciente de vínculos, de relaciones, tanto en la cara que mira a los productos naturales sobre los que actúa, como en la que mira a su obra.

2. En segundo lugar, con el progreso del conocimiento empírico, se va haciendo paulatinamente más estrecha la solución de continuidad entre la materia natural sobre la que opera la actividad humana y el resultado de ésta. Cada acción (en general, como he dicho, cumplida en el trabajo) se ha ido, con el tiempo, resolviendo en un número cada vez mayor de acciones sucesivas. Repitiendo los procesos, el trabajador empírico va aprendiendo el cariz que en cada momento toma su obra y cómo actuar convenientemente sobre ella según este cariz. La experiencia adquirida en una actividad, escinde ésta en una serie de experiencias sucesivas.

Según la primera de estas líneas de progreso de la actividad empírica, en cada momento de la acción operan muchas variables cuya influencia sobre la obra se va conociendo. Según la segunda línea, entre una acción y su resultado cabe distinguir, en el tiempo, una sucesión creciente de subacciones y sus correspondientes subresultados. Evidentemente las dos líneas de progreso se apoyan mutuamente, se refuerzan: cada acción elemental en el tiempo puede hacerse menos compleja inmovilizando convenientemente variables. ¿A qué tiende el progreso así producido del conocimiento humano ganado empíricamente, sobre su obra en el trabajo? De modo intuitivo, podemos decir que tienden a rellenar esa

solución de continuidad que el conocimiento empírico cree que la actividad humana establece entre el material sobre el que opera y la obra. En el límite de este proceso, en concreto cuando unos hombres se hicieron conscientes de él y lo forzaron aceleradamente, se produjo, en fin, un salto cualitativo principal en la evolución de la experiencia humana, el surgimiento de la ciencia experimental moderna. Veamos en qué consiste esta inflexión cualitativa en la historia del pensamiento.

En el límite al que tienden las dos líneas de progreso señaladas se producen dos cambios bruscos complementarios: En la *primera línea de progreso*, el operador ha avanzado tanto que consigue analizar su acción tan sutilmente que, inmovilizando variables, llega a realizarla de un modo unitario (irresoluble ya en más elementos dentro del proceso ejercido), con lo que la acción aparece homogénea con el resultado; en definitiva, en la época que nos ocupa, el desentrañamiento de la actividad humana, por un número creciente de personas especializadas (desentrañamiento que equivale a resolver cada acción en un conjunto de otras más elementales), culminó en la conducción, de modo bien discriminado, de procesos unitarios, esto es, de procesos elementales para algún nivel de acción aplicado por el experimentador sobre el objeto de su acción hacia el fin perseguido.⁸ En cuanto a la *segunda línea de progreso*, parece que, precisamente cuando en la primera se alcanza, en un proceso, el límite de análisis dicho, el experimentador tiene que percibir el resultado como inmediatamente contiguo a su acción; la aproximación progresiva entre la acción y el resultado, según la segunda línea de progreso, se ha resuelto en una serie de fases tan cortas que, en alguna de ellas, el experimentador pasa sin solución de continuidad de la acción al resultado; con ello, el hombre (en este aspecto concreto) logra hacer abstracción de sí mismo en la consecución de una ex-

perencia, en la que lo que eran acción humana y su resultado pasan a ser, en presencia del hombre, causa y efecto natural.

Por lo demás, el doble cambio complementario que acabamos de señalar en el progreso de la actividad humana en un campo,* no significa un cambio subjetivo, ni menos la adquisición de un método de aplicación general. Es cierto que, en quienes lo realizan en su actividad especializada, se puede modificar su actitud general ante los procesos naturales: de sentirse demiurgo pasan a sentirse un agente natural más, sujeto a leyes naturales. Pero tal cambio ha venido siempre impuesto por un gran descubrimiento objetivo, en que culminó un gran acervo de conocimientos empíricos, y (como siempre lo es toda verdadera novedad) fue totalmente inesperado para los empíricos a quienes se impuso. ¿En qué consisten estos descubrimientos originarios de la ciencia experimental? Me parece que *en el acceso y en la posibilidad de dominar uno de los grandes niveles de interacción energético-material de la realidad*. Cuando se aprende a experimentar definitivamente dentro de uno de estos niveles (por ejemplo, dentro del molecular con los creadores de la química) la experiencia humana pasa en él de empírica a científica. Analicemos un poco más de cerca en qué consiste este salto.

1. El hombre ha logrado hacer abstracción de su interposición en los procesos naturales (interposición que, por lo demás, le es ineludible para adquirir experiencia); de saber de la naturaleza sólo en términos de su propia acción pasa a observar cómo —dentro del nivel alcanzado, delimitado—

* Repetimos: 1) que el experimentador analice tan finamente su acción que, en un aspecto, ella sea homogénea de su resultado, y 2) que tal acción y su resultado, haciéndose contiguas, se transmuten en causa y efecto natural.

se comportan los procesos naturales por sí mismos. De cotejar, con una doble mirada, lo heterogéneo (sus acciones con los resultados de ellas), ha pasado a concentrar la mirada en lo homogéneo, causas naturales y sus efectos naturales.

2. Es sumamente importante el hecho de que, cuando se ha logrado comprender un tipo de procesos naturales, de fenómenos, dentro del nivel de la realidad que ellos constituyen, se produzca la consecuencia, entonces inesperada, de que se dejen someter a cálculo matemático de modo que lo particular se eleva fácilmente a ley, confirmable por experimentación. Esta experimentación de algo previsto por teoría (la labor experimental guiada por hipótesis de trabajo) es lo que distingue la investigación científica del empirismo (guiado por el mero tanteo directo de la acción) y, obviamente, tiene un alcance práctico incalculablemente mayor que éste.
3. El hombre de ciencia, por consiguiente, puede elevarse a prever resultados nunca observados por él, pero que puede inducir teóricamente de otros resultados, y así orientarse, por la realidad objetiva en torno, con una previsión creciente. De este modo, la ciencia experimental impone al hombre la coherencia de la realidad que hace que los procesos reales sean inteligibles y que el hombre pueda conducirlos (o conducirse ante ellos) guiado por la razón. La ciencia ha constituido durante su período más brillante una fuente de racionalidad.
4. El paso del empirismo a la ciencia experimental supuso, en consecuencia, un cambio de la concepción que el hombre se formaba de su papel en el universo. Paradójicamente, la elevación sustancial que consigue en el gobierno de los procesos natu-

rales, le permite superar el antropomorfismo empírico. Para la ciencia experimental, el universo pasa a ser algo activo por sí mismo; al percibirse los procesos reales despegados de la actividad humana, se desprende al conjunto de la realidad del animismo antropomórfico, y, de este modo, se supera el dualismo primitivo para elevarse a una concepción monista de la naturaleza según la cual cada proceso de la realidad es explicable en términos del resto de la realidad. Todo, pues, la misma conciencia humana, es explicable potencialmente por la ciencia, que lo conseguirá cuando se desarrolle lo suficiente.⁹

Pero nosotros, en cuanto científicos, podemos querer entender cómo estos hombres de los tres o cuatro siglos precedentes pudieron elevarse a este conocimiento científico experimental. Obviamente tuvieron que hacerlo posible: la organización general de la naturaleza, lo que el hombre es dentro de ella, y, por último, el estado que la acción y experiencia humana había alcanzado en su evolución. El marco de este librito no permite efectuar una exposición rigurosa, ordenada; pero me parece que estamos en condiciones de formarnos una idea clara en pocas palabras. Hemos visto que el hombre es un animal de un soma modelado por la evolución animal para captar alimento propio del animal mediante músculos y conducido por sus órganos de los sentidos animales. No hay duda de que el hombre, en el mundo sujeto a permanente cambio, se orienta percibiendo, con sus sentidos animales, regularidades que permiten obrar conforme a experiencia, siquiera ésta con frecuencia sea dura. Por lo demás, esta regularidad, que permite obrar según experiencia (y, así, seguir vivo), continuamente aparecía rota, trastornada, por irrupciones de fenómenos imprevisibles y que se tendía a atribuir a voluntades antropomórficas que los dirigían a favor o en

contra del hombre. Voy a analizar, como biólogo, un punto más de este estado de cosas.

El mundo ofrece, pues, al hombre regularidades, no cualesquiera; sino de un orden de magnitud y de una naturaleza determinados que las hace homogéneas —en cierto modo— entre sí. Se trata, como hemos dicho, de la realidad en torno en lo que es congruente con la acción y experiencia animal. El animal, y en concreto, el animal terrestre, está modelado por un alimento pluricelular (el animal vive de animales y plantas) de la misma naturaleza que el propio cuerpo. En consecuencia, los órganos de los sentidos y su sistema muscular se han organizado para que el animal perciba el cuerpo de otros animales y plantas y actúe sobre ellos y sobre todo cuanto, en su entorno, es coherente y media entre él y estos objetivos fundamentales de su acción. Podemos decir que el hombre, por su naturaleza animal, se mueve en un mundo de regularidades que corresponde a un orden de discontinuidad determinado, sobre el que puede actuar: masas mantenidas coherentes, de un modo que él no percibe, y que, como el propio soma, están sujetas a gravedad y a la fuerza somática animal. Es obvio que el antepasado animal del hombre ganó toda su experiencia en este nivel de la realidad coherente consigo mismo, y que fue esta experiencia la que, con la palabra, elevó a experiencia humana.

El hombre, en su esfuerzo ordenador de experiencia (generalizador) mediante la palabra, percibió, expresó, ante todo, las regularidades de este medio originario suyo, animal. En este medio, cuando en el curso de su progreso avanzó lo necesario, cotejó lo homogéneo con lo homogéneo, midió, y de las relaciones de medida y de posición abstraigo la matemática. De hecho, la base de toda ciencia experimental es el conocimiento de este nivel coherente con la propia naturaleza, en el que la fuerza (la fuerza mecánica) es toda la coherente con la ejercida por el propio cuerpo,

y las masas a que se aplica son coherentes con el alimento propio del animal. Todo cuanto en la realidad pertenece a este nivel es lo primero que se somete teóricamente al hombre. El hombre clasifica y experimenta ante todo sobre este nivel y siempre de modo primario. Luego, siempre en este nivel, teoriza ya científicamente guiado por su experimentación. Podemos decir que, por ello, la mecánica fue la primera ciencia experimental moderna, cuyo desarrollo teórico se inició ya en el mundo antiguo.¹⁰

Pero el hombre precientífico se enfrenta también con fuerzas incoherentes con ese nivel suyo de acción y experiencia. Está en la lógica de las cosas que su mente, entrenada en su propio nivel animal de acción y experiencia, se esfuerce de antiguo en la interpretación de estas fuerzas que irrumpen incoherentemente en su nivel de la realidad. Esta teoría en tanto no es más que una transposición analógica de lo que conoce de su propio nivel, es decir, en tanto no es verificable por experimentación, no cuantificable, podemos denominarla especulación.

Pues bien, la densificación y la práctica sistemática de la experimentación es lo que ha conducido al hombre ante niveles de la realidad distintos (de menor nivel de integración energético-material) que el propiamente animal, originario, con el que le enfrentan sus órganos de los sentidos. La enorme hazaña de la ciencia experimental ha sido adueñarse para el hombre de esos niveles, someterlos a previsión teórica, a experimentación científica; ni que decir tiene que, dentro de cada uno de estos niveles, opera, como sucede en el propio, lo homogéneo sobre lo homogéneo (por ello son niveles), y que el hecho determina que, dentro de cada uno, los procesos resultan reversibles y de algún modo cuantificables. Así, la interpretación teórica ganada por el hombre en su propio nivel de acción y experiencia (el compartido con los animales) le facilitó interpretar los datos empíricos de

otros niveles que había ido acumulando (con tanto más esfuerzo de abstracción cuanto más alejado del propio sea cada nivel). De la especulación se ha elevado a la teoría científica.

De este modo, conforme reseña la historia de la ciencia moderna, se han ido construyendo las grandes ciencias básicas que se refieren a los niveles naturales objetivamente establecidos: partículas subatómicas, átomos, moléculas, protoplasma, células, animales. Cada una de estas ciencias básicas (física atómica, química, protoplasmología, citología y zoología) constituye un cuerpo de doctrina cerrado, nutrido de toda la experiencia humana ganada sobre los entes correspondientes. En resumen, la inflexión crucial en la historia del pensamiento que realiza la ciencia experimental consiste en elevar los conocimientos empíricos a teoría verificable por experimentación y, así, descubrir y definir por su coherencia interna a las grandes coordenadas evolutivas del universo, a los seres de la misma complejidad y que interactúan dentro de niveles que ellos constituyen.

Adelantamos ahora que, como veremos en el capítulo último, el desarrollo mismo de la ciencia experimental plantea al pensamiento científico actual un nuevo orden de problemas que, por decirlo así, den razón y coronen los inmensos logros de la ciencia experimental. Se trata de entender la naturaleza de los entes unitarios de cada nivel y de cómo su individualidad surge y se mantiene del incesante proceso de los entes de nivel inmediato inferior. De nivel en nivel, se trata, en definitiva, de la evolución conjunta del universo que dé cuenta de cada ente individual (y en particular de nosotros, los humanos), y que, recíprocamente, adquiera sentido por los individuos.

Claro es que, a la problemática de este nuevo estadio de la ciencia corresponden preguntas implícitas en el proceso del origen de la ciencia misma y que a

mí, como biólogo evolucionista, me atraen poderosamente, ante todo, cuáles son las relaciones continuas entre los distintos niveles no sólo en el ambiente sino, sobre todo, en el organismo humano que permiten que éste los gobierne a todos en su intimidad somática de modo que su experiencia haya podido tener acceso a los inferiores y, así, desarrollar un aparato especulativo capaz de entenderlos e influir (conforme a sus leyes objetivas) en provecho propio.

De la clasificación empírica a la propia de la ciencia experimental

Ya hemos señalado (véase la página 53) la importancia de la clasificación para el conocimiento empírico. A la acción y experiencia humana, la realidad en torno se ofrece con discontinuidades que delimitan objetos muy diversos. Los objetos con significación para el hombre son numerosísimos y de la más diversa naturaleza. Claro que en esta diversidad se aprecia un orden, una regularidad, sin la que la acción y experiencia sería imposible. Todo animal se orienta, a su modo, en esta diversidad, y todo hombre, asimismo, lo hace. Por tanto, todo hombre, y constantemente, clasifica al hablar (ya que, al hacerlo, tiene que determinar el objeto a que se está en cada momento refiriendo). El desarrollo acelerado de la actividad productiva y con ello del conocimiento empírico a fines de la Edad Media trajo, pues, consigo el incremento de objetos de conocimiento y la consiguiente necesidad de clasificarlos eficazmente. Nada tiene de extraño, por tanto, que este momento histórico, en el que los hombres se hicieron conscientes del progreso del conocimiento y se aprestaron a impulsarlo por experimentación, se dispusieran también a inventariar y clasificar con una atención y método sin

precedentes, los más diversos objetos, en apoyo de la actividad práctica. Artesanos cultivados, contemporáneos de los experimentadores de esos siglos y con el mismo espíritu que ellos, emprendieron tal tarea en diversos campos de la actividad humana y de la naturaleza.

El tránsito del modo de clasificar propio del empirismo al propio de la ciencia experimental, tal vez se inicie más tarde pero, sobre todo, se cumple con más lentitud que el paso de la experimentación empírica a la experimentación científica. En el margen de este librito no cabe desarrollar el tema y hemos de ceñirnos a señalar hacia dónde se centra principalmente el esfuerzo clasificador, para terminar exponiendo en qué consiste el cambio y su significación respecto al orden mismo de la naturaleza.

Ya hemos expuesto las razones para que la mecánica clásica haya sido la primera ciencia experimental moderna (véase la nota 10, página 81); la mecánica clásica estudia (somete a teoría) las fuerzas y efectos naturales que son coherentes con la actividad de los animales y del hombre, y, por tanto, su campo de fenómenos es muy familiar al hombre y, en consecuencia, el de más fácil comprensión (racionalización). Pues bien, por razones análogas se entiende que el primer esfuerzo especializado por clasificar sistemáticamente un tipo de objetos haya sido el aplicado a los animales y plantas. Los animales y las plantas son los dos tipos de seres que son congruentes con la acción y experiencia de los animales y, por tanto, del hombre. Los animales han conformado unos frente a otros (y sobre los vegetales) sus pautas de conducta y sobre ellas han ido evolucionando sus estructuras corporales y, en particular, sus órganos de los sentidos. En cuanto al hombre (animal culminante) es obvio que su alimento es, siempre, de procedencia vegetal o animal, que sus cultivos y sus animales domésticos viven en concurrencia con la vida silvestre y que,

aunque haya llegado a emanciparse de la evolución conjunta de los animales, precisamente lo ha logrado dominándolos, y que su conocimiento le ofrece un interés apasionante. Por tanto, está en la lógica de las cosas que la clasificación de los animales y de las plantas fuera la primera tarea de sistematización profesional que se planteara en esta época de surgimiento de la ciencia.¹¹

Por lo demás, este propósito de inventariar empíricamente las especies animales y vegetales se reforzó, sin duda, por los grandes descubrimientos geográficos del comienzo de la Edad Moderna que ofrecen a los naturalistas una inesperada aportación de nuevas formas. Orientarse en esa diversidad y aprovecharla en lo posible fue el incentivo de la floración de taxonomistas que inicia Linneo, con la guía lejana del eminente Aristóteles. Lo que nos interesa aquí es ver la inflexión que, en la labor de estos naturalistas, les transforma, puede decirse que casi sin percibirlo ellos (y, sobre todo, sin proponérselo) desde el conocimiento empírico al científico (en esto los taxonomistas del siglo XVII difieren de Aristóteles, para quien clasificar era el medio de conocer la esencia de lo clasificado).*

No hay duda de que Linneo (1707-1778), cuyo pensamiento científico era mucho menos riguroso y profundo que el de Aristóteles, perseguía con su clasificación, dominar la diversidad natural con fines importantes pero muy pragmáticos. Por lo demás partió de dos conceptos biológicamente verdaderos que pueden hoy enunciarse así: 1) que los animales y las plantas pertenecen todos a especies, y 2) que estas especies son sumamente fijas en condiciones normales. Par-

* Tratamos este tema en el Capítulo primero de nuestro libro *La evolución conjunta de los animales y su medio*, Anthropos Editorial del Hombre, 1982, edición corregida y aumentada, de donde tomamos lo aquí expuesto.

tiendo de estas nociones (que él, como es sabido, se formulaba exageradamente —consideraba que cada especie fue objeto de una creación divina particular—) se propuso iniciar el inventario de las especies y clasificarlas de modo tal que un naturalista que recogiera en el campo un ejemplar pudiera fácilmente encontrar la especie a que perteneciese o, en su caso, situar una especie inédita en el lugar conveniente de la clasificación.

Las convicciones de Linneo, a saber su creacionismo que implica una esencial independencia de unas especies con otras, le tuvieron que imponer que su tarea era puramente artificial y que consistía en buscar los criterios de clasificación más cómodos y eficaces: los más fácilmente memorizables. Ideó, con gran sentido práctico, la designación binómica de las especies (desde él seguida por la taxonomía botánica y zoológica) con un primer término, el genérico, para el grupo más reducido en que se convenga incluir la especie y un segundo término para distinguir dentro del grupo a la especie misma. Convino, pues, sobre el modelo humano dar a las especies de animales y plantas, como a las personas, un nombre y un apellido y darlo en latín para que lo adoptaran los naturalistas de todos los países. Una y otra son decisiones irreprochables, pero ¿cómo ordenar la gran multiplicidad de especies conocidas, continuamente creciente, en un sistema escalonado de grupos y subgrupos tal que lo dominaran fácilmente los entendidos y los meros aficionados a la naturaleza?

De acuerdo con su concepción creacionista de los seres vivos que le impuso su época, Linneo pensaba principalmente en las facultades del hombre a quien iba destinado su sistema, cuando meditaba cómo organizar éste en sus categorías. Para facilitar la clasificación de los animales y plantas encontrados en el campo, parece lo lógico (conforme a tal concepción) ordenar las especies en un sistema que utilizara el

menor número de criterios y aplicados del modo más regular posible. Llevado a su extremo, el ideal de Linneo podría haber sido, por ejemplo, clasificar todos los animales en unos grandes grupos por el criterio A; a su vez, subdividir estos grandes grupos aplicando, a cada uno, un segundo criterio B; luego, estos segundos grupos se subdividirían por el criterio C, etc., hasta llegar a los grupos más numerosos y pequeños constituidos directamente por especies. Eligiendo bien los criterios de clasificación, pensaba, sin duda, Linneo que podría situarse toda especie en un compartimiento adecuado, de donde se recuperaría fácilmente, con ayuda de un número mínimo de criterios de clasificación.

Pero, notablemente, la historia de la botánica y zoología sistemáticas* tropezó con una inesperada resistencia de los animales y de las plantas a someterse a uno de estos criterios artificiales de clasificación. Parecían imponer, por su naturaleza, una única clasificación posible; podríamos decir exigían un sistema natural de clasificación y no un sistema artificial de la naturaleza. Veamos cómo se produjo esto. Desde el primer momento fue obligado clasificar las especies en animales y vegetales porque todo parece diferenciar las unas de las otras, de modo que incluso el más profano distingue un animal de una planta. Pero la diferencia es tan radical (hoy sabemos que son, de hecho, distintos tipos de seres), que a unos y a otros no puede aplicarse un primer criterio común de clasificación por la razón inapelable de que son tan distintos que no comparten ningún tipo de carácter útil para clasificar por él; hay, pues, que renunciar a la economía de criterios e iniciar por uno la clasificación de los animales y por otro enteramente distinto la de las plantas.

* En contraste, muy significativamente, con la mineralogía, que se deja clasificar por criterios puramente químicos.

Pero tal estado de cosas no ha hecho más que comenzar y con él va a tropezar el taxonomista a lo largo y ancho de la zoología y de la botánica. El zoólogo observa tipos de especies tan homogéneas dentro de cada uno y tan diversas de unos a otros (tipos que genialmente comenzó a distinguir Aristóteles) que es imposible renunciar a ellos y fuerzan una primera categoría taxonómica en la que, por lo demás, a cada grupo le distinguen toda una gama de caracteres. Se trata de lo que hoy llamamos los filums de animales. Como la estructura, la fisiología y la embriología de cada filum es tan particular, resulta imposible subdividir los filums por criterios comunes; y, además, dentro de cada uno, se suelen observar grupos notoriamente homogéneos que imponen dividirlos por nuevos criterios inaplicables a otros grupos del filum, en los que simplemente no se dan los criterios por los que aquél se clasifica. Y, así, descendiendo de categoría en categoría (del filum a la clase, de ésta al orden, del orden a la familia y, en fin, a la tribu y al género) hay que ir clasificando por criterios nuevos y privativos de los grupos en que son aplicables. Tenemos, pues, que los animales (y lo mismo vale para las plantas) parecen imponer un modo de ser clasificados justamente contrario al proyectado por Linneo. En efecto, la naturaleza objetiva de lo que hay que clasificar impuso a los clasificadores, en contra de sus propósitos, utilizar para dividir cada grupo precisamente criterios basados en caracteres privativos del grupo y que parecen, por ello, apuntar a cualidades esenciales de él. Es como si cada grupo (y no sólo cada especie) fuese algo aparte de los otros grupos de su categoría taxonómica, como si hubiese sido también objeto de una creación especial.

Dejando de momento el orden de ideas al que apunta esta observación, destaquemos que la clasificación natural, objetiva, que se les impone a los naturalistas de los siglos XVIII en adelante se puede defi-

nir por una característica notable: a saber, que en ella los caracteres se subordinan ordenadamente, de modo que el hecho de que una especie presente caracteres propios de un grupo dado implica que posee de añadidura los caracteres de todos y cada uno de los grupos de las categorías superiores en los que el grupo dicho está incluido en el sistema natural. Por ejemplo, si un animal presenta caracteres de felino puede asegurarse que, sin excepción, posee los de fisípido, carnívoro, mamífero, vertebrado y cordado.

Los taxonomistas, de este modo, han pasado, puede decirse que sin pretenderlo y, lo que es más, casi sin saber cómo, de una clasificación empírica a una clasificación que puede llamarse científica en el sentido de que se adelanta a los hechos, dado que las especies que continuamente se van descubriendo entran inequívocamente en uno de los grupos establecidos obedeciendo siempre a la subordinación de caracteres.

Vemos aquí esa característica del conocimiento científico que permite prever con el apoyo de la ley lo nunca observado. Pero aquí, notablemente, la capacidad de prever se anticipa a la ley que, obviamente, no es sino la comunidad de origen de todas las especies animales (y, en su caso, las vegetales) y el hecho de haber surgido en un mismo proceso general de evolución conjunta. (De hecho la clasificación taxonómica constituye la prueba y el indicio más importante de la evolución biológica.)

De pasada digamos que análogas consideraciones pueden hacerse, *mutatis mutandis*, a la clasificación de los elementos químicos lograda por Mendeleiev, cuya capacidad de predecir la existencia de unos elementos químicos y de definir por anticipado sus propiedades era un anuncio de la moderna teoría atómica que vincula, por sus partículas constituyentes comunes, unos átomos a otros.

Influencia sobre la sociedad de la ciencia experimental

Vamos a esbozar este capítulo esbozando sucintamente la influencia ejercida por la ciencia experimental sobre la sociedad en general. Me voy a referir en él a la ciencia experimental en su primera fase, de perseguidora del conocimiento por el conocimiento mismo, o, si se prefiere, de guía independiente de la actividad productiva, que podemos dar por terminada a finales del siglo pasado. Más o menos artificialmente voy a señalar tres puntos: la influencia que la ciencia ha ejercido sobre el concepto que el hombre se forma sobre la realidad; la influencia sobre la adquisición de conocimiento y por tanto sobre el modo de practicarla y sobre la enseñanza; y, por último, influencia sobre la sociedad en general.

1. La ciencia experimental nacida en el Renacimiento ha influido de modo intenso y favorable sobre el concepto que el hombre se forma de la realidad. Me parece que la ciencia suelda la discontinuidad con que la realidad se ofrecía al hombre empírico entre lo cognoscible y lo que, por esencia, parecía incomprendible. Para la ciencia toda la realidad es coherente y, con mayor o menor dificultad, puede avanzarse en el desentrañamiento de lo desconocido, ante todo, organizando los hechos múltiples, aparentemente inconexos, en sistemas de pensamiento que modelan la razón.

Más concretamente, la ciencia experimental se ocupa de los campos de conocimiento, de los problemas, que eran objeto de especulación para las escuelas de teología y filosofía antiguas, escuelas (incluso las de Platón y Aristóteles) puramente sacerdotales donde grupos cerrados elaboran, en secreto, una concepción del mundo. La ciencia moderna se desprende de tal especulación y, apo-

yándose en la experiencia social ganada en la actividad productiva (en el trabajo), procura construir teorías verificables por experimentación: es decir, accesibles a todos y guías potenciales de la actividad práctica. En este sentido, la ciencia supone un importante factor de liberación para todos los hombres.

La realidad es cognoscible e interpretable sobre la base del conocimiento adquirido y ello, a la vez, significa que nuestro pensamiento, la experiencia humana, es necesariamente objetiva. El ánimo, dada por su acción y experiencia (el pensamiento), es hija de la realidad objetiva. La ciencia se eleva a una interpretación monista del universo, como he señalado. Un bien colectivo que hay que defender donde esté amenazado es esta racionalización de la naturaleza conquistada por la ciencia clásica.

Digamos de pasada que esta ciencia libre, desacralizada, tiende por su propia índole, desde su origen, a ser realizada por corporaciones abiertas de personas que la cultivaban en beneficio general. Pero esto nos conduce al siguiente punto.

2. El ejercicio riguroso de la actividad científica (el desarrollo de la teoría científica para ampliar los descubrimientos concretos y viceversa) consiste, verdaderamente, en conseguir nuevos conocimientos con el apoyo del pensamiento general ganado por la humanidad y, en sentido inverso, en corregir, perfeccionar o ampliar el pensamiento general, la teoría, con el contraste de los hechos concretos, precisados por cada investigador. Ser científico, por definición, es realizarse en el pensamiento social impulsándolo del modo dicho. Del mismo modo que el hombre, genéricamente, es la culminación de toda la evolución biológica, cada hombre, en el ejercicio científico, puede ser, a su

vez, la culminación de la cooperación armónica de todos los hombres. Se comprende que desarrollar así propio pensamiento tuvo que resultar apasionante para las mentes creadoras que iniciaron este camino.

Por otra parte, creo que el ejercicio apasionado de la investigación científica ha modelado un tipo de hombre (el científico clásico) de cualidades tan ejemplares que su modelo puede ayudarnos a ascender hacia un hombre superior dentro de una sociedad racionalmente organizada. Ningún trabajo más adecuado para dar al hombre (conforme a su naturaleza) el orgullo de lo que puede ser en función de los demás hombres, y la humildad de lo que la limitada naturaleza humana puede aportar (tendida al máximo a lo largo de la vida) al acervo común.

Los grandes científicos (Galileo, Leibniz y Newton, Lavoisier, Darwin, Virchow, Faraday y Maxwell, Einstein y Planck, etc.) pueden darnos las lecciones de que tan necesitados estamos en estos tiempos de bastardeamiento general de la ciencia: que la disciplina (esto es, la posesión del pensamiento general) es la base de la libertad (esto es, del progreso de este pensamiento); que un descubrimiento no es científico si no confirma o niega teoría (si no está contrastado por el pensamiento general) y, en caso contrario, no pasa de ser mero empirismo; que la crítica es la base de la ciencia, su vínculo con el pensamiento general; y, en fin, que en cada descubrimiento científico, la base del pensamiento general es enorme con respecto a la pequeña aportación individual y que, en consecuencia, la apropiación del conocimiento (impensable para los científicos decimonónicos) es particularmente injusta y nociva para el progreso general.

3. Para terminar, el pensamiento científico fue tan eficaz que las personas que se concentraron* en un esfuerzo solidario por conocer científicamente, fueron obteniendo, mediante su experimentación conducida teóricamente, un conocimiento de los procesos naturales mucho más rico que el adquirido empíricamente en la actividad productiva. Durante un tiempo coexisten dos experiencias, la de los laboratorios y la de la actividad productiva, independientes entre sí, y una de las cuales avanza tanto que, al principio, se despega de la otra. Claro que las dos experiencias se refieren a procesos de la misma y única realidad coherente, de modo que el despegamiento duró poco. La investigación científica, dirigida a forzar el conocimiento por el conocimiento mismo, resulta tan eficaz que se convierte pronto en guía certera de la actividad productiva. La técnica conducida por la ciencia provocó la revolución industrial que ha transformado el mundo, hasta trastornar incluso la función y el concepto mismo de la ciencia.

Pero la repercusión de la revolución industrial sobre la ciencia es el tema del próximo capítulo. Ahora vamos a terminar éste recapitulando lo dicho en él para entender la enorme eficacia de la ciencia experimental sobre la actividad productiva. La ciencia experimental es la culminación del acervo de conocimientos empíricos, ganados en la actividad productiva precientífica, que se traduce en la diferenciación de niveles inferiores de la realidad y en el sometimiento de ellos a racionalidad (a leyes, a previsión cuantificable de resultados). La consecuencia es el alumbramiento

* Estas personas, cada vez más numerosas, se organizan corporativamente en sociedades científicas, en universidades, en revistas científicas, etc., que tienen sus propias reglas y van creando una tradición de trabajo peculiar.

de fuentes inesperadas de energía aplicables a mover distintos tipos de procesos (el vapor, la energía química, la electricidad, ahora la energía atómica), con lo que se ha conseguido aumentar el grado de integración de la actividad productiva y obtener más rendimiento de ella.

¡Tal ha sido la piedra filosofal capaz de transmutar plomo en oro! No el descubrimiento fortuito de una receta maravillosa, sino la acumulación de conocimientos logrados en el trabajo multitudinario y su organización en un pensamiento superior que, vuelto bien común, nos permite dominar mejor la naturaleza. En general, descubrir lo importante, progresar teóricamente, es organizar algo mejor, para su posible dominio, lo ya sabido; y así es, porque nadie puede saltar hasta despejarse de su medio humano.* Claro que la reorganización teórica es trascendente en cuanto refuerza el suelo sobre el que se puede acumular y disponer con orden nuevo conocimiento acarreado multitudinariamente.¹²

Claro que siempre hay el riesgo, y de hecho sus síntomas proliferan actualmente, de que el ejercicio científico, renegando de su origen, vuelva a la búsqueda insolidaria de piedras filosofales; que recaiga en una irracionalidad de grado superior y más peligroso por estar basada en el piso de racionalidad conquistado. Pero ello es ya cuestión del próximo capítulo.

* Cuando un científico imprime un gran salto al progreso científico el hecho puede ser señal de que algo iba mal en un campo del conocimiento; ha roto una traba al progreso, muchas veces de origen social.

Notas al Capítulo II

1. Con el progreso de la cooperación en el trabajo y el consiguiente desarrollo de las fuerzas productivas crece la población humana y con ello el número de focos de experiencia; pero, además, con la diferenciación del trabajo y la estratificación de las tareas, aumentan las posibilidades de que se eleven a una experiencia integrada, nueva, creciente número de personas.

2. La ciencia no sólo ha cambiado bruscamente el modo de vivir de todos los países, a los que ha puesto en íntima fricción recíproca, sino que ha modificado el concepto que del universo y de sí mismo se formaba el hombre; y el modo de ver científico se ha difundido por todos los pueblos que unifican sus modos de trabajo, de vivir en general, sus problemas y conflictos, sus ideologías en pugna. La ciencia, impulsando la técnica, ha transformado y entramado económica y políticamente todo el mundo, europeizándole de modo acelerado.

3. Para comprender el origen y desarrollo de la ciencia, como el de otros procesos del pensamiento, hay que estudiar

la naturaleza de varios planos de progreso y las interacciones entre ellos. En el orden en que se enuncian, cada uno es básico del siguiente y, recíprocamente, condiciona o dirige el anterior. Estos planos son:

1. El problema de la actividad productiva cuya intensidad está muy influida por la organización social. Este plano corresponde a lo que podríamos llamar el progreso de la acción humana.*
2. El progreso de los conocimientos ganados en la actividad productiva (el desarrollo del conocimiento empírico o, dicho de otro modo, de la técnica). Este plano corresponde al progreso (complementario del anterior) de la experiencia humana.
3. Cuando se aceleran mucho los dos progresos anteriores puede iniciarse un tercer plano de progreso, superpuesto a los anteriores, al que pertenecen los brotes, aislados, de actividad científica en la antigüedad clásica y el surgimiento universal (y es de esperar permanente) de la ciencia moderna. Se trata, por así decirlo, del progreso de la experiencia sobre sí misma con independencia inmediata del de la actividad productiva. Este progreso del conocer por el conocer mismo sólo es posible cuando, por una parte, la actividad productiva y la técnica progresen rápidamente y, por otra parte (y como consecuencia de lo anterior), haya sectores sociales emancipados de la necesidad inmediata de producir para subsistir y que sublimen esta emancipación en el ejercicio libre del pensamiento.**

Así, pues, para que se produjera en ciertos países de Europa y a fines de la Edad Media el surgimiento y arraigo de la ciencia experimental hubo de darse en estos lugar y época

* A su vez, el progreso de la actividad productiva, influido por el plano siguiente —el de la técnica—, termina sentando las bases para cambios de la organización social, que, una vez producidos, repercuten bruscamente sobre la progresividad de la actividad productiva.

** Por lo demás, este ejercicio, como se verá en el texto, repercute intensamente sobre el progreso de la técnica y, por ende, de la actividad productiva, de modo que constituye la máxima capitalización humana.

un avance acelerado de los conocimientos empíricos (del plano 2 de progreso) que, a su vez, tenía que basarse en un incremento de la actividad productiva, exigida por la estructura social (en un avance del plano 1 de progreso), relativamente rápidos frente a los correspondientes tempos de progreso de otros ámbitos y momentos culturales. Coetáneamente otras civilizaciones, pienso ante todo en la china, habían, tal vez, acumulado mayor riqueza de conocimientos empíricos que la europea; no obstante, la asimilación de estos descubrimientos técnicos ajenos (la collera, el reloj, el martinete y la cigüena, la brújula, la pólvora, el papel, la imprenta y el molino de viento), por razones socioeconómicas cuyo esclarecimiento corresponde a los historiadores, determinó en la Europa medieval un progreso de la actividad productiva general mayor que en los países de origen (progreso que, a su vez, hacía cambiar también más progresivamente en Europa las condiciones socioeconómicas); y este progreso, en regiones claves de Europa, incitó, a su vez, una preocupación por el desarrollo del conocimiento empírico que culminó en el surgimiento de la ciencia experimental moderna que podemos situar en el siglo XVII y personificar en Galileo (1564-1642) y Newton (1642-1727).

4. En la gestación de la ciencia, máxima integración de experiencia humana, no sólo hubieron de participar los demás pueblos con su fondo antiguo de descubrimientos (oscuramente legado a Europa por Roma) sino, muy directamente, las grandes culturas de la época mediante la comunicación comercial.

5. La lucha de los siervos por su emancipación se ve a veces favorecida por los avances del comercio. Las importaciones del comercio con el mundo extraeuropeo incitan a los señores a salir del autoabastecimiento y a disponer de dinero, lo que les predispone a que los siervos pasen a pagar, desde en trabajo personal, a en especies y luego en dinero. Hay momentos en que, deseosos o necesitados de dinero, los señores estimulan las manumisiones de los siervos en renteros libres.

Por otra parte, la actividad comercial y artesanal acoge siervos fugitivos, emprendedores y enérgicos, que con frecuencia llegan a enriquecerse.

6. En «la filogénesis de la acción y experiencia humana», guiada por el pensamiento,* puede afirmarse que, como es ley general en la evolución biológica, cada cambio se inicia por una innovación de la *acción*, de la que, por tanto, ha de obtenerse en un principio experiencia a un nivel de conocimiento inferior al que a ella le corresponde. En segundo lugar, se produce la innovación de la *experiencia*, esto es, se consigue ganar de la nueva acción plena experiencia, esto es interpretarla y conocerla al nivel máximo que permita la época. Por último, del desarrollo armónico de tal acción y de su experiencia se va determinando (como en la evolución de otros seres vivos) la producción de *estructuras* adecuadas a tal acción y experiencia; claro que estas estructuras no son somáticas (como, por ejemplo, en la evolución animal), sino herramientas, útiles y todo tipo de medios de producción y, en general, de facilitar la acción humana.

Los conceptos evolutivos del párrafo anterior tal vez permitan esbozar un hilo rector para organizar convenientemente los datos históricos relativos a los orígenes de la ciencia experimental moderna, objeto del apartado que concluye con esta nota. En este proceso originario de la ciencia, la innovación en vanguardia de la acción corresponde al desarrollo de la actividad productiva con su repercusión sobre las estructuras sociales, en la Europa medieval; y la consiguiente innovación de la experiencia corresponde al desarrollo social del conocimiento empírico. Hay que entender cómo la organización general de las fuerzas productivas favoreció una cierta impulsión mutua de ambos desarrollos que determinó el paulatino progreso de la agricultura y de los oficios (patente, por ejemplo, en la arquitectura); hay que investigar cómo este progreso aplicó el excedente de bienes productivos en proporción creciente a una actividad productiva cada vez más integradora de experiencia social —no sólo europea sino general— hasta producirse

* Con esta expresión biológica, de alcance general para todos los seres vivos, entendemos el desarrollo social de la acción y experiencia humana, en contraposición a la ontogénesis de esta acción y experiencia, que es su desarrollo a lo largo de una vida individual. Es obvio que un problema básico es el de la interacción entre la filogénesis y las ontogénesis de la acción y experiencia humanas.

determinando un progreso tan rápido del conocimiento empírico, que los hombres se hicieron conscientes de él y comenzaron a recogerlo, ordenarlo y fomentarlo sistemáticamente. Puede decirse que este momento de autoacelerado desarrollo del conocimiento empírico sobre sí mismo corresponde al segundo momento del proceso de origen de la ciencia: la innovación de la experiencia que corresponde a la previa de la actividad productiva (de la acción).

En fin, como culminación de este proceso surge, al fin, *la ciencia experimental, de hecho una modalidad nueva de acción humana*, la acción guiada por pensamiento teórico, que va a elevar a ella, progresivamente, desde la actividad de los laboratorios, a toda la actividad productiva (revolución industrial).

7. Durante el período empírico, el hombre tiende a asumir la primera actitud ante el nivel propio de la acción y experiencia humana, construido sobre el propio de la animal (ya que, de hecho, es el animal culminante). Ante los demás fenómenos, cuyo desarrollo (aunque algunos no efectos suyos) escapa a sus sentidos, tiende generalizando ingenuamente a la segunda interpretación.

8. Este esfuerzo analítico, por ser la condición *sine qua non* para conseguir con precisión el resultado analizado, facilita a su vez, integrar la acción perfeccionada como elemento de una acción más compleja que persiga un resultado más ambicioso. (De hecho, este objetivo es lo que suele orientar y estimular el esfuerzo de discriminación analítica.)

Análisis y síntesis son, pues, las dos caras complementarias del avance de los conocimientos empíricos como del progreso de toda forma de experiencia en el cosmos sometido a un proceso coherente de evolución conjunta.

9. La ciencia experimental con sus progresos liberó al pensamiento humano de otras limitaciones estrechamente antropocéntricas propias del empirismo. Los grandes astrónomos del Renacimiento y los grandes geólogos y biólogos del siglo XIX ampliaron enormemente los límites espaciales y temporales del universo al impugnar la vieja identificación «empirista» del origen del espacio y del tiempo univer-

sales con el lugar y momento en que surgieron los hombres.

Se comprende que este destronamiento del hombre de la posición privilegiada que él se concede falsamente (y que tan incongruente resulta con su servidumbre material) repugnase al viejo idealismo. No obstante toda conquista de verdad, por amarga que parezca, contribuye a la emancipación humana. La que nos ocupa nada menos que abre la posibilidad de llegar a entender la naturaleza del hombre por su proceso de origen, y, en consecuencia, la de conducirse científicamente hacia su verdadera grandeza.

10. Creo que merece insistirse sobre el hecho de que la mecánica clásica, la ciencia que se ocupa del movimiento de los cuerpos bajo la acción de fuerzas, haya sido la primera en desarrollarse de las ciencias modernas.* Para Galileo, el creador de la mecánica como ciencia experimental rigurosa, las realidades físicas «primarias», las sometibles a teoría y cálculo numérico, no eran sino la extensión, la fuerza y la densidad, de modo que las únicas ciencias genuinas eran la geometría y la mecánica. Consideraba que otros aspectos de la existencia, como los colores, olores y sabores, eran cualidades «secundarias»; Galileo se expresaba así: «sabores, olores y colores no son otras cosas que meros nombres respecto al objeto en el cual parecen residir —únicamente existen en las impresiones sensibles—».* Claro que esta distinción, a primera vista, resulta débil y se impugna fácilmente: las realidades «primarias» para Galileo (la posición, el movimiento, la densidad), a semejanza de las «secundarias»

* Es más, como es sabido, los griegos desarrollaron profundamente la geometría, ciencia nacida de una abstracción de experiencia directamente sensorial, como lo es la mecánica y con la que está en íntima relación, y, además, Arquímedes dedujo ya los principios de la palanca y de la estática de fluidos.

** Esta clasificación de las propiedades físicas es de Descartes, que distinguía además una región aún menos accesible para la física, a saber, el campo de las pasiones, la voluntad, el amor y la fe. «Con Descartes —dice Bernal— la separación del universo en una parte física y una moral se convirtió en parte integrante de la filosofía» y, de este modo, separando convencionalmente sendos campos de competencia, eludió el conflicto latente, irremediable, entre la ciencia y la religión oficial.

(color, olor, sabor) se aprecian por los sentidos, carecen de realidad en sí y son meras relaciones abstraídas de los objetos reales. Y, en efecto, apenas transcurridos cuarenta años de la muerte de Galileo, precisamente Newton, su genial continuador en el desarrollo de la mecánica, logró, además, establecer un nuevo campo de la física científica sometiendo la luz y el color a teoría verificable por experimentación. ¿Qué pensar de todo esto? ¿Qué hay de verdadero y qué de erróneo en la noción de Galileo y de Descartes que hemos recordado?

Me parece que hay que responder que, aunque la aseveración sea, en sentido literal, naturalmente falsa, la postura de Galileo tomándola como guía de su acción es tan verdadera que le permitió echar las bases, no sólo de la mecánica, sino de toda la ciencia experimental moderna, cuyo desarrollo permite diferenciar hoy científicamente los distintos tipos de propiedades. En definitiva, en el aserto de Galileo, como tantas veces sucede en la enunciación de un pensamiento realmente original,* hay un profundo fondo de ver-

* Podría aducir ejemplos memorables de mi experiencia de biólogo; así, guardan un fondo de verdad profundo y están formulados erróneamente conceptos como la constancia de las especies de Linneo, la fijeza e indivisibilidad de los átomos por los primeros químicos, la interpretación de la causa de la evolución de Lamarck, la teoría celular de Virchow, la teoría del plasma germinal de Weismann, la teoría de la recapitulación de Haeckel, etc. Mucho más frecuente es la enunciación inversa de verdades particulares que se aducen erróneamente como prueba de conceptos falsos; sirvan de ejemplos, las transformaciones bruscas de la fauna aducidas por Cuvier en defensa del creacionismo contra el evolucionismo, las leyes de Mendel usadas por de Vries para impugnar la teoría darwinista de la evolución, la teoría de la fotosíntesis de v. Baeyer, etc.

Al progreso del pensamiento se oponen, tanto desechar un pensamiento profundo verdadero por su enunciación errónea, como adoptar un pensamiento erróneo inducido por hechos verdaderos pero interpretados erróneamente. El talento y la educación mental del científico ha de manifestarse muy principalmente en la capacidad de descubrir el pensamiento básico verdadero bajo la argumentación viciada con limitaciones de época y de resistirse a ser llevado a un pensamiento falso con la autoridad de hechos verdaderos. Hay que jerarquizar, por su contenido de verdad, los conceptos científicos, a lo que ayuda un continuo estudio atento del desarrollo histórico de la ciencia.

dad que le da su fecundidad y, a la vez, padece un extravío, ciertamente salvable, en la forma.

¿Cuál es el fondo de verdad de Galileo? Me parece que radica en el intento de establecer rigurosamente el contenido de una ciencia, la mecánica clásica, definiendo su objeto genuino y separando con claridad cuanto no le compete. En mi sentir de biólogo, la mecánica estudia las interacciones que se producen entre objetos que son congruentes con nuestra actividad muscular y con nuestros órganos de los sentidos, en las que cada objeto participa como un todo reversiblemente transformable. Pero hay más; considerada más de cerca, la mecánica clásica sistematiza la experiencia humana correspondiente a lo que ésta tiene de común con la acción animal. *La actividad somática del animal como un todo* (de él, no de sus células aisladamente, ni de sus individuos protoplásmicos) y, por tanto, *la del soma humano no realiza directa, inmediatamente, sino acciones mecánicas*, en las que operan cuerpos graves (la gravedad es un componente esencial con el que ha de contar siempre la fuerza animal fuera del agua, a saber el propio cuerpo frente a cuerpos delimitados, que ocupan una posición —otros animales, plantas, masas de agua, accidentes del suelo, etcétera—), respecto a los cuales hay que moverse, y sobre los cuales hay que ejercer fuerzas esencialmente mecánicas. De este modo, las regularidades mecánicas de la naturaleza (no el origen de ellas) han sido la base de la acción y experiencia animal; en consecuencia, la primera actividad humana tuvo que ser también exclusivamente mecánica (los primeros útiles servían para reproducir la actividad de otros animales o para reforzar la propia animal) y toda actividad humana tiene que tener siempre una base mecánica por el modo de acción y experiencia animal que a lo largo de eras ha conformado los cuerpos humanos y entre ellos el nuestro.

Lo que caracteriza al animal es un modo de acción y experiencia, en el que se aplica un tipo de fuerza, la fuerza ejercida por músculos, realizando un trabajo. Excusado es decir que la fuerza animal ha de corresponder a fuerzas ambientales coherentes con ella, con las que, de un modo u otro, pueda componerse en la realización de la acción animal guiada por experiencia. Estas fuerzas ambientales actúan necesariamente en la biosfera terrestre con una regula-

ridad tal que ha permitido aplicar la fuerza animal conforme a acción y experiencia;* de ellas, pues, los animales han ido ganando sucesiva acción y experiencia, al modo animal, tanta que está perfectamente patente en sus estructuras somáticas y en cómo las aplican en su acción. Todos los animales, por ejemplo, mueven de un modo u otro porciones de alimento vegetal o animal, desplazan por su interior masas de agua y la gran mayoría se desplazan por el agua o por el suelo y algunos, incluso, por el aire, así como disgregan mecánicamente su alimento. Me parece que la fuerza muscular que ejerce todo animal ha de ser homogénea a las naturales sobre las que actúa y que éstas, por diversas que parezcan, han de tener asimismo una homogeneidad, una comunidad de naturaleza, entre ellas (la coherencia interna de sólidos, líquidos y gases en sus diversas manifestaciones y la gravitación universal)** y ser heterogéneas de otro tipo de fuerzas, aunque vinculadas con las anteriores con otro tipo de relaciones. Pues bien, parece trascendente para la historia del pensamiento el éxito de Galileo en someter todas estas fuerzas coherentes y sus efectos a unidad teórica de alcance universal (creación de la mecánica clásica como primera ciencia experimental),

* El lector entiende que hay más; las regularidades de las fuerzas ambientales cuyo descubrimiento preocupaba a Galileo y a Newton, constituyen uno de los estratos básicos de la organización creciente de sucesivos niveles cuyo progresivo despliegue es la evolución biológica.

** *Mutatis mutandis* vale, en un caso, para la fuerza ejercida (y el trabajo realizado) por el individuo protoplásmico y para el tipo de fuerzas ambientales con las que tal fuerza protoplásmica interfiere, y, en otro caso, para la fuerza ejercida por la célula y sus correspondientes fuerzas ambientales. En cada caso, el tipo o nivel de fuerzas en juego tiene que ser homogéneo, y, en cambio heterogéneo de un caso al otro.

Claro que heterogeneidad no significa independencia, palabra sin sentido en el universo sujeto a coherencia dinámica (que le hace potencialmente explorable por el hombre en todos sentidos); quiere sólo decir que cada uno de tales tipos de fuerzas resulta de distinto número de niveles de integración y que la cuantificación y reversibilidad de las heterogéneas presentan otro orden de dificultad para ser comprendidas. No son problemas con datos locales, sino generales, de creación de toda una circunstancia ambiental.

guiado por la intuición de su homogeneidad física que le es impuesta por su coherencia con nuestra fuerza animal (realidades físicas «primarias»).

¿En qué consiste, para terminar, el error de Galileo tal como se manifiesta en la expresión de Descartes? Me parece que se reduce al error de perspectiva, tan inevitable en su momento, de reducir a su campo de estudio la posibilidad de adquirir conocimiento experimental riguroso. Si se hubiese expresado con la precisión a nuestro alcance Galileo, en vez de afirmar que el sabor, el olor, el color únicamente existen como impresiones sensibles, tendría que haber dicho que son manifestaciones de fenómenos reales inteligibles científicamente (teoretizables), si bien de naturaleza cualitativamente distinta de los que son objeto de la mecánica, de modo que ésta constituye un cuerpo cerrado de doctrina (lo que es verdad, bajo ciertos supuestos). Como se ve, el error de Galileo se subsana fácilmente; su noción equivocada puede sustituirse por otra verdadera, equivalente con respecto a su aportación imperecedera.

Pero hay más, constituyó un error útil (la verdad de su tiempo) en cuanto que le permitió realizar su obra fundamental. Por otra parte, ésta, al establecer unas coordenadas principales para la comprensión del universo, ha facilitado el punto de apoyo necesario para ir comprendiendo, en sendos cuerpos de doctrina cerrados, otros conjuntos de fenómenos asimismo homogéneos entre sí; y, luego, empezar a relacionar unos con otros, dentro de un pensamiento científico unificador, a esos campos científicos relativamente cerrados; independientes.

11. La clasificación de animales y plantas presupone obviamente la descripción minuciosa de los caracteres de cada especie, tanto internos como externos, a fin de abstraer los comunes a varias especies y, considerándolos atentamente, establecer los convenientes criterios de agrupación escalonada de ellas. Por ello, el despertar de los estudios taxonómicos en los albores de la Edad Moderna va de la mano con la renovación del interés por la investigación de la anatomía de vegetales y la de animales, y, en especial, del hombre (Vesalio, Fabricio).

De todos es sabido que los estudios de taxonomía animal y vegetal y los de anatomía tienen, como los de mecánica,

antecedentes griegos, en este caso especialmente ilustres y trascendentes para el pensamiento científico general. Por lo demás, las dos coyunturas históricas, la de Aristóteles y la de la renovación, en la Edad Moderna, del interés por la taxonomía biológica, tienen que haber poseído algún carácter común; ante todo el hecho de que en ellas se impone el contraste de la fauna y flora aborigen con la claramente distinta de otras regiones, de las que griegos y europeos toman bruscamente noticia. La obra de Aristóteles posee, a este respecto, la máxima significación en la historia de la ciencia y, en particular, de la biología.

Me parece que el pensamiento biológico actual puede considerar, con toda objetividad, la obra de Aristóteles como el primer origen firme del pensamiento científico moderno en los cuatro aspectos esenciales siguientes:

1. En su genial propósito de investigar sistemáticamente las leyes del pensamiento científico riguroso, que le llevó a crear la lógica, leyes en las que, de su examen del modo de razonar los grandes filósofos, abstrae pautas generales del buen razonar (silogismos).
2. En su clasificación de las ciencias (él hubiese dicho de los campos de pesquisa) y la creación de alguna de ellas como cuerpo distinto de doctrina (física, biología, psicología, lógica, ética, política).
3. En el establecimiento del método científico como procedimiento sistemático para recoger y analizar rigurosamente hechos concretos y, por el examen de los caracteres comunes y diferenciales de ellos, procurar descubrir leyes universales que se apliquen a clases completas de objetos. Como es sabido, los animales fueron el objeto principal de su consideración científica, y lo que ellos le enseñaron constituyó la base de su aportación fundamental al método científico; * ante todo, se plantea el problema de la clasificación racional de los seres vi-

* Darwin escribió: «Debo mucho a Linneo y a Cuvier, pero eran simples escolares al lado del viejo Aristóteles». Como todo genuino innovador Darwin percibe y necesita dar testimonio de las raíces de sus descubrimientos. Esta necesidad le lleva a invocar varias veces el antecedente de Aristóteles, no por la mera busca del apoyo de la autoridad, ya que le vemos rechazar el apoyo de otros filósofos como Spencer.

vos, básica de la zoología y la botánica taxonómicas de la Edad Moderna.

4. En su concepción dinámica del mundo que contrasta con la estática de Platón y en la que, probablemente de un modo principal integra pensamiento de los filósofos naturalistas jonios y en particular de Demócrito; para Aristóteles el devenir es tan naturaleza como el ser, lo que le lleva a fundamentar el estudio de la embriología comparada; en este campo plantea certeramente preguntas biológicas de completa actualidad para la biología evolucionista. En general su concepción del universo es la propia de la ciencia, de modo que Aristóteles es, no sólo el enunciador del método científico, sino del papel del conocimiento en la actividad humana (clasifica las ciencias, según Ross, en teóricas que persiguen el conocimiento por sí mismo, prácticas que miran el conocimiento como guía de la conducta, y productivas que buscan el conocimiento para fabricar cosas útiles o bellas).

Me parece que, a pesar de la pobreza relativa de sus conocimientos, Aristóteles plantea una problemática que un biólogo actual debe definirse con claridad y esforzarse en contestar. A mí me sorprende lo científico, lo moderno de su mente. Pero esa sorpresa no debe satisfacerse con una estéril admiración a una de las mentes más excelsas que han existido, sino que, más bien, debe imponernos lo reciente del desarrollo de la ciencia y lo humilde (contra todas las apariencias) del desarrollo de ella.

Por otra parte, Aristóteles no puede considerarse como un motor potencial del desarrollo de la ciencia que se malogró por las circunstancias, sino como una de las principales causas que, en su día, determinaron el surgimiento de la ciencia. El esfuerzo hecho por Santo Tomás de Aquino de injertar el pensamiento racionalista aristotélico en las concepciones teológicas de la Iglesia, consiguió un resultado temporal de reforzamiento de ésta contra pensamientos irracionales heterodoxos, pero terminó haciendo saltar, con el libre examen, el edificio mismo —obviamente no susceptible de racionalización— al que fue llamado a apuntalar.*

* Las polémicas de la Iglesia con los heterodoxos, incluso la sostenida con Giordano Bruno, parecen de otra naturaleza que las

Aristóteles es como el caballo de Troya mediante el que la racionalidad disfrazada de fideísmo consiguió penetrar en la plaza fuerte de las verdades reveladas. De este modo, aunque paradójicamente la naciente ciencia del XVI-XVII se dirigirá contra Aristóteles, uno de los más grandes científicos de todos los tiempos, el movimiento mismo era realmente (como no podía dejar de ser) hijo muy directo del pensamiento aristotélico. Hoy nos parece obvio que la ciencia moderna naciente se opone, armada con el espíritu de Aristóteles, al dogmatismo de la ciencia constituida y que este esfuerzo por armarnos con la ciencia viva para negar la ciencia hecha es hoy tan urgente como lo era hace cuatro siglos. De ese modo la profunda asimilación de la ciencia antigua tuvo como manifestación más auténtica la negación de los resultados de dicha ciencia.

12. Lo que define esencialmente a cada uno de los niveles de seres vivos (individuo protoplásmico, célula, animal) es el hecho de que perciben y actúan sobre sendos niveles de integración del ambiente. (El animal, y, por tanto, originariamente el hombre, actúa con su fuerza muscular sobre fuerzas que, fundamentalmente, determinan la cohesión de grandes masas de moléculas.) Mediante su capacidad de ejercer tal trabajo característico de su nivel, los seres vivos consiguen su tipo peculiar de alimento; y el salto de los heterótrofos de un nivel a los autótrofos del mismo nivel (protoplásmico, celular, animal) consiste en la ampliación de la fuente de energía cuyo aprovechamiento les es propio, ampliación forzada por el exhaustivo aprovechamiento de ella, de modo tal que permite aprovechar para alimentarse un nuevo nivel de energía cuyo dominio será objeto de la

que sostiene con la ciencia, empezando con Galileo. En aquellas se disputa con armas ideológicas de la misma naturaleza (interpretaciones diversas de textos que se consideran revelados) y suele imponer su criterio el socialmente hegemónico. En cambio en las segundas, el todavía socialmente más débil —Galileo, por ejemplo— dispone de argumentos de otro orden de eficacia (si se quiere, de distinta competencia) que les hace imponerse lentamente.

Entre uno y otro tipo de polémica, está la de la Iglesia con la Reforma, que no es sino el recabamiento de la libertad individual de interpretar los textos revelados. Es una pugna tanto ideológica como política.

acción y experiencia de los seres vivos del nivel inmediato superior. En definitiva, los seres vivos de cada tipo están confinados en el gobierno, por su acción y experiencia, de un determinado nivel de integración energético-material del ambiente inorgánico.

Ab origine, el hombre es una especie animal autótrofa, que se emancipa de evolucionar conjuntamente con los demás animales e inicia su proceso evolutivo propio, precisamente por el hecho de que su modo especial de ejercer su acción y experiencia animal (la aplicación de la fuerza muscular y de los órganos de los sentidos a la palabra) le permite ampliar incesantemente sus fuentes originarias de alimento. Pero este proceso ha dado un paso trascendente con la ciencia moderna que, en definitiva, permite actuar y sacar experiencia de niveles ambientales ajenos al animal, mediante los limitados recursos somáticos animales de que dispone el hombre (fuerza muscular y órganos de los sentidos). Este logro constituye al hombre en el autótrofo definitivo de la biosfera terrestre.

En definitiva, el paso del conocimiento empírico al científico, con su delimitación teórica de niveles, permite racionalizar fenómenos no sujetos a los sentidos y prever, desde lo observado, lo que no lo ha sido antes nunca. La conciencia de que esta eficacia del conocimiento científico guarda aplicaciones potenciales para la actividad productiva mucho mayores que el conocimiento empírico es lo que estimuló la especialización de personas a forzar libremente el conocimiento científico* despreocupados de su aplicación práctica. De la trascendencia práctica de su esfuerzo es, más o menos oscuramente, consciente el científico que en modo alguno se siente un diletante parásito. En cambio, el progreso empírico (el progreso del bien hacer artesano) es impensable fuera de la actividad productiva.

* Los «científicos» (de *scire*, saber), «les savants».

Etapa de sometimiento de la ciencia a la iniciativa empresarial. Recaída de la investigación en el empirismo

La etapa inicial de desarrollo de la ciencia experimental

Tengo la convicción de que la ciencia experimental, a pesar de la proliferación de los descubrimientos y, sobre todo, de sus aplicaciones, sufre un período de crisis. Las ramas de la ciencia que procuro conocer muestran una notoria incapacidad de desarrollarse armónicamente.¹ Amontonan conocimientos concretos que, a veces, permanecen sin interpretación o se integran en teorías, de alcance parcial, con frecuencia incoherentes e incluso contradictorias con otras que abarcan fenómenos obviamente relacionados. El hecho contribuye a que el común de las personas (y el científico mismo en cuanto no atañe a su competencia) se forme una imagen monstruosa de la realidad. La «ciencia», traicionando su origen, comienza a constituirse en manantial de irracionalidad. Paradójicamente, ello hace que se tenga, por amplios sectores de la población, una impresión excelsa de la ciencia

(por encima de la actividad común) precisamente en una fase de regresión, de descomposición, de ella, por estar dirigida a propósitos inmediatos. En un momento en que debe aprestarse para elevarse a un nuevo tipo de tareas (a que, doblemente, le impulsan los contenidos del pensamiento científico y los problemas del desarrollo de la sociedad humana) recae abiertamente en el empirismo antiguo. Me propongo en este capítulo analizar de cerca este fenómeno, indagar sus causas para contribuir a reaccionar contra él y a colocar la ciencia en su camino de progreso.

El capítulo anterior termina aludiendo a la consecuencia capital de la ciencia que es la revolución industrial. Es obvio que la revolución industrial (el prodigioso salto hacia adelante de la actividad industrial, y a remolque suyo de la agraria; que ha transformado el modo de vida por la aplicación de nuevas fuentes de energía y de procedimientos totalmente nuevos) se debe al conocimiento de los procesos naturales ganados por la ciencia experimental, cuyo origen y carácter estudiamos en el capítulo anterior. Ahora deseo recordarles cómo se produjo esta vivificación de la actividad productiva por la ciencia experimental.

Como se señala al final del capítulo segundo, me parece que las cosas sucedieron del modo siguiente. El surgimiento de la ciencia experimental, esto es, el descubrimiento de niveles energético-materiales (los niveles molecular y atómico, los campos gravitatorio, eléctrico y magnético, el calor, el nivel celular, etc.), y, con ello, la posibilidad de someter una gran masa de conocimientos empíricos a teoría científica verificable y ampliable por experimentación, desencadenó un cultivo apasionado de la ciencia en un principio como una actividad dirigida exclusivamente a ampliar el conocimiento, a buscar el conocimiento por el conocimiento mismo. Los notorios resultados obtenidos por la ciencia experimental en la interpretación de los fenómenos naturales determinan una serie de conse-

cuencias que, a su vez, aceleran el arraigo de la ciencia experimental. Por ejemplo:

1. Se institucionaliza paulatinamente la ciencia. Las personas que, en los principales países de Europa, dedican su vida a adquirir y desarrollar el pensamiento científico, se conocen y relacionan entre sí; se van concretando normas primero implícitas y al fin oficiales para ser considerado hombre de ciencia; se van perfilando criterios de valía científica; y, en fin, se establece una moral del científico: unas normas de conducta a las que debe someterse el hombre de ciencia. Por ejemplo, del hombre de ciencia (del *savant* de los franceses) se espera que posea con rigor la ciencia hecha y que se dedique plenamente a la docencia y a la investigación, en general universitaria; que viva de su remuneración de profesor; que investigue con el único propósito de publicar, sin otro estipendio que el del prestigio, los resultados de su labor en las revistas científicas. De hecho, el ejercicio de la ciencia así entendido modeló caracteres venerables, lo que, exaltando el prestigio social del científico, dirigió, en los países más avanzados, hacia la ciencia numerosas vocaciones de jóvenes idealistas, enérgicos e inteligentes.
2. Una segunda consecuencia fue la paulatina conquista y transformación de la Universidad por la ciencia experimental. La Universidad medieval, que enseñaba pensamiento tradicional y especulación filosófica (la satiriza genialmente Rabelais), es transformada en la Universidad moderna que culminó en el siglo XIX y que hoy, en todo el mundo, aparece desorientada, sometida a influencias contrarias. Desde el siglo XVII, la Universidad se dedica cada vez más a la enseñanza del pensamiento científico experimental con el propó-

sito fundamental de que el alumnado adquiriera una interpretación correcta de los fenómenos naturales en el campo de las diversas ciencias y, sólo como segundo objetivo, la aplicación práctica de estos conocimientos.* La Universidad procura entonces, ante todo, formar docentes y sabios, personas que, en su vida postuniversitaria, fomentasen la difusión y el desarrollo de la ciencia. Así es, porque tales son los ideales del profesorado de las grandes Universidades decimonónicas francesas, inglesas y alemanas bajo cuyo ejemplo se formaban los estudiantes. La ciencia, todavía despegada de la actividad productiva y persiguiendo el puro conocimiento, incluso en los ejercicios profesionales, que intenta, sin conseguirlo plenamente, elevar a ciencia (como es la medicina), parece considerar el ejercicio profesional eminente como vinculado a la investigación y a la docencia.

3. En tercer lugar, merece señalarse el camino que toma la investigación científica entonces abocada del modo dicho a procurar el conocimiento por sí mismo, por su valor teórico (por su valor para el progreso del conocimiento) con menosprecio de su aplicación práctica. Me parece que, hasta comienzos de nuestro siglo, la investigación se practica fundamentalmente en las universidades, conforme a tal carácter y propósito. Puede decirse que es la época de oro del desarrollo del pensamiento científico tan vinculado a la enseñanza. El profesorado que se esforzaba, entonces, en comunicar las teorías más comprensivas, más capaces de ofrecer una interpretación coherente de la realidad objetiva en el campo de su competencia, estaba abocado irremisiblemente a percibir las solucio-

* Me refiero, ante todo, a las Facultades de Ciencias, pero, en gran parte, lo dicho se aplica a las de ciencias aplicadas.

nes de continuidad, las contradicciones, las excepciones inexplicables con que tropezaban al exponer sus disciplinas. De este modo surgía una problemática de altura, profesoral, que iba elevando el rigor y generalidad del pensamiento y de la problemática. La investigación experimental así conducida se efectuó en gran parte en los laboratorios de las Universidades y sus resultados se publicaron en las revistas científicas, la gran mayoría conducidas por profesores.

4. Las revistas científicas son obviamente una creación de la época y persiguen el objetivo sumamente original respecto al pasado humano de recoger los conocimientos nuevos produciéndose, para ofrecer una imagen del progreso del pensamiento, que, entre tanto, se ha constituido en una noción, evidente para todos, de curso general; es decir, las revistas científicas se reducen a publicar descubrimientos inéditos en forma, reproducible y, así, contrastable críticamente con el pensamiento científico vigente en cada momento.

Pues bien, la organización social esbozada que, durante los siglos XVII y XIX, fue adquiriendo el ejercicio de la ciencia (realizada con propósitos cognoscitivos y docentes y con olvido de la aplicación práctica) determinó un proceso aceleradísimo que estaba preñado de aplicaciones prácticas de alcance incalculable. A mi modo de ver, las disciplinas científicas progresaban con un ímpetu sin precedente impulsadas por un método* que, por primera vez, en grandes

* Este método, básico de la ciencia experimental, consiste en la posibilidad, tras el descubrimiento de niveles energético-materiales, de contrastar en cada descubrimiento su significación para el pensamiento general (teórico) y de conducir la experimentación por este pensamiento.

campos de fenómenos naturales, perseguía libremente descubrimientos con valor estratégico, capaces de impulsar el progreso del conocimiento. Este hecho (y la desconexión de la ciencia con la actividad en el trabajo productivo) tuvo la notable consecuencia de que, a lo largo de toda esa época, se desarrollaron simultáneamente y con gran independencia mutua dos vías de adquisición de conocimientos nuevos: (1) la primera, aplicando métodos empíricos en el desempeño de actividades productivas (agraria, minera, manufacturera), y (2) la otra, aplicando la ciencia experimental, en los laboratorios universitarios, a la comprensión, por decirlo así, desinteresada de los procesos naturales. Obviamente (por la coherencia general de la realidad), estas vías paralelas de allegar experiencia se refieren a los mismos procesos naturales y, es más, no olvidemos que el progreso empírico en el trabajo fue lo que provocó el surgimiento de la ciencia experimental, y que ésta nació incitada por problemas prácticos que pudo elevar a pensamiento teórico. Por consiguiente, la ciencia, a pesar de su desinterés por la aplicación práctica de sus conquistas, o, mejor dicho, gracias a este desinterés que permitió a los científicos concentrarse en el desentrañamiento objetivo de los fenómenos, fue acumulando un caudal de pensamiento teórico y de consiguientes conocimientos concretos de enorme valor para la actividad práctica. El hecho no podía pasar inadvertido para los hombres más capaces de la primera vía (que buscaban cada vez más conscientemente el progreso en la actividad práctica) y recurrieron con frecuencia creciente a la ciencia experimental. Uno de los ejemplos señeros de esta cooperación entre la experiencia ganada en la actividad productiva y la experiencia científica es la de Watt con profesores de termodinámica de la Universidad de Edimburgo, de la que salió, no sólo la máquina de vapor útil, sino (en la mente del genial Watt) el propósito, tan consciente que lo pa-

tentó, de aplicarla a transformar una manufactura en un conjunto coherente de máquinas movidas por energía no animal ni humana, es decir, en un fábrica moderna.²

De esta fecundación de la actividad productiva por la ciencia experimental (de la que nace lo que denominamos técnica), ha resultado la revolución industrial moderna. Hemos de destacar el aspecto positivo para el progreso humano de esta revolución industrial. El conocimiento creciente de los procesos naturales, conseguido por la ciencia experimental, ha ido permitiendo la concentración de un número creciente de personas en la realización de programas racionales de producción cada vez más ambiciosos y difíciles. Recíprocamente, los bienes así conseguidos por una actividad industrial de eficiencia creciente proporcionan un excedente cada vez mayor de recursos que permiten dedicar a la innovación un número creciente de personas. Este enriquecimiento creciente de experiencia colectiva por la actividad social (por el trabajo) constituye, como sabemos, la característica diferenciadora de la naturaleza humana frente a la animal. Por consiguiente, el progreso de este enriquecimiento recíproco (del conocimiento por la acción y viceversa) significa el progreso de nuestra propia naturaleza y, con ello, la conquista de una mayor suma de felicidad humana, de mayor libertad, en cuanto ello vaya estando en nuestras manos. Al parecer, por todo lo dicho, este carácter corresponde al desarrollo industrial moderno permitido por la ciencia experimental; pero, en mi opinión, el progreso se cumple sobre bases económicas sociales que dificultan cada vez más el progreso y, sobre todo, lo dirigen por rutas equivocadas. A nuestro propósito, corresponde únicamente analizar el efecto perturbador que el desarrollo empresarial moderno está ya determinando sobre el progreso del pensamiento científico.

La causa interna de la crisis actual de la ciencia experimental

Una vez considerado, primero, en lo que respecta a la organización interna de la ciencia y, luego, a las relaciones de la ciencia con la actividad industrial, el desarrollo de la ciencia experimental en su etapa inicial (que convencionalmente podemos deslindar entre el origen de ella y comienzos del siglo XX), estamos en condiciones de indagar las causas de la crisis actual de la ciencia que se ha señalado al principio de este capítulo. A pesar del gran desarrollo de la técnica que tiende a ocultar el padecimiento básico, la ciencia (en contraste con su sano desarrollo del siglo pasado, que, en algunas ramas, penetra algún decenio del siglo XX) padece un desequilibrio interno entre el enorme acarreo de datos que continuamente recogen las revistas especializadas y la aplicación relativamente insignificante, y a todas luces insuficiente, de esfuerzo teórico para dominar todo ese conocimiento fragmentario. En el capítulo anterior se expone que lo que diferencia del empirismo precientífico a la ciencia experimental es, precisamente, su continuo esfuerzo de vaivén entre los descubrimientos concretos logrados por una experimentación conducida por hipótesis y el desarrollo del pensamiento científico en teorías capaces de interpretar lo aparentemente múltiple e inconexo. La ciencia clásica pretendía darnos una visión coherente del universo conforme a su coherencia real, objetiva, que es el postulado mismo del ejercicio científico. Negarse a elevar a pensamiento teórico los datos concretos (mantenerse pegado a una experimentación rutinaria, el obtuso «me atengo a los meros hechos») es oscurantista. Ahora hay una resistencia irracional a cumplir el segundo paso de todo descubrimiento científico (repito, esclarecer la trascendencia de lo observado sobre el pensamiento científico, esto es, sobre la experiencia humana general). Y esta de-

sarmonía entre el esfuerzo analítico y el sintetizador hace que muchas ciencias (puedo afirmar de las biológicas) anden perdidas en una maraña de hechos explicados por teorías parciales, inconexas o contradictorias entre sí, sin que nadie se esfuerce en integrarlas en una teoría superior; todo lo más se procuran teorías blandamente eclécticas. Es un estado de desproporción entre lo que se conoce y la interpretación racional de ello, nada alejado, salvando las diferencias de época, de lo que sucedía a fines de la Edad Media. ¿A qué se debe esta repugnancia, precisamente en la ciencia, al ejercicio riguroso del pensamiento? Me parece que pueden rastrearse dos causas principales, que voy a exponer sucesivamente.

La primera causa, que podemos considerar interna, hace pensar en una verdadera crisis de crecimiento. Puede decirse que el modo de proceder de la ciencia clásica (el impulso de la teoría por la experimentación y viceversa) y su concepto de la realidad objetiva (el universo está sujeto a leyes rigurosamente deterministas y universalmente verificables) son, esencialmente verdaderos, pero no constituyen toda la verdad. Como toda verdad humana, son un simple paso (por grande que haya sido) hacia la verdad. Los métodos y el concepto de la realidad propios de la ciencia experimental bastan para orientarse en los procesos que se dan dentro de un nivel de la realidad, pero resultan insuficientes para comprender los que relacionan distintos niveles. Como se expone en el capítulo anterior, el éxito de la ciencia experimental se debió, precisamente, a haberse deslindado por experimentación algunos niveles energético-materiales y a constreñirse a operar dentro de estos niveles, haciendo interactuar lo homogéneo con lo homogéneo. Sin salirse del marco de cada ciencia experimental (digamos, dentro de la química, en la que se opera sobre moléculas mediante moléculas), el aparato teó-

rico se ha enriquecido continuamente. Pero, dentro de estas ciencias, su desarrollo mismo comienza a plantear problemas que, por naturaleza, escapan ya al aparato teórico construido; por ejemplo (siguiendo con la química), nos preguntamos por qué los átomos son como son y se encuentran en las frecuencias con que se dan, cómo se produce y mantiene (en qué consiste) la individualidad de cada uno sobre la complejidad dinámica de su proceso interno; son problemas que se refieren al origen y naturaleza esencial de los átomos imposible de entender haciendo abstracción de los niveles de integración universales contiguos: el infraatómico (de cuya evolución conjunta hubieron de surgir los átomos y hoy mantiene, sin duda, sus individualidades vinculadas con el todo universal) y el molecular (que, a su vez, culmina y explica la interacción de unos átomos con otros).

En algunas ciencias (en las genuinas ciencias experimentales, como es la química misma, muy ceñidas al nivel natural de su competencia), la imposibilidad de atacar estos problemas con la sola ayuda de los postulados básicos de la ciencia experimental no tiene más consecuencias que, (a) dejar incontestadas estas preguntas y los fenómenos a ellas vinculados, y (b) establecer barreras insalvables entre las ciencias básicas. Ciertamente, esta incapacidad de la ciencia experimental ante problemas concretos planteados por el desarrollo de ella misma abre el camino a la especulación irracional y controvertible, y, en todo caso, nos da una impresión del universo a medias coherente (podríamos decir con pisos coherentes, pero incoherentes entre sí), lo que tampoco resulta satisfactoriamente racional. Pero la situación en que se encuentra el pensamiento científico es mucho peor en otros campos de conocimiento.

Me refiero, ante todo, a las ciencias biológicas en las que confluyen dos circunstancias que las enfrentan continuamente con problemas irresolubles al nivel de

la ciencia experimental, lo que hace que la biología actual (nuestros conceptos sobre los seres vivos y el hombre) esté gravemente afectada de irracionalidad. Veamos estas dos circunstancias. La primera es la de la complejidad de su objeto de conocimiento que hace que la biología haya distinguido mal los sucesivos niveles de integración estratificados dinámicamente en el interior de los seres vivos, lo que hace que en una gran parte de las disciplinas biológicas la experimentación no haya salido aún del empirismo; es decir, que en biología se haya producido muy imperfectamente el paso del empirismo a la ciencia experimental;³ en consecuencia, en muchas ramas biológicas el conocimiento se reduce a describir y clasificar los seres y los procesos con un desentendimiento total de comprender racionalmente los fenómenos.⁴

La segunda circunstancia que se da en la biología es el hecho de que el objeto de su estudio, el ser vivo (y, en concreto, el más elevado de todos, el animal) es coherente con nuestra acción y experiencia, en cuanto que somos animales, y, por tanto, tenemos clara noticia (tenemos, por decirlo así, vivencia de ello) de que se trata de genuinas individualidades, de remansos energéticos que se originan y mantienen sobre su entorno manejándolo; también hemos tenido noticia directa de su evolución, etc.; así como descriptiva de sus complejos procesos internos, de su organización anatómica, de sus procesos embrionarios, etc.; todo ello plantea problemas acuciantes cuyo conocimiento se refiere a nosotros mismos; de este modo, la biología inerme de aparato teórico experimental se enfrenta con la problemática más compleja. Por ello, nada tiene de extraño que la biología sea presa de una creciente irracionalidad.

La causa externa de la crisis de la ciencia experimental

La causa primera que acabamos de exponer de la crisis actual de la ciencia experimental es, obviamente, como adelantamos al comenzar su estudio, una crisis interna de crecimiento. Podemos decir, abundando en lo mismo, que la ciencia, al desarrollarse, acumula conocimientos que no puede interpretar dentro del marco conceptual de la ciencia experimental. La solución de esta crisis no puede venir sino de los científicos mismos: la ciencia ha de experimentar una inflexión profunda que la capacite para acoger todo el rico pensamiento teórico de la ciencia experimental, sometiéndolo a unidad coherente, dar cuenta del caudal de conocimientos concretos pendientes de interpretación y, en fin, elevarnos a una concepción más racional del universo y de nosotros mismos. El nuevo estadio de la ciencia, que parece anunciarse en diversas ramas científicas, puede denominarse, por la naturaleza de su problemática, ciencia evolucionista. La ciencia evolucionista no sólo ha de acoger la ciencia experimental, sino que su método de trabajo consistirá siempre en interpretar de modo nuevo datos organizados previamente en teoría experimental, y, por tanto, habrá de ser obra de científicos experimentales elevados al evolucionismo, de la misma manera que la ciencia experimental fue obra de grandes empíricos que elevaron los conocimientos empíricos a teoría científica y que, a la luz de ella, siguieron recogiendo empíricamente nuevos conocimientos concretos con los que corregir o ampliar la teoría elaborada. En el cuarto capítulo procuro dar una idea de cómo entiendo la problemática y los postulados principales del pensamiento evolucionista, cuyas raíces principales hay que buscar, repito, en la ciencia experimental.

Pero, en mi opinión, hay una segunda causa importante de la crisis actual de la ciencia experimental

que no procede del desarrollo interno de la ciencia, sino de la influencia que sobre el cultivo de la ciencia ejerce la estructura actual de la sociedad que, realmente, culmina en empresas capitalistas, concurrentes, en proceso de rápida concentración. Sin duda, sobre esta causa, que no sólo afecta a la ciencia, habrán de reaccionar no sólo los científicos, sino el común de las fuerzas progresivas, aunque, ciertamente, el progreso de la ciencia misma (planteando con toda su complejidad los problemas, en busca de soluciones previsoras) habrá de contribuir a encontrar la vía justa.

Esta segunda causa de la crisis actual de la ciencia experimental hay que buscarla en la eficacia demostrada por la ciencia experimental como guía de la actividad práctica, eficacia tan grande y notoria que determinó la revolución industrial. Recordemos que el progreso medieval de la actividad productiva, impulsado por el comercio en comarcas privilegiadas, de que surgió la ciencia experimental, tuvo otra consecuencia histórica fundamental: el capitalismo moderno. Coetáneamente, e hijos de un mismo proceso, se dieron, pues, 1) la concentración, en manos de particulares emprendedores y capacitados, de medios económicos con los que desarrollar la actividad manufacturera, y 2) el desarrollo de la ciencia experimental que había de potenciar la actividad productiva. Ya hemos dicho que (a pesar del prestigio social de que gozaba la ciencia como esclarecedora de los procesos naturales) ambas actividades, la capitalista inicial y la científica, se producían desvinculadamente. Los científicos perseguían el puro conocer; recuerdo que a Faraday, la persona que más ha contribuido a entregar al hombre el dominio práctico de la electricidad, alguien le hizo la pregunta paradójica de por qué no se ocupaba de algo práctico; pero lo realmente significativo es que Faraday no respondiera ponderando el interés práctico potencial de lo que ha-

cía, sino que dio la siguiente contestación de científico genuino: «Trabajo en ello para que crezca». Trabajaba, meramente, para desarrollar el conocimiento, y la aplicación práctica de sus descubrimientos (que contribuirían en tal alto grado a transformar el mundo) parecía fuera del horizonte de este hombre que en física experimental lo tenía tan lúcido. Análogamente, los hombres más prácticos de la época tenían la misma idea de la ciencia; Davy, a la sazón el más distinguido científico inglés, y Faraday, su ayudante de laboratorio, efectuaron un viaje de meses por Francia, para cambiar impresiones con sus colegas franceses, autorizados, en plena guerra con Inglaterra, por Napoleón, para quien «para la ciencia no debía haber fronteras»; hace, pues, sólo siglo y medio, la ciencia era meramente conocimiento de las fuerzas naturales (por otra parte, conocimiento emancipador de la conciencia humana y, en cuanto tal, merecedor de todo respeto); pero no fundamento de la actividad práctica o, todo lo más, de una remota actividad futura; no suponía, pues, ningún riesgo para Francia que los mejores hombres de ciencia ingleses se posesionaran del pensamiento íntimo de sus colegas franceses; y, además, en la mentalidad de unos y otros, por el concepto y los estatutos del ejercicio de la ciencia, no cabía, a la sazón, ninguna reserva de pensamiento.

Con excepción, naturalmente, de la aplicación de la ciencia a actividades en sí irracionales (como ésta de la guerra), no era satisfactorio este divorcio inicial entre la ciencia y la actividad productiva general, impulsada, repetimos, con creciente hegemonía por iniciativa de los primeros empresarios capitalistas, en la época factores importantes de progreso económico general. Ya hemos visto que pronto, y sin duda por iniciativa de los hombres vinculados a la actividad práctica (antes que por los científicos), se rompió tal divorcio, y que la ciencia aceleró enormemente la

actividad productiva. Es justo y conforme con el progreso humano que así sea. Ahora bien, por las particulares circunstancias socioeconómicas en que se produjo (el capitalismo moderno), la relación entre la ciencia y la actividad productiva ha tenido consecuencias que perturban el desarrollo sano de la ciencia.

Me parece que la impulsión ejercida por la ciencia sobre la actividad productiva ha tenido estas consecuencias inicialmente progresivas.

1. Ha permitido concentrar grandes masas de fuerza de trabajo en complejas unidades de producción (en empresas industriales de tamaño y organización crecientes) para lo que ha sido y sigue siendo necesario resolver difíciles problemas técnicos y de organización, lo que exige gran número de personas bien dotadas y preparadas intelectualmente, es decir, un plantel cada vez más numeroso de técnicos y de expertos de distinto nivel, ciertamente sobre una masa de obreros que requieren poca formación e iniciativa.
2. La organización empresarial moderna (basada en la ciencia experimental) es altamente productiva, lo que ha aumentado en un grado sin precedentes el nivel de vida de los países avanzados y, además, ha permitido aplicar creciente capital a la industria que, así, progresa aceleradamente y se extiende por todo el mundo.
3. Por último, el desarrollo de la industria (en las condiciones actuales de competencia mercantil) exige mejorar continuamente los productos y los métodos de fabricación, por lo que la industria moderna (hija de la ciencia) ha recurrido cada vez más a ésta; la industria dedica sumas sin paralelo en el pasado (una fracción creciente de su produc-

ción creciente) a innovar por los métodos de la ciencia experimental, de modo que la inmensa mayor parte de la investigación científica actual se verifica en los laboratorios de la industria o en los de la Universidad y de instituciones del Estado, pero en problemas planteados por la industria.

Naturalmente, este estado de cosas, la impulsión de la actividad productiva por la ciencia y de la ciencia por la actividad productiva, parece convenir perfectamente con el progreso humano. Pero en mi opinión esta impulsión recíproca se produce de un modo, 1) que desvirtúa el progreso de la actividad productiva misma (que se ve trastornada por fenómenos como las guerras y las crisis económicas), y 2) que determina, en parte, la actual crisis de la ciencia. En efecto, en toda dialéctica sana entre la acción y la experiencia, la experiencia (toda la experiencia posible) debe guiar la acción, que tiene que someterse a toda la experiencia previa para poder enriquecerla; pues bien, esta relación normal entre pensamiento y acción está subvertida en nuestro mundo moderno, en el que, obviamente, la ciencia se ha sometido a la actividad productiva. Es cierto que esta actividad plantea cada vez más problemas concretos a la ciencia y que, en su resolución, se deja guiar por ella; pero a la vista salta que la actividad productiva plantea a la ciencia todos los problemas excepto los que competen a la ciencia genuina, a la ciencia encargada de elaborar el pensamiento más integrador impulsor de nuevo pensamiento, a saber, el establecimiento de los propósitos mismos de la actividad productiva que, en general, se reservan para sí las empresas, guiadas, no por la consideración de las consecuencias últimas y generales de sus acciones, sino por el provecho particular, a corto o largo plazo, de la empresa misma: De este modo, la ciencia, de ser la guía desinteresada de la actividad

práctica, se ha convertido en mera servidora de objetivos concretos de esta actividad.

Como (paradójicamente, por los resultados de la ciencia experimental) las grandes empresas dominan económicamente la Tierra, su interés por las aplicaciones prácticas de la ciencia ha determinado que se enrolen en sus objetivos, directa o indirectamente, la mayoría de los científicos y, en resumidas cuentas, el desarrollo de la ciencia está conducido por los fines económicos de las grandes empresas privadas. No hay duda de que a la ciencia (si queremos, al pensamiento racional en su mayor integración) le debiera corresponder estudiar objetivamente e irlos corrigiendo conforme a experiencia, los objetivos de la actividad productiva, cuyos efectos son cada vez más amplios y difíciles de prever; no obstante, está reducida a ser la servidora de los objetivos marcados por los beneficios de la actividad productiva.

Consecuencias de la sumisión de la ciencia a los objetivos de la actividad productiva

La sumisión del pensamiento científico a los fines particulares que las empresas industriales se marcan a sí mismas causa efectos graves que, en el resto de este capítulo, voy a procurar señalar rápidamente deteniéndome en los que se refieren a la ciencia, objeto de nuestra consideración. Se deja para el último capítulo el estudio de los posibles remedios de la crisis, así determinada en el desarrollo de la ciencia. Paso, pues, a exponer sucintamente los efectos que la crisis de la ciencia y de su función social han ejercido: 1) sobre la actividad productiva; 2) sobre la enseñanza y, en particular, la universitaria; 3) sobre el ejercicio de la ciencia, y 4) sobre el concepto que el común de las personas se forma de la realidad.

1. Respecto al primer punto, esto es, respecto a la influencia ejercida por la crisis de la ciencia y de su función social sobre la actividad productiva, voy a limitarme a decir lo siguiente. Ante todo, puntualicemos que todos los seres vivos perturban más o menos el entorno en que viven que ha de corregir la perturbación, y que algunos seres vivos, hegemónicos en su momento, han ejercido perturbaciones extensas, peligrosas para la vida en la Tierra y, en todo caso, irreversibles. El hombre, ser vivo hegemónico actual, está lejos de ser una excepción. La servidumbre y la grandeza humana, el hecho de ser el animal culminante, le han llevado desde el principio de su evolución, y le llevan de modo acelerado, a remodelar hasta su más radical intimidad el estado de la biosfera y de sus pobladores que encontró en su origen. En efecto, el hombre no está en la naturaleza como algo distinto a ella, sino que es naturaleza; está incluido dentro del conjunto de los seres vivos, sometido, con los demás, a un proceso general de interacciones. El hombre se alimenta de animales y plantas. En estado de naturaleza, el aumento de población de una especie se verifica a expensas de otras, de modo que trastorna, a veces gravemente, el equilibrio en que se encuentran todas. El impetuoso crecimiento demográfico humano (debido a la hegemonía natural del hombre, y, en concreto, últimamente a la ciencia) no puede producirse sin trastornar antes el equilibrio natural. El trastorno precede al crecimiento demográfico, ya que los hombres se multiplican a expensas de destruir en su provecho el equilibrio natural entre animales y plantas.

El efecto causado sobre la naturaleza por el crecimiento demográfico, apoyado en la técnica, va acompañado de los cambios rapidísimos determinados en las condiciones de vida humana, en

las relaciones de unos hombres con otros y en el estado de su habitat, todo ello en el seno de una sociedad contradictoria y de un mundo en el que las relaciones de unos países con otros se han de intensificar continuamente en circunstancias irracionales y conflictivas. Es evidentemente de preocupar que la ciencia haya puesto en la mano de las grandes empresas y de los Estados, tan divididos por intereses, enormes recursos de cuyo uso racional no hay, en cambio, ninguna garantía. En interés real de todos, incluso en el de quienes detentan la iniciativa, estaría conocer con claridad los efectos de las decisiones de todo tipo, dada la creciente capacidad de determinar efectos perjudiciales de un alcance realmente impredecible. Pero, para ello, es realmente apremiante someter los intereses particulares al bien general, es decir, conducir la actividad práctica por un pensamiento racional informado por toda la experiencia humana, para evitar que se produzcan demasiados extravíos irreparables. Pero esto equivale a poner a la ciencia como guía de la actividad productiva, en vez de mera servidora de sus designios. Pero también es necesario que la ciencia actual se eleve (no a decisiones eclécticas que fácilmente son erróneas), sino a un pensamiento racional, realmente integrador de experiencia; es decir, que la ciencia supere su crisis actual interna.

2. Pasemos, en segundo lugar, a considerar el efecto de la crisis de la ciencia y de su función, sobre la Universidad. Ya hemos dicho que la Universidad moderna fue modelada por la ciencia experimental y, en parte eminente, ha gestado el desarrollo de la ciencia. La Universidad moderna no se ha limitado a enseñar la ciencia, sino que, enseñándola, la ha desarrollado teóricamente y, para este

desarrollo, ha practicado la investigación experimental más decisiva para esclarecer la naturaleza de los procesos naturales. Así ha sucedido durante el período de desarrollo libre del pensamiento científico experimental (aún no sometido a la presión de la actividad productiva), período que también ha sido el de oro de la Universidad. La Universidad, en los países culturalmente más avanzados, era, pues, la institución donde se elaboraba el pensamiento teórico de la ciencia experimental, pensamiento que, por una parte, iba modelando la interpretación racional de los procesos naturales, y, por otra, constituía la base del desarrollo de la técnica.

Si bien se mira, la Universidad no había alcanzado pero iba camino de desempeñar una función social básica: constituir por así decirlo la conciencia nacional capaz de guiar la capacidad productiva. (Cosa, por lo demás, imposible de suceder en una sociedad esencialmente dividida.) Pero la crisis de la ciencia ha roto bruscamente el proceso de desarrollo de la Universidad y le ha hecho perder de vista esta función futura que le corresponde. De formar científicos y docentes de la ciencia, no ha saltado a formar rectores científicos de las actividades productivas y de todo tipo del país, no ha pasado a ser el alma mater del país como un todo, sino que se ha reducido a ser la institución que forma los servidores que van requiriendo las empresas de distinto tipo del país correspondiente. De este modo, la actividad productiva dispone de realizadores de sus designios (de especialistas, de expertos) y se descuida la formación de personas con pensamiento general capaz de integrar la experiencia general humana y de aplicarla a la conducción de cada práctica concreta. La recusación del pensamiento teórico superior como base insoslayable de la especializa-

ción dentro de la Universidad y, es más, la renuncia al esfuerzo por elevar todo el país a un pensamiento general, me parece la traición por la Universidad a su función genuina, de incalculable daño para el progreso verdadero, a largo plazo, de todo país.

3. Pasemos a una tercera influencia de esta crisis de la ciencia y de su función social, la ejercida sobre la actividad científica y sobre la personalidad de los científicos. Como hemos dicho, los científicos actuales, como regla general, procuran poseer las teorías de la ciencia hecha y el dominio de técnicas, a veces, complejas y difíciles, con el propósito de plantear debidamente y de resolver problemas concretos que acucian a la actividad productiva. En el mejor de los casos, los investigadores de nuestra época se plantean problemas cuya resolución pueda resultar útil para la industria u otro beneficiario de la ciencia. A este fin, han de tener muy en cuenta los datos económicos (estudios de mercado, costos de fabricación, gastos de publicidad) para que su solución resulte realista, esto es, competitiva, rentable. A este tipo de investigación se dedican no sólo los laboratorios de las industrias que enrolan la mayoría de los científicos (los mejor pagados), sino muchos laboratorios de las Universidades y de Centros de Investigación del Estado que trabajan de un modo u otro para la industria. Por lo demás, ni que decir tiene, siempre se habrá de realizar esta investigación y su utilidad social es obvia. El daño radica en que está desasistida, desparejada, de una investigación científica genuina.

Frente a la investigación que persigue fines pragmáticos (la denominada investigación aplicada), se suele contraponer una denominada investigación básica que se reserva a la Universi-

dad. Pero, en muchos casos, la pretendida investigación básica se reduce a un mero entrenamiento para la aplicada, ante problemas del mismo nivel, pero sin los condicionantes económicos que suelen entrañar la dificultad (y, en muchas ocasiones, el valor científico) de la investigación aplicada. Hay, en fin, otra investigación básica, la solución de problemas, el desarrollo de teorías, que se consideran básicas para atacar luego problemas prácticos concretos. Estos problemas, de alcance más general y de aplicación más remota, se confían a las Universidades y a los Centros de Investigación del Estado, de este modo al servicio indirecto, asimismo, de la industria.

Ahora bien, en mi opinión, toda esta investigación (tanto la llamada aplicada como la básica) tiene un carácter general que hace descender la ciencia al nivel del empirismo. Es la atención unilateral, desde el pensamiento teórico poseído (o que se procura reunir de modo conveniente), a un problema práctico concreto; y la ausencia de la preocupación en sentido inverso (que, en cambio, era característica de la ciencia experimental genuina) por poseer toda la teoría científica y por aplicar un esfuerzo sostenido a corregir el pensamiento teórico, a unificarlo, salvándolo de discontinuidades y contradicciones internas, mediante una experimentación dirigida principalmente a este fin. En nuestros días, la dedicación a tejer el pensamiento científico, a organizar la experiencia general humana al servicio de todos los hombres, es ínfima respecto al esfuerzo aplicado en el sentido de la innovación práctica (y ello, sin duda, por los motivos antes expuestos). La elevación de la altura de los problemas, en contraste con la acumulación de detalles que nada fundamental explican, es la norma en la mayoría de las ciencias. En resumen, la investigación científica (pese

a la acumulación de medios y de técnicas elaboradas) ha recaído en el empirismo.

Esta recaída repercute sobre la personalidad de la mayoría de los científicos actuales, deteriorándola gravemente con respecto a la de los científicos del siglo pasado (que hoy miramos con respeto como indicios, más o menos confusos, del hombre futuro —sin duda, su medio particular estaba resguardado y organizado de modo conveniente para producir conductas tan nobles como las de Faraday, Einstein, Planck, Langevin y los Curie, por ejemplo). El investigador actual suele ser un especialista, a veces de gran talento, pero que ignora el significado y la perspectiva de lo que hace. Por el estado fraccionado de la ciencia y por la naturaleza pragmática de sus preocupaciones, en general desconoce el futuro de su misma especialización, en la que está preso, y con frecuencia percibe con angustia que las técnicas y teorías en que está adiestrado pierden aplicación. (El hecho no sucede con los científicos genuinos, constantemente vinculados al pensamiento más general que, por una parte, se modifica más lentamente que el particular y que, por otra parte, da sentido a las modificaciones y técnicas concretas.) En suma, el investigador actual abandona su misión fundamental de científico: de aplicar la experimentación a desarrollar la experiencia general humana (la teoría científica) en beneficio de todos, de entregarse a la enseñanza de la evolución y del sentido actual de este nivel máximo del pensamiento humano; para limitarse a saquear la experiencia social acumulada en beneficio particular, ante todo en el propio.

Pero si la cooperación es, como se expone en el primer capítulo, el rasgo distintivo (originario) de la naturaleza humana (tanto que de la cooperación es hija la palabra), las repercusiones de la

ruptura de cooperación (o, si se quiere, el impedimento del pleno desarrollo de ésta) tienen que ser particularmente graves en la ciencia, cuya función específica es, precisamente, elaborar el nivel más alto de integración de experiencia de todos los hombres. Entre estos graves efectos sobre la cooperación humana en la ciencia, baste citar estos cuatro fundamentales: (1) la desvinculación total, en la docencia universitaria, entre la docencia de la teoría y la práctica de la investigación al servicio de tal docencia; (2) la frecuente confluencia de especialistas, ante un problema concreto, cuyos aspectos parciales, atacan aisladamente sin pretender una comprensión global del problema que dé cuenta del sentido de la labor de cada uno;⁵ (3) la rivalidad entre los componentes de un equipo de investigación y entre los distintos equipos, fomentada por la evaluación de los resultados por su valor económico, ha ido desplazando, en general, a la cooperación profunda (trabada por el constante ejercicio de una crítica constructiva) entre miembros de cada equipo y entre distintos equipos, cooperación que (sobre el egoísmo individual) parece impuesta por la pesquisa de conocimientos cuyo índice de valor sea, precisamente, su capacidad de impulsar el allegamiento de nuevo conocimiento; y (4) la ocultación o el enmascaramiento de los resultados obtenidos para dificultar el aprovechamiento práctico de ellos, lo que traba obviamente la difusión y, por tanto, el progreso del pensamiento científico;⁶ señalemos, de pasada, que las patentes, surgidas al comienzo de la revolución industrial como expresión notoria de la toma de noticia del progreso, se oponen a él tanto como lo impulsan (como expresión de la sociedad contradictoria en que se produce la revolución industrial).

Estos cuatro efectos de la crisis de la función

social de la ciencia son tan opuestos no sólo a la ciencia; sino a la naturaleza humana, que difícilmente pueden redundar en una satisfacción profunda, en felicidad, de los investigadores.

4. Digamos unas palabras finales sobre la influencia, a todas luces grave, que la crisis de la ciencia y de su función está ejerciendo sobre la noción que el hombre se forma de la naturaleza y de la propia actividad humana. Podemos resumir este efecto diciendo que la recaída de la ciencia en el empirismo provoca una creciente irracionalidad en el hombre común, sin exceptuar a los investigadores mismos. Por lo demás, esta irracionalidad no es la precientífica (las aguas nunca remontan su cauce), tiene otra raíz y caracteres (es una irracionalidad a caballo de la racionalidad conquistada), pero verdadera irracionalidad cuyas consecuencias pueden ser muy nefastas. Conviene conocer esta neoirracionalidad hija de la adulteración de la ciencia, para ponernos en condiciones de reaccionar a ella y de conquistar una nueva y más elevada racionalidad.

He aquí cómo creo entender este problema. Como se ha señalado en el capítulo anterior, la ciencia experimental clásica ofreció al hombre la noción de la coherencia de todos los fenómenos naturales; se elevó a esta concepción monista del universo trasponiendo (mediante el método experimental) la racionalidad patente de los procesos que el hombre determina por su acción visible, directa, a los procesos naturales de otra naturaleza en sus interacciones internas; la ciencia experimental nos enseñó, en pocas palabras, que las mismas causas producen los mismos efectos, previsible (de curso sujeto a raciocinio) en cuanto se inducen sus leyes, de algún modo siempre comprensibles en leyes más generales; me parece que

esta racionalidad sigue todavía en el ánimo del común de las gentes.

¿Dónde ha arraigado ahora la irracionalidad? Paradójicamente, parece radicar donde antaño estuvo el origen de la racionalidad científica: en la acción humana misma. En efecto, el actual fraccionamiento de la ciencia experimental en compartimentos estancos, la acumulación incesante de descubrimientos con propósito pragmático y sin ser elevados a teoría, los innumerables conocimientos todavía empíricos en los campos de conocimiento (por ejemplo, los biológicos) donde siguen mal deslindados los niveles energético-materiales (de modo que en ellos sigue siendo imposible elevarse a teoría científica experimental), la ocultación sistemática del origen y muchas veces de la verdadera naturaleza de los logros técnicos, y, en fin, las fuerzas sociales que se oponen al esclarecimiento de las leyes del progreso de la acción y experiencia humanas, todo contribuye a que muchas personas adquieran la convicción errónea de que la ciencia, por su propio desarrollo, se va haciendo inabarcable por los individuos humanos. Parece llegarse a la conclusión absurda de que la experiencia colectiva humana, al acumularse (y precisamente por ello), se convierte en un instrumento incapaz de ser utilizado para orientar la acción humana, o, lo que aún es peor, sólo reservado a un estamento de hombres extraordinarios. Pero no es así; si en algo exceden los científicos actuales es en su menosprecio al pensamiento científico y en su olvido al esfuerzo corporativo de elevarlo a guía esclarecedora racional de las acciones a emprender. Como científicos herederos de la tradición experimental rechazamos decididamente la antinomia absurda de que la realidad es inteligible, racional, y, en cambio, el progreso humano de

ella derivado sea inaprensible y no encauzable por acción humana en dirección conveniente.

Los conocimientos, al acumularse, si se organizan debidamente, proporcionan una imagen cada vez más coherente, más rica en detalles orientadores de la realidad; y no sólo esto, sino una imagen más fácilmente incorporable al pensamiento general, por nutrirse de toda forma de experiencia. Lo que contribuye a confundir no es el desarrollo, sino el trastorno del desarrollo de la ciencia por razones internas y por el impacto de la irracionalidad social, general. Por ejemplo, parece obvia la desatención por investigar y organizar adecuadamente, en todo el mundo, los contenidos de la docencia universitaria para hacer asimilable la teoría más general. Conviene saber de una vez para todas que el progreso no está determinado por afortunados descubrimientos fortuitos, sino que depende de la progresiva elaboración del pensamiento del pasado (con el contraste de la experimentación) para descubrir en él las líneas principales de su futuro desarrollo. La lenta, paulatina, conquista de la libertad para cada hombre consiste en la creciente cooperación humana y en la disciplinada elaboración del pensamiento que se va ganando de ella.

Notas al Capítulo III

1. Todavía menos puede percibirse un desarrollo de la ciencia armónico con un progreso general de la sociedad y; por ende, de las individualidades humanas.

La mera técnica puede impulsar la productividad (y obviamente lo hace) pero es un criterio tosco (iba a decir bárbaro) medir el progreso de una sociedad por lo que es capaz de producir. El progreso humano es una cuestión científica que no se aborda, y que, sin duda, se produce tan anticientíficamente como hoy la ciencia misma.

2. El primer paso desde la manufactura antigua a la industria no fue, obviamente, la aplicación de energía a mover coordinadamente las máquinas, sino la ideación de máquinas que sustituyan la mano humana por artefactos automáticos, a fin de multiplicar el rendimiento del trabajo humano y de producir con obreros no especializados.

Por consiguiente, la revolución industrial (que, al parecer, comienza con la industria textil) se inicia aplicando la ciencia más antigua (la mecánica) a tecnificar procesos de la actividad productiva en lo que respecta a la acción humana misma. Esto ha tenido la consecuencia positiva, fundamental, de aumentar enormemente la productividad del

trabajo, pero no sin contrapartidas graves de las que (en nuestro contéxto) interesa señalar una: la «realización» de los técnicos en la ideación de máquinas cada vez más perfectas se traduce en el hecho de que los que han de manejarlas han de aplicar un trabajo simple que exige poco entrenamiento y ninguna iniciativa (mejor dicho que exige una cualidad tan antihumana como no tenerla). De este modo la ciencia, paradójicamente y por el sistema social en el que se desarrolla, ha determinado la división entre el trabajo intelectual y el manual, que se imbrica con la división en clases; a la ciencia del futuro inmediato le corresponde soldar estas divisiones.

3. A este estado de la biología se debe el hecho de que biólogos que han sido eminentes experimentadores, como el fisiólogo Claude Bernard, en épocas de pleno auge de la ciencia experimental se hayan visto llevados a fundamentar y a defender la experimentación en biología. Su concepto de medio interior, el de homeostasis de Cannon, etc., responden a la necesidad por ellos sentida de encontrar niveles de integración donde la experimentación se elevara a interpretación teórica.

Naturalmente se han dado pasos firmes hacia los niveles biológicos. Por ejemplo, Virchow estableció descriptivamente (como hoy sigue) el nivel celular; y Darwin y Pavlov han sentado las bases para comprender funcionalmente y actuar experimentalmente sobre los animales.

4. Con frecuencia, la biología se satisface con lo que son, realmente, meras sombras de conocimiento biológico experimental; a saber, la proyección de los fenómenos biológicos sobre el nivel inmediato inferior a los biológicos, el molecular, éste sí experimentable. Así sucede con la bioquímica y fisiología, y con la genética, que intentan remitir su estudio a experimentación química con olvido de la problemática biológica, genuina, que les resulta imposible plantear experimentalmente.

5. Ello equivale a rebajar los métodos de investigación a manejar hábilmente técnicas; esto es, a descender al nivel empírico. En cambio, el método científico consiste en la dura elaboración constante de hipótesis de trabajo (esto es

en el manejo creador de la teoría conocida) para forzar, con aplicación de variadas técnicas apropiadas, conocimientos que corrijan y amplíen la teoría. El progreso de un verdadero hombre de ciencia se mide por el avance de su método, es decir, de su problemática, de sus hipótesis de trabajo, avance que, necesariamente, corresponde al progreso de su pensamiento teórico.

6. Por otra parte, la información del investigador recaído en el empirismo no persigue estudiar el proceso del pensamiento (tan esencial para impulsarlo), sino que, en general, persigue obsesamente la última noticia, por poco significativa que sea, por su posible valor pragmático. Se espera el descubrimiento mágico que todo lo aclararía y no participar en colaboración con el esfuerzo organizado humano por desarrollar el pensamiento previo.

CAPÍTULO IV

La ciencia como guía de la actividad productiva. La ciencia evolucionista y la sociedad futura

El estado actual de los conocimientos exige elevarse a un nuevo tipo de problemas

En el capítulo anterior se razona la opinión de que la ciencia experimental (cuyo origen y naturaleza se expuso en el capítulo segundo) padece una notoria crisis. Solicitada por las grandes empresas, hoy hegemónicas, la ciencia ha descendido a un papel de mera servidora de la industria; con lo que la investigación masiva de problemas pragmáticos (sin la contrapartida de la elevación a teoría científica de los resultados obtenidos), junto con la competencia entre los investigadores, la ocultación de los resultados importantes y del modo de obtenerlos, todo ha contribuido a trastornar el curso elevado de la ciencia experimental que ésta mantuvo mientras se concentró en la persecución de conocimientos para forzar el conocimiento. Sin duda, una defectuosa evolución de la sociedad (cuya inadecuada estructura requiere ser co-

regida) determina una defectuosa evolución de la ciencia y, de hecho, una organización de los conocimientos en teoría comprensible y utilizable muy por debajo del acervo de datos conseguido. La rectificación de la estructura social (su adecuación al estado de las fuerzas productivas y a lo que conviene a la naturaleza humana) ha de resultar de actividad política y repercutirá de modo esencial sobre el desarrollo de la ciencia. Pero éste no es el tema de este librito ni tengo competencia para abordarlo. En cuanto científico, puedo dar una opinión, autorizada por más experiencia, sobre el problema recíproco, a saber, cómo la rectificación de la teoría científica del ejercicio de la investigación y de la docencia de la ciencia pueden contribuir al perfeccionamiento, que pide la época, de la sociedad. Estas dos direcciones de progreso (el perfeccionamiento de la ciencia como consecuencia de progreso de la organización social y el perfeccionamiento de la sociedad como consecuencia de progreso de la ciencia), cuando influyan la una sobre la otra, paso a paso y con relativa facilidad, será señal de que la humanidad está ya situada en una vía de progreso racional, y que éste emprenderá una marcha rápida, brillante, sin grandes sobresaltos. Pero no resultará fácil lograr que el tren del progreso entre en el buen camino. Los impulsores de la rectificación en sentido progresivo de la ciencia tienen que esforzarse en contribuir a ello; pero, obviamente, en este duro objetivo previo (que puede llenar decenios conflictivos de la historia humana), la tarea decisiva corresponde al esfuerzo por corregir racionalmente la estructura social.

Pero volvamos a nuestro tema centrado en la consideración de la ciencia. En el capítulo anterior se detallan causas que radican en el desarrollo interno de la ciencia experimental que (junto con la presión externa señalada) determinan una crisis de crecimiento de ella. En tal capítulo se expone que, por una parte,

la ciencia experimental no ha conseguido someter a teoría todos los tipos de fenómenos naturales, de modo que campos enteros del conocimiento siguen reducidos al empirismo: ni que decir tiene que urge elevar todos estos sectores, todavía sumergidos en mero conocimiento descriptivo de resultados de la acción humana, a ciencia experimental, en que se conozcan progresivamente relaciones racionales entre causas y efectos. En segundo lugar, existe todo un tipo de fenómenos que, por su naturaleza, escapan al nivel de problemática de la ciencia experimental, es decir, que no pueden interpretarse, conocerse, racionalmente dentro del marco de los postulados en que está basada la ciencia experimental. En resumidas cuentas, la ciencia, para salir de su asfixia por la maraña de datos inconexos que ella misma produce, tiene que procurar dos resultados apremiantes: (1) conseguir someter a conocimiento experimental a todos los procesos naturales que objetivamente sean susceptibles de ello; y (2) elevar el conjunto de los conocimientos experimentales a un nuevo tipo de relaciones, de problemas, que ciertamente escapan al horizonte conceptual de la ciencia experimental, pero cuya solución es sólo posible sobre la base brindada, precisamente, por la ciencia experimental misma. Volviendo a una idea ya expuesta en capítulos anteriores, del mismo modo que el empirismo practicado sistemáticamente constituyó la base histórica de que surgió la ciencia experimental y que ésta se ha desarrollado siempre necesariamente mediante prácticas empíricas conducidas por ella (por hipótesis de trabajo cada vez más racionales), del mismo modo, repito, el nuevo nivel de la ciencia, que (por el tipo de sus problemas) llamamos ciencia evolucionista, está surgiendo sobre la base histórica que le ha constituido la ciencia experimental, y habrá de desarrollarse siempre sobre el progreso continuo de la ciencia experimental conducida por el pensamiento evolucionista. De este modo, la ciencia

evolucionista es ciencia experimental elevada a un nuevo orden de relaciones y de problemas, como la ciencia experimental resulta de conocimientos empíricos elevados al nivel de relaciones y problemas propios de la ciencia experimental (medir y someter los fenómenos a relaciones cuantitativas previsibles). En el conocimiento evolucionista está, pues, incorporado (formando la materia misma de su tejido) el conocimiento experimental, y, en éste, análogamente, el conocimiento empírico. Por tanto, es imposible el pensamiento evolucionista, en un campo de conocimientos, sin haber sometido éste a la ciencia experimental, ni pensamiento experimental sobre un campo, sin haber obtenido de él abundante conocimiento empírico, por una sistemática aplicación de acción humana. El proceso de la ciencia se nos ofrece, pues, como la evolución integrada de estos tres grados de conocimiento, y está en la lógica de las cosas que siempre queden campos bordeales de la ciencia evolucionista sometidos a investigación experimental y campos bordeales de la ciencia experimental sólo susceptibles, de momento, de conocimiento empírico. Pero, en mi opinión, la esencial coherencia del universo (ya evidente para la ciencia experimental y ahora elevada, como veremos, a un concepto más riguroso por la ciencia evolucionista) hace que toda la realidad pueda someterse a los tres sucesivos niveles de conocimiento. El hombre en el futuro irá extendiéndolos a todos los fenómenos reales sin encontrar límites infranqueables para el pensamiento científico, pero toda conquista de éste abrirá siempre un nuevo horizonte que explorar.¹

En el capítulo segundo, al tratar del origen de la ciencia experimental, expusimos que el conocimiento científico se elevó a pensamiento científico precisamente cuando, por la experimentación cada vez más afinada, se consiguió correlacionar entre sí lo homogéneo (por ejemplo, moléculas con moléculas), con lo

que, a semejanza de lo que sucede con las aplicaciones de la acción humana y animal (que estudia la mecánica), los resultados resultan reversibles, cuantificables y, en una palabra, sujetables a pensamiento racional (a teoretización). De esta manera, surgieron tantas ciencias básicas como niveles de integración energético-material consiguieron deslindar claramente los científicos. Donde estos niveles han quedado sin precisar, los conocimientos (el análisis de los resultados de la acción humana) no han podido rebasar aún el nivel empírico. Podemos, pues, decir precisando lo antes expuesto, que una tarea urgente de la ciencia experimental consiste en precisar, en descubrir, los niveles concretos que subyacen en los campos de conocimiento donde aún no están precisados. De este modo, un gran acervo de hechos inconexos se organizarán en ramas, nuevas, esenciales de ciencia experimental.

Hasta ahora, las grandes ciencias experimentales, que se ocupan de sendos niveles energético-materiales, constituyen cuerpos de doctrina cerrados, con gran coherencia interna, pero separados por soluciones de continuidad insalvables unos de otros. Como sabemos, la cuantificación y teoretización experimental es sólo posible dentro de un nivel, de modo que los fenómenos en que intervienen varios niveles resultan, por definición, fuera del alcance de la ciencia experimental. Ciertamente, cada nivel energético-material está profundamente autosustentado y sometido a una viva transformación interna (todo ello, objeto de la correspondiente ciencia experimental); pero también es cierto que todo nivel (por ejemplo, el molecular) está, como un todo, en relación con los demás niveles en presencia (el atómico, que da cuenta de la constitución de las moléculas; el subatómico, que da cuenta de la constitución y reactividad de los átomos, etc.). De hecho, cualquier acontecer concreto depende (por así decirlo, según entornos concéntricos) de toda la

realidad. Más profundamente, lo que en un momento y lugar determinado suceda en un nivel depende del resto del nivel en torno (siguiendo nuestro ejemplo, la marcha que va a seguir una reacción química en un matraz y su estado final de equilibrio dependen fundamentalmente de las moléculas en presencia), pero secundariamente influye todo cuanto modifique el estado de nivel, obviamente coordinado con el resto de la realidad (sobre las moléculas puede influir el calor —el estado dinámico de las moléculas—, un enzima que acelere la reacción, etc.). Ahora bien, esta reacción obvia, constante, entre niveles plantea problemas acuciantes fuera del alcance de la ciencia experimental, por ejemplo, cómo surge y se mantiene, qué es, en resumidas cuentas, cada nivel. La problemática peculiar de la ciencia evolucionista y el concepto de la realidad que nos impone constituyen el tema principal de este último capítulo.

La problemática de la ciencia evolucionista

Hemos llegado, en definitiva, a un punto crucial, el de las limitaciones de la ciencia experimental y el de la necesidad de elevarse a un nuevo tipo de problemas y en qué consistan éstos. El problema es arduo (de hecho, ha ocupado gran parte del esfuerzo de mi vida profesional); no puedo, pues, sino intentar ofrecer aquí algunas nociones puramente intuitivas con el propósito de despertar en algún lector el interés por el tema.

Para formarse una idea del tipo de problemas con que se enfrenta la ciencia evolucionista (y que, por tanto, definen su tipo de conocimiento) hay que comenzar por conseguir una noción clara del tipo (y, por tanto, de las limitaciones) de la ciencia experimental, que, como hemos dicho, constituye el plano inclinado

inexcusable para ascender al nuevo tipo de problemas y que brinda los conocimientos para atacar y resolver estos problemas. La noción más clara de lo que es el conocimiento brindado por la ciencia experimental nos la proporciona lo que se expone en el capítulo segundo respecto al origen de la ciencia moderna. Siguiendo este orden de ideas, un buen ejemplo de conocimiento experimental es el organizado en teoría por la primera ciencia experimental, la mecánica, que se ocupa de las leyes relativas a la aplicación de fuerzas y a sus efectos que son congruentes con las fuerzas y efectos de las acciones humanas y animales y, por tanto, perceptibles por los órganos de los sentidos. Se trata de la relación entre las fuerzas y movimientos (o equilibrios) en masas que se consideran constantes y homogéneas entre sí, de modo que los cambios que se observan son reversibles y cuantificables. Esta noción de la constancia de la masa y de la fuerza es tan básica de la mecánica (tan sostenida por toda la experiencia directa humana) que se elevaron a leyes universales (ley de la conservación de la materia y ley de la conservación de la energía), básicas de toda la ciencia experimental clásica, que la extendió a todas y cada una de sus ramas (la física, la química, las ciencias biológicas). Es cierto que, ya en el siglo XX, se ha demostrado que estos principios son radicalmente erróneos; no se trata sino de leyes aproximadas hasta el límite, precisamente dentro de cada uno de los niveles energético-materiales que son objeto de respectivas ciencias experimentales, si bien, en la realidad sometida a continua y radical transformación, no hay nada permanente y absoluto, y la materia, de algún modo, perpetuamente se está transmutando en energía y recibiendo energía (es energía remansada) y la energía consta siempre de algún nivel de materia y emana de materia y (en circunstancias adecuadas) integra materia de nivel superior. Ahora bien, la ciencia experimental (¡y ése ha sido el eminente servicio que

ha prestado al conocimiento y al dominio de muchos procesos naturales!) ha ido distinguiendo y sometiendo a teoría varios de los sucesivos niveles energético-materiales de la realidad objetiva (partículas subatómicas, átomos, moléculas, células, animales), niveles cada uno de los cuales constituye entidades bien definidas (individualizables), estables y entre las cuales ha estudiado las leyes cuantitativas de sus relaciones recíprocas, en las que (como en la mecánica) se conservan la materia y la energía, esto es, los niveles de individualidad. Hablando de una materia general, las ciencias experimentales estudian lo complejo, a saber los conjuntos de entes supuestos estables, como en su nivel hace la mecánica; de modo que puede decirse que, todas, estudian mecanismos, conjuntos de entes hechos, estables, entre los cuales se dan procesos de distinto tipo (en cada ciencia; los suyos, cualitativamente distintos de los demás) que pueden someterse a sendas teorías, como en su nivel hizo ejemplarmente la mecánica clásica. En resumen, las ciencias experimentales han enseñado al hombre que, dentro de cada uno de los sucesivos niveles de integración individualizadora (en que se ha demostrado que está estructurada la realidad), es posible el conocimiento teórico, esto es, operar dentro del nivel de modo que en su seno se produzcan cambios previsibles y gobernables en beneficio del hombre.

Expuestos estos inmensos logros de la ciencia experimental, estamos en condición de percibir sus limitaciones. Por una parte, cada ciencia experimental está, por decirlo así, confinada a la consideración de un solo nivel, en cuya estabilidad y coherencia interior descansa; por ejemplo, toda la química decimonónica, ciencia cuyo rigor teórico interno resulta admirable y cuyos resultados prácticos están por encima de toda ponderación, se organizó bajo el supuesto falso (en que, paradójicamente, radicó su éxito) de que los átomos son entes inmutables (y radicalmente

distintos los de distinta denominación), postulado falso en términos absolutos, pero verdadero relativamente a las reacciones químicas, cuyo conocimiento experimental se basa en la estabilidad, en la inmutabilidad de los átomos, en el curso de sus interacciones químicas. Esta circunscripción de cada ciencia experimental a un nivel de la realidad nos ha mostrado la coherencia del nivel, pero ha establecido, en cambio, soluciones de continuidad insalvables entre los sistemas teóricos de unas ciencias experimentales y los de las otras.

Pero hay más, el hecho anterior no ha resultado grave, no ha preocupado ni incitado el pensamiento científico, en aquellos niveles de la realidad cuyas entidades constituyentes, así como las inferiores y superiores inmediatas, están perfectamente delimitadas; tal sucede, siguiendo el ejemplo, con la química que se ocupa de moléculas en sus transformaciones mutuas, nivel en el que se dan dos características: por una parte, el nivel inmediato inferior es el atómico perfectamente definido, y, por otra parte, las moléculas constituyen el nivel superior del mundo inorgánico (de toda la Tierra, salvo en el interior de los seres vivos, individualidades obviamente supramoleculares). Pero las cosas cambian cuando se trata de estudiar fenómenos que atañan a niveles que se ofrezcan a nuestra consideración de modo confuso; es decir, a perturbaciones que afecten a más de un nivel, y más cuando las entidades de los sucesivos niveles estén mal definidas, cuando la superposición de niveles se distinga mal. Tal es, ante todo, el caso de los seres vivos en los que distinguimos, tal vez con claridad únicamente, el nivel inorgánico superior (el molecular) y el nivel biológico superior (el animal), pero tan mal los niveles intermedios en los que la pesquisa biológica no ha podido rebasar el nivel empírico.

Por otra parte, los seres vivos (por ejemplo, el nivel animal o el celular) ofrecen una particularidad que

los distingue de los entes que constituyen los niveles inferiores (por ejemplo, las moléculas y los átomos); consiste, en resumidas cuentas, en el hecho de que nosotros mismos somos seres vivos, concretamente animales, y, en consecuencia, pertenecemos al nivel que entre todos ellos forman.² El hecho determina una experiencia directa, una familiaridad, con este nivel de individuos (con los animales y, entre ellos, con nosotros mismos, los hombres), que nos permite descubrir en ellos aspectos que se nos escapan en los individuos de otro nivel de integración (por ejemplo, en las moléculas mismas o en los átomos). Es cierto que los animales (como las moléculas) se nos ofrecen como seres definidos por una determinada duración, la de sus vidas, a lo largo de la cual parecen, en cierto modo, permanecer constantes, iguales a sí mismos y sostenidos meramente por una trabazón interna, a modo de mecanismos. Pero junto a esta impresión, descriptiva y en cierto modo trivial, se nos imponen connotaciones mucho más profundas cuya interpretación racional va a plantear la problemática de la ciencia evolucionista. (Aprovechemos la ocasión para señalar, de pasada, que la ciencia evolucionista, a semejanza de la ciencia experimental en su momento, ha surgido del estudio del nivel congruente con la acción y experiencia humana,* nivel del que, necesariamente, se posee siempre más profundidad de conocimiento que de los demás,** y que el sistema de preguntas y el de conceptos generales adquirido, ayuda, posteriormente, a conquistar para el pensamiento ni-

* Tal vez el surgimiento de la ciencia evolucionista, con su problemática genuina (no el concepto mismo de evolución), pueda remontarse a Hegel y a Marx, que obviamente se ocupan de la evolución del hombre y de la sociedad humana.

** Hay ciencias experimentales que, por lo alejado de su nivel de estudio, exigen un elevado esfuerzo de abstracción teórica para entrar en él. No hay que confundir la dificultad de dominar este aparato con la profundidad del conocimiento real que este aparato brinda.

veles energético-materiales más alejados del que constituimos.)

Evidentemente, lo que la ciencia experimental nos ha enseñado de los animales es el hecho de que su perduración, en tanto viven, se mantiene sobre una perpetua relación (un permanente intercambio) energético-material con el exterior; en el animal ingresa persistentemente energía química, aportada por los alimentos, y continuamente se desprende energía química, y, además, continuamente, en el interior de su cuerpo, se están produciendo reacciones químicas. Esta perpetua transformación interna (en la que, sin duda, se producen transformaciones de unos niveles energético-materiales en otros) los estudia la bioquímica, pero remitiéndolos a su proyección al nivel molecular, bajo la designación de metabolismo. Una primera noción que se ha ido abriendo paso, poco a poco, en las ciencias biológicas ha sido la de que el interior del cuerpo de los seres vivos está penetrado continuamente de un perpetuo y radical dinamismo. (De este dinamismo dio noticia directa, particularmente viva, la aplicación desde la década de los treinta, de los isótopos radiactivos.) He aquí en resumen un problema de nuevo carácter que nos plantean los seres vivos: cómo se compaginan lo estable, lo permanente (la estructura somática), y un dinamismo incesante al que nada escapa y, es más, cómo se explican lo uno por lo otro. ¿Qué es lo que hace a qué? En el surgimiento y mantenimiento de un ser vivo, ¿el dinamismo produce la estructura estable, o inversamente?; pero, en todo caso, ¿cómo, en la realidad, se condicionan recíprocamente los dos aspectos, el perpetuo dinamismo y la conservación permanente de la configuración? Sin entender la relación permanente entre varios niveles de integración energético-material (puedo adelantar que se trata del molecular, del protoplásmico, del celular y del animal) resulta imposible abordar este problema, que así escapa a

toda ciencia experimental particular y corresponde a la ciencia evolucionista.

Pasemos a otro problema notorio que nos plantea la consideración de los seres vivos y, en particular, los de nuestro propio nivel, los animales. Los animales realizan acciones somáticas (mueven unos huesos respecto de otros, por aplicación de fuerzas musculares) que obedecen a las leyes de la mecánica. A este respecto, el cuerpo de un animal se nos ofrece como un conjunto de partes interactuantes, como un mecanismo. Pero percibimos que todo animal (y ante todo nosotros mismos) tiene algo esencial que lo diferencia de un mecanismo. A nuestro modo de ver, todo animal (y el caso podría extenderse a todos los niveles de ser vivo, a toda célula, a todo individuo protoplásmico) radica en algo que (por encima de la complejidad de su cuerpo, que le asemeja a un mecanismo) le constituye en un individuo, en un foco unitario de acción y experiencia. Ese algo, que distingue, de un momento a otro, a un animal de su cadáver, constituye al animal en un agente capaz de actuar sobre su entorno organizándolo en provecho propio para permanecer vivo alimentándose. A este fin, el animal no sólo ha de actuar en todo momento, sino percibir las consecuencias de cada acción para corregir la siguiente. Sin duda, el sustrato de esta unidad, individualidad, de un animal (lo que podríamos denominar su ánima y que denominamos su organismo por contraposición a mecanismo, como se contrapone lo uno a lo múltiple) ha de ser un campo físico unitario, coherente, que se aplica como un todo en cada acción como corresponde a una genuina unidad; por otra parte, por la coherencia general de la realidad, este campo físico (al que se remite la individualidad de todo ser vivo) ha de proceder, de algún modo, de su entorno y ha de volver, de algún modo, a él, lo que significa que ha de poseer una de las formas de energía (más precisamente, ha de pertenecer a uno de los

niveles de integración energético-material) que la ciencia experimental ha deslindado en el mundo inorgánico. Claro es que una de las tareas fundamentales de la ciencia evolucionista (y, en concreto, de la biología evolucionista) es entender la naturaleza física de los organismos de los seres vivos de los sucesivos niveles de integración, que, en nuestra opinión, son tres: el individuo protoplásmico, la célula y el animal. La solución de este problema es, según lo dicho, imposible sin la posesión de datos brindados por la ciencia experimental (por ejemplo, el conocimiento de las formas físicas de energía y sus transformaciones); pero, considerando que se refiere al sostenimiento permanente de unos niveles en otros, también es obvio que escapa al marco conceptual y de problemática de la ciencia experimental clásica.

Ahondemos un punto en esa serie de problemas que, a la mente informada por la ciencia experimental, le es planteada por la consideración de los seres vivos, y, especialmente, la de los animales y, dentro de ellos, la de los hombres. El modo de entender los organismos (esos campos físicos en que radica la individualidad de los seres vivos y que son, de hecho, puro dinamismo) ha de ser por su proceso de origen. (En verdad, el único modo de comprender algo, y, en particular, pues, de abordar la interpretación científica de algo, es remitirlo a lo que sabemos del resto de la realidad; es decir, entender cómo surge, cómo se origina del resto.) ¿Qué nos dicen por su origen los seres vivos y en particular los animales? Ante todo, evidentemente (a diferencia de las moléculas o los átomos —que, éstos, parecían dados desde siempre—), los vemos surgir, originarse, sabemos que tienen un proceso ontogénico. Pero el proceso ontogénico de un animal (después de establecido el nivel celular, en el siglo pasado, principalmente por Virchow) tiene unas leyes que nos parecen claras; indudablemente un animal surge de la evolución conjunta de seres vivos

de nivel inmediato inferior. Como antecedentes inmediatos tenemos primero una célula (un cigoto) y luego, por la reproducción de ésta, un conjunto cada vez más numeroso de células; obviamente, en un comienzo, estas células no pasan de ser células asociadas que, entre todas, no constituyen un animal; pero, pronto (cuando la asociación se eleva a una complejidad del mismo orden de la que ofrece un animal muy primitivo), las células se han diferenciado y algunas se han especializado en constituir sobre ellas esa unidad superior, esto es en determinar, por sus acciones debidamente coordinadas, esa individualidad supracelular capaz de un tipo de acción y de la correspondiente experiencia que es de distinta naturaleza y escapa a cada una de ellas. Pues bien, entender esto, cómo lo superior surge sobre lo inferior, es un problema genuinamente evolucionista que correlaciona estrechamente dos niveles de integración energético-material (en este caso, el celular y el animal). Digamos, de pasada, que este problema está planteado a los biólogos de antiguo —el problema de la ontogénesis— pero que sólo será resoluble, es ya potencialmente resoluble, bajo un prisma y un sistema de conceptos superior al de los correctos pero limitados de la ciencia experimental.

No hay margen posible en un breve capítulo para señalar los recursos de la ciencia evolucionista y, además, nos desvía de nuestro tema estricto, la función de la ciencia en la sociedad. Pero no resisto la tentación de apuntar alguna idea que, además, pueda ayudarnos a comprender la función social de la ciencia evolucionista. Por ejemplo, el proceso de evolución concreta de un conjunto de células que descienden de una célula embrionaria, es decir la ontogénesis de un animal dado —por ejemplo, de un perro o de un niño—, que va a desembocar en la constitución del individuo animal considerado, tiene un paradigma, un antecedente señero, en el origen del primer ani-

mal. Hubo un remoto pasado en la historia de la biosfera terrestre en que no había animales sino sólo células y asociaciones de células que constituían el nivel superior de la Tierra. Un hecho notable (del que sin duda dio el primer indicio el progreso de la acción y experiencia humana) fue el de que las células y sus asociaciones no han permanecido, a lo largo de las eras, invariables, sino que también progresaban; la realidad del progreso biológico ha sido confirmada por observación, por así decirlo descriptivamente, por el examen de fósiles y también por las relaciones taxonómicas ramificadas de las formas vivas actuales. Pues bien, un problema evolucionista acuciante es entender en qué consistió, cómo se produjo, la evolución de ciertas asociaciones de células para que una de ellas alcanzara la realización señera de que, sobre ella, se constituyera y mantuviera la primera individualidad animal. Pero resulta obvio que resolver este problema nos obliga a comprender antes qué es una célula, entendida, no descriptivamente, sino en su radical individualidad; esto es comprender la naturaleza de su organismo, que preside y que permite su modo peculiar de acción y experiencia. De este modo, la ciencia evolucionista ha de entender a la vez la filogénesis del primer animal sobre la evolución conjunta de todas las células preanimales y la ontogénesis de cada uno de los animales de las distintas especies sobre la evolución del conjunto de células derivadas de su célula embrionaria, de su cigoto. Y ello obliga a entender, como condición previa, qué es esencialmente toda célula, esto es, comprenderla como unidad de acción y de experiencia capaz de seguir con vida aprovechando energía y materia de su entorno.

Si bien se mira, la comprensión del animal se remite a la de su nivel inferior, pero, además de éste, actuando conjuntamente; y también, se remite a la comprensión en términos de la relación del ani-

mal con el entorno que le rodea. Comprender el animal por su acción y experiencia obliga a entender cómo está organizada la realidad en torno a él de modo que ofrezca regularidades (estímulos) que puedan orientarle en la consecución permanente de las fuentes de energía que necesita para sostener dinámicamente su individualidad, es decir, en la consecución de alimento. Como el alimento es el objetivo fundamental de la acción y como el medio está constituido por las rutas hacia el alimento, entender un animal lleva a entender su alimento y su medio y viceversa. Pero los medios y alimentos de los animales se tejen y diversifican en un proceso continuo. Así, entender profundamente un animal obliga a entender todos los animales en sus interacciones gobernadas por las respectivas modalidades de acción y experiencia; y, por otra parte, la comprensión de estas complejas interacciones actuales obliga a entender la historia del progreso de la acción y experiencia animal y de sus repercusiones sobre los somas. En fin, el estudio culmina en el surgimiento del primer animal que, a su vez, desemboca en la evolución conjunta de células y asociaciones de células que, en su caso, obliga igualmente a entender los medios celulares, sus interacciones, y la evolución de ellos, así como, ni que decir tiene, conocer la célula por su organismo y por su modo peculiar de acción y experiencia. *Mutatis mutandis*, este estudio remite al origen de cada célula y al origen de la primera célula.

Sin proseguir este estudio más hacia lo elemental y hacia los orígenes (de hecho, origen y evolución del nivel protoplásmico sobre una evolución conjunta previa de moléculas endergónicas en el mar primitivo), parece posible ya, en base a lo expuesto, sacar unas primeras conclusiones generales acerca de los postulados principales que la ciencia a su nivel evolucionista induce de los hechos experimentales elevados a una consideración nueva y superior.

Primera. La ciencia evolucionista enfoca el estudio de los seres vivos (sin duda una proyección ulterior de la ciencia evolucionista será hacia seres indudablemente unitarios de niveles inferiores al biológico) con una interpretación profundamente dinámica. El dinamismo que penetra continuamente los procesos del soma de todo ser culmina en un campo remansado que se define y se reduce a acción y experiencia, cuyas modalidades —que se reflejan en el medio— definen el ser vivo en cuestión.

Segunda. La ciencia evolucionista enfoca los seres vivos de una manera integrada. Una unidad que se resuelve continuamente en acción y que, por tanto, ha de ser continuamente reconstituida exige una coordinación del entorno (cauces regulares de acción y experiencia) que hay que entender. Comprender un ser vivo (la unidad esencial en que culminan los procesos somáticos con los que interactúa coordinadamente con el medio) obliga a entender el todo que mantiene estas unidades y es a su vez constituido por el proceso conjunto de todas.

Tercera. La ciencia evolucionista enfoca los seres vivos con su criterio histórico. El todo en cada momento es función del estado de él mismo en el momento anterior. Todo cuanto sabemos demuestra que el universo está sometido a un proceso conjunto de evolución coherente del cual, aquí en la Tierra, tenemos los datos (patentes, sobre todo, en el dinamismo interno actual de los seres vivos, estratificados en sus niveles) de la evolución biológica, inmenso proceso cuya culminación es el hombre.

Hemos indicado algo acerca de la problemática de

la ciencia evolucionista, que se reduce a entender los seres unitarios por el incesante proceso ordenado de la realidad entorno, e, inversamente, entender los procesos energéticos orientados que percibimos en la realidad en términos de los seres individuales de donde surgen y en donde terminan. Este esfuerzo por entender la unidad, constituye obviamente la meta a que apuntan las ciencias experimentales clásicas cada una de las cuales se basa (y demuestra) la coherencia de un nivel de la realidad objetiva.

Pero, evidentemente, la ciencia evolucionista asciende a métodos nuevos y tiene criterios de rigor, exigencias de verosimilitud, que no son ya los de las ciencias experimentales pero que los comprenden y elevan a una categoría superior. No voy a entrar en este tema que exigiría conocimientos concretos para poder ser comprendido. Simplemente deseo decir que la ciencia evolucionista continúa, enlaza y recaba para sí la tradición de la ciencia experimental clásica. Por tanto, primero, ha de estar construida con las teorías de las ciencias experimentales elevadas en lo posible a teoría superior, general; y, en sentido inverso, ha de forzar el progreso de estas teorías particulares por el contraste con la teoría general; y, como, a su vez, este contraste se verifica por experimentación, la ciencia evolucionista avanza por experimentación, pero por una experimentación apoyada en el pensamiento teórico a su nivel más integrador posible y contrastándolo críticamente. Por ejemplo, para el pensamiento evolucionista el animal es un ser unitario (un campo físico de un determinado nivel de integración energético-material) establecido por la actividad cooperante de células, concretamente de neuronas. Pues bien, el pensamiento evolucionista relativo al animal exige armonizar todos los conocimientos evolucionistas de la célula (ya que el animal surge de la cooperación de acciones celulares) y luego dar cuenta, 1) de la filogénesis del origen del primer ani-

mal, 2) de la ontogénesis de cada uno de los animales (es decir, de cómo esa naturaleza esencial del animal organiza la configuración corporal de cada animal en el curso de su proceso embrionario), 3) del mantenimiento instante a instante del animal (es decir de la culminación o sentido y orden general de su fisiología), y 4) de la evolución de los animales en función del conjunto formado por todos ellos y sus medios. Se entiende que una interpretación teórica que cumpla la exigencia de satisfacer simultáneamente todos estos campos de conocimiento ofrece una gran seguridad conceptual, de otro grado que las teorías de la ciencia experimental.

La repercusión y sentido social de la ciencia evolucionista

Los primeros indicios de la ciencia evolucionista (el origen de lo nuevo sobre la evolución conjunta de lo previo, la naturaleza de algo explicable por su proceso de origen) se inician (como la ciencia experimental lo hizo) desde la consideración por el hombre (en este caso, por personas ya modeladas por la ciencia experimental) de su propio nivel, esto es, de la evolución del nivel humano (del hombre en función de la sociedad y viceversa). Luego, sobre la obra de los científicos experimentales culminantes (por ejemplo de Darwin, Virchow y Pavlov) se comienza a aplicar a la biología donde, ante nuestros ojos, como he dicho, se plantea el origen y naturaleza de los seres vivos, el surgimiento de ellos sobre el proceso conjunto de toda la realidad. Sin duda, la ciencia evolucionista, armada de todos los conceptos y de sus métodos de trabajo, debe ya (apremiada por la necesidad urgente de hacerlo) atender, como tema apremiante, a la evolución del medio humano, de la sociedad, para conducirla científicamente.

Con la ciencia evolucionista comienza a desvelarse el todo espacio-temporal que constituye el medio humano. Se comienza a percibir que cada hombre es función de la sociedad, pero, a la vez, cómo ésta se explica en función de los seres humanos. Así, pues, el capital de una sociedad se confunde con el nivel de capacidad creadora de los individuos que, por otra parte, es función obvia de la organización social del trabajo que, inversamente, se impulsa por dicha capacitación de las personas. Conforme a esto, el objetivo correcto de la Universidad (el objetivo que perseguirá en el futuro y hacia el que hemos de procurar que se oriente) no puede ser más que esforzarse en conseguir que todas las personas conecten (se poseñonen o, al menos, perciban su marcha y su sentido) con el pensamiento superior, y se pongan en condiciones de desarrollar su iniciativa creadora en el grado que necesite cada individuo, en beneficio simultáneo del trabajo y del desarrollo de la ciencia que lo conduce. La investigación universitaria, deberá, en ese futuro que es apremiante acercar, forzarse en hacer asequible a todos ese pensamiento general, desarrollándolo.

Por lo demás, no se trata sólo de un interés social, colectivo, de aprovechar al máximo cada individuo. Se trata igualmente de un derecho de cada persona a realizarse al máximo en el pensamiento humano más general y verdadero, recibéndolo y contribuyendo a él. Es, pues, injusta la sociedad que no se propone elevar a todos sus miembros al conocimiento de la verdad que, penosamente, se va tejiendo entre todos y que, obra continua de todos, nadie tiene derecho a impartir selectivamente.

Parece, por lo demás, obvia la causa de la selectividad ejercida en casi todo el mundo para permitir el acceso al pensamiento alto y que nos divide en dos tipos de trabajadores, intelectuales y manuales. Es resultado del aherrojamiento del pensamiento científico

(de hecho su bastardeamiento) al servicio del *statu quo* actual de la actividad productiva, que se resiste a ser conducido racionalmente. Se trata del conflicto entre intereses privados y la organización general del trabajo bajo la dirección del pensamiento general, verdadero. Cuando se rompa esta contradicción, meta inmediata de la acción política en todo el mundo, en la actividad productiva conducida racionalmente, se confundirán al fin la organización del trabajo y el desarrollo de la ciencia, y cada hombre, en cada puesto, testigo y actor del progreso, vivirá un avance para nosotros impensable de libertad individual.³

Notas al Capítulo IV

1. El desarrollo del conocimiento humano parece ilimitado por dos razones: 1) Dada la naturaleza de la evolución cósmica (que, en la Tierra, culmina en el hombre), el conocimiento científico integral habría de abarcar la historia de todo el Universo (lo que parece inabarcable en lo esencial por el hombre). (Esta perspectiva contrasta con la idea de Bacon que perseguía la reconquista —mediante el *Novum Organon*— de un conocimiento perdido natural, limitado.) Y 2) por su naturaleza, de autótrofo esencial, es al hombre mismo a quien compete realizar en su entorno la historia evolutiva: elevar los procesos naturales a acción y experiencia humana mediante la que conquiste una creciente libertad.

2. Como se ha expuesto en el primer capítulo, los hombres constituyen, dentro del nivel animal (del nivel supracelular), un conjunto cerrado en evolución que se solapa sobre el conjunto que forman todos los animales y que cada vez condiciona más profunda y extensamente la evolución de este conjunto y el de las plantas, en beneficio propio. Ahora bien, aunque el hombre sea un animal hegemónico (yo lo defino como el animal autótrofo, frente a los demás,

heterótrofos) no deja de ser un animal genuino (una individualidad integrada directamente sobre células) y para él vale todo cuanto se dice en el texto respecto a los animales en general.

3. Es de esperar que, en la sociedad socialista, esto es en una sociedad en la que las decisiones de la actividad productiva no estén a merced de la iniciativa particular y al servicio de intereses privados particulares sino que se elaboren socialmente, confluirán (se confundirán) el desarrollo del trabajo y el del pensamiento científico. El pensamiento científico conducirá hasta su nivel superior a la actividad productiva y, en consecuencia, inversamente, la actividad productiva (así guiada por la máxima experiencia social) planteará problemas genuinamente científicos, esto es capaces de forzar el progreso de la teoría científica a su nivel más alto.

Superado el despegamiento inicial entre la experiencia científica ganada en los laboratorios, por una parte, y la experiencia empírica ganada en la actividad productiva, por la otra, y vencido el sometimiento actual de la ciencia a los objetivos de empresas particulares, la humanidad se enfrentará con sus dificultades aplicando, por primera vez, una actividad conjunta guiada por una experiencia conjunta. Según lo anterior, está en la lógica de las cosas que el socialismo, así entendido, no será plenamente posible sino en el marco de toda la humanidad.

Por otra parte, a la Universidad que corresponde a esa sociedad le compete generar claramente e impartir el pensamiento teórico a su nivel máximo de cada momento, y hacerlo en vinculación constante con la problemática con que tropiece la actividad productiva, también a su nivel de integración máximo. Ya que la teoría de la ciencia responderá entonces a la praxis general en el trabajo. Se evitarán entonces los conflictos actuales, a veces catastróficos (como son las guerras, el sometimiento tiránico de pueblos con grandes holocaustos de vidas, el deterioro irreversible de la naturaleza) que no son sino efecto de desarmonías entre acciones injustas o mal concebidas que, por el vicioso *statu quo* actual, no pueden resolverse racionalmente, científicamente.

Apéndices

En el milenario de Avicena*

A mi regreso de Bujara, la patria de Avicena, deseo hacer unas someras reflexiones sobre su significación para el progreso del pensamiento desde mi punto de vista de hombre de ciencia. El punto de arranque real de este progreso no puede ser sino el momento en el que el homínido de que procedemos, al adquirir la facultad de hablar, se emancipó del medio animal y constituyó su medio privativo, la sociedad, en el que comenzó a integrar su modo característico de experiencia (la social realizada en el pensamiento), en cuyo desarrollo parecen tejerse varias líneas de progreso que se influyen mutuamente: el dominio práctico de los procesos naturales, la sistematización de los conocimientos así adquiridos y la organización misma de las relaciones humanas. Al avanzar el tiempo histórico, tanto la absorción de progreso foráneo como la irradiación del progreso propio tienden a hacerse más rápidos y amplios; es decir, el progreso

* Artículo publicado en *El País*, 26 de diciembre de 1980.

tiende a comunicarse a más hombres y a basarse en la actividad de un número creciente de ellos.

Es, por lo demás, obvio que, en el curso de la evolución humana, la personificación del progreso de la humanidad se ha ido desplazando, de modo que al seguir la historia de la cultura, y en particular la de la ciencia, hay que saltar de unos ámbitos culturales a otros. Pasado el período prehistórico, que abarca unas decenas de miles de años, de la lenta y penosa acumulación primera de experiencia humana (cuyos contenido, dinamismo interior, ámbitos culturales, localización geográfica, etcétera, parecen casi imposibles de precisar), y sobre la base de la inestimable acumulación de experiencia práctica en él conseguida, se logran establecer las grandes culturas fluviales (nilótica, mesopotámica, india, china) en las que el nivel de progreso y la progresividad se elevan de grado; evidentemente, estas culturas fluviales ocupan durante unos miles de años la cima del progreso. Luego, sobre el propio fondo cultural y bajo la influencia directa de dos de las culturas fluviales (la nilótica y la mesopotámica), se produce la deslumbrante eclosión de la cultura greco-latina, a la que parece corresponder, durante unos 1.500 años, la conducción del progreso humano. Pues bien, desde mi perspectiva, según la cual el desarrollo de las grandes ciencias experimentales y de las grandes síntesis filosóficas hace que nuestra cultura occidental personifique la línea principal del progreso humano desde el Renacimiento hasta hoy (en que estamos en un momento de probable inflexión cultural), parece indudable que a focos culturales del Islam les corresponde la conducción de la cultura humana a lo largo de unos cientos de años intermedios entre la decadencia de la cultura clásica y el surgimiento de la nuestra moderna. Nadie en mayor grado, y tal vez ni en grado comparable, ha contribuido al alumbramiento de la ciencia moderna (de la actitud ante la naturaleza que ella significa y de la

concepción de la naturaleza misma) que la de los dos grandes médicos y filósofos Avicena, de Bujara, y Averroes, de Córdoba.

Por otra parte, el proceso del pensamiento en el que se realiza la cultura no es un camino de rosas. Ante todo, cada pensamiento superior necesariamente nace negando pensamiento constituido que, aunque sólo sea por inercia, se resiste a desaparecer. Claro que este proceso (la lucha contra el prejuicio) se ha dado ya en la mente del pensador progresivo, de modo que en sí la impugnación del pensamiento superado supondría un obstáculo menor en el progreso del pensamiento. Lo grave es el hecho de que las distintas líneas del progreso humano se impulsan y frenan mutuamente. Hay coyunturas históricas en las que el pensamiento retrógrado es impuesto *manu militari* por un poder político que teme el avance del pensamiento; no obstante, los avances en el camino de la verdad son tan atractivos (tan consustanciales con nuestra naturaleza) que todo brote de verdad nueva ahogado en su lugar de origen fácilmente prende donde encuentre condiciones sociales progresivas.

Compete a los historiadores explicar con claridad las fuerzas sociales retrógradas que frenaron y, en fin, detuvieron en el mundo clásico el progreso —progreso al que, en líneas generales, hay que definir como la paulatina conquista de la naturaleza al servicio de una creciente libertad humana—. Sin duda, esta detención del progreso en el mundo clásico, y luego en sus herederos directos (el mundo cristiano latinizado y el Imperio bizantino); se debe a que se impuso con intransigencia un pensamiento inmovilista al servicio de estructuras sociales también yertas. Al hablar de pensamiento griego conviene referirse concretamente a Aristóteles (384-322 antes de Cristo), en el que vemos, *in statu nascendi*, la ciencia experimental moderna, cuyo desarrollo queda detenido durante 2.000

años antes de rebrotar con el poderoso ímpetu de los cuatro últimos siglos. La madurez que había alcanzado el pensamiento griego en el siglo IV antes de Cristo para la exploración científica de la naturaleza se manifiesta con especial claridad en cuatro aspectos de la obra aristotélica: en su orientación cada vez más decidida hacia la pesquisa de los hechos concretos naturales, en su esfuerzo por organizar el conocimiento en método para conocer y dominar lo nuevo conocido con rigor, en su concepción de la ciencia como proceso histórico y en su labor científica misma, que hace de él uno de los hombres con mayor aportación personal a la ciencia, y muy en especial a la biología. Que una semilla tan plena y prometedora no lograra prender en el suelo cultural que le dio origen no puede deberse a algo fortuito, sino a lo adversas para el progreso del pensamiento que habían llegado a ser las condiciones sociales en el mundo clásico. Como lo siguieron siendo en el ámbito cristiano, al que se trasplanta un Aristóteles totalmente desvirtuado; a saber, negando su aspecto principal y genuino de eslabón básico, pero transitorio, en el progreso del conocimiento y convertido en dogma, en apoyo yerto de un pensamiento teológico inmovilista.

Muy distinto parece ser el espíritu con que los principales pensadores del mundo islámico acogieron la herencia aristotélica. Nada tiene de extraño que el mundo islámico, asentado en pueblos de gran tradición cultural y caracterizado en el período de su florecimiento (siglos IX al XIII) por una gran actividad mercantil, tanto interna como con el exterior (que necesita productos refinados y que está abierto al comercio intelectual con otras culturas), ofreciera las condiciones de libertad y necesidad de pensamiento convenientes para que el pensamiento aristotélico se implantara como pensamiento vivo, orientado a investigar progresivamente la naturaleza, y, es más, para que se produjeran algunos brotes de ciencia-ex-

perimental (de hecho, una de las grandes ciencias experimentales, la química, nace de los alquimistas árabes, cuya obra trasciende al mundo cristiano con Geber, a comienzos del siglo XIV) y los notables desarrollos de la matemática, de las ciencias médicas, de la antropología y de la historia, etcétera.

Pero en estos breves párrafos hemos de limitarnos a destacar cómo Avicena (980-1037) y luego Averroes (1126-1198) no sólo recogen el espíritu científico que se fue fraguando en el pensamiento de Aristóteles, sino que por hacerlo así, necesariamente, lo hacen progresar. El monismo al que tiende Aristóteles (buscar en la naturaleza la explicación de la naturaleza) se refuerza en los dos grandes filósofos islámicos según los cuales la forma (que en Aristóteles configura a la materia como algo externo a ella) pasa a ser considerado el modo de ser inmanente de la materia, de modo que todo está en permanente proceso de desarrollo. Esta interpretación tiene el gran mérito de pretenderse monista (es decir, de creer y tender hacia la libertad humana, hacia la creciente capacidad del hombre de comprender y dominar la naturaleza) y me parece que supuso tal progreso que, ahogada en el mundo islámico por el fanatismo teocrático que se impone en el mundo árabe, retoña en el Occidente cristiano, donde por encontrar ahora condiciones sociales favorables, terminaría imponiéndose al pensamiento teológico (con su pseudoaristotelismo incorporado) y dando origen a la moderna ciencia experimental.

Fecundidad y actualidad

Puntualizando más, me inclino a pensar que el monismo cada vez más explícito de los aristotélicos de izquierda (del último Aristóteles y de quienes,

como Avicena y Averroes, desarrollan su línea de pensamiento) no sólo constituye la base y, a la vez, el objetivo de la ciencia moderna, sino que la interpretación de la realidad propia de estos aristotélicos sigue informando el monismo de la ciencia experimental vigente. Ha tenido, pues, enorme fecundidad y conserva plena actualidad.

Ahora bien, deseo terminar señalando que el genuino monismo científico constituye una actitud mental ante la naturaleza que ha de mantenerse siempre despierta, en estado de permanente desarrollo. Por así decirlo, el dualismo (que en biología se confunde con el creacionismo) persiste enmascarado en toda concepción científica monista, y el monismo militante del hombre de ciencia consiste en saberlo para rechazar ese dualismo larvado —en general, en forma de leyes inmanentes de la materia— hacia fronteras cada vez más remotas del conocimiento. El dualismo subyacente en el monismo vigente de la biología actual es tan general que se extiende a ramas tan separadas en el tiempo y la temática como son el lamarckismo de principios del siglo XIX, la citología de mediados del mismo siglo y la genética del nuestro. Todas estas teorías tienen en común el remitir la explicación de la filogénesis y de la ontogénesis a la intimidad del ser vivo de donde surge mágicamente el ser vivo y su innovación. Sin duda, se impone elevar el monismo científico a una formulación más rigurosa y amplia, a la que apuntan biólogos como Darwin y Pavlov, y en la que los individuos se expliquen en términos del proceso de toda la realidad.

Reflexiones desde el pensamiento evolucionista sobre el estado de la ciencia actual*

1

Para la concepción evolucionista y monista del universo, todos los seres y fenómenos se han producido y siguen produciéndose dentro de un único, inmenso, proceso de evolución coherente. Según este modo de ver (que a mí me parece que es el corolario de toda la ciencia), para entender algo —cualquiera que sea su naturaleza— hay que comenzar por enfocarlo desde sus debidas coordenadas dentro del proceso universal; hay, pues, ante todo, que relacionarlo con sus antecedentes inmediatos que le dieron origen y con el entorno directo que lo sostiene, lo modifica en alguna dirección persistente, lo destruye, etcétera, según el caso; pero resolver bien el problema anterior

* Artículos publicados en *El País*, 3 y 4 de abril de 1981.

lleva, a su vez, a inquirir la naturaleza de tales antecedentes y entorno, lo que plantea el nuevo problema del origen y entorno de ellos, y así sucesivamente.

En definitiva, para comprender algo hay que situarse en la perspectiva que permita vincularlo con el todo, en estratos de relaciones subordinadas (estratos que dependen unos de otros de un modo que hay que dilucidar) hasta llegar a uno, que podemos llamar básico, cuyo acontecer sostiene el proceso de nuestro objeto de conocimiento, pero ya no interviene en él. Por ejemplo, en mi opinión, el proceso geológico de formación de la corteza sólida y de la atmósfera terrestres es básico de la vida en todas sus formas, es decir, es condición de la vida en la Tierra, pero no interviene en la intimidad de ella; ahora bien, el proceso de transformación interna de la corteza (la evolución de las interacciones entre el suelo, el aire y el agua) está influyendo sobre los procesos biológicos actuales —se da de algún modo en la intimidad de ellos— y, por consiguiente, comprender los seres vivos exige relacionarlos con los procesos de la biosfera inorgánica de la que surgen y con la que interactúan y, a mayor abundamiento, obliga a comprender las relaciones de unos con otros, dentro del conjunto profundamente integrado que todos ellos forman y que va cambiando progresivamente en el marco de la evolución geológica y universal. Ni que decir tiene que, a la inversa, cuanto vayamos conociendo de los seres y procesos particulares debe ayudarnos a comprender el todo en evolución; es más, pienso que el aprecio de la verdad relativa del conocimiento concreto que vayamos ganando de algo es su valor para ir entendiendo la coherencia general de la realidad, en su entorno.

Dicho lo anterior, pasemos a señalar que el campo de estudio de la biología, a saber, el proceso que va desde el origen de los primeros seres vivos a partir de lo inorgánico hasta el surgimiento del hombre como

resultado culminante de la evolución conjunta de todos los seres vivos, ocupa, obviamente, una posición clave, intermedia entre dos procesos que son, respectivamente, el objeto de dos grandes campos de conocimiento: por una parte, la evolución humana, a cuyo estudio se aplica —de modo notorio en los grandes sistemas filosóficos— un pensamiento cada vez más integrador y evolucionista, pero cuyo esfuerzo para entender esencialmente (por su origen) al hombre tropieza con la barrera que le opone la débil comprensión de los seres vivos; y, por otra parte, los procesos de lo inorgánico, a cuyo estudio se ha aplicado la ciencia experimental, que, si bien a comienzos del siglo XIX había definido ya con claridad dos genuinos niveles de integración, el molecular y el atómico (los dos superiores de la evolución inorgánica a los que el hombre desde que surgió de la animalidad ha ido sometiendo a su acción y experiencia), en cambio dirige su atención casi exclusivamente a particularidades, sin esforzarse tras una concepción genuinamente integradora y evolucionista.

Me parece obvio que a la biología, entendida como teoría de la evolución, le compete llenar la discontinuidad entre, por un lado, los sistemas de conocimientos más integradores y evolucionistas (filosóficos, sociales, históricos, etcétera) ganados en la observación de la acción y experiencia humanas y, por el otro, el gran tesoro de conocimientos particulares que, sobre lo inorgánico, las diversas ciencias experimentales van ganando y elevando a leyes y teorías cada vez más comprensivas, pero gravemente inconexas y, a veces, contradictorias.

Pienso que la fusión entre estos dos grandes polos de conocimiento no sólo es posible, sino inevitable y próxima, ya que (por el uno y por el otro) sabemos con claridad que los dos procesos, el humano y el inorgánico, son, como hemos señalado, parte y resultado de un mismo universo coherente. Me atrevo a

decir que cada uno está huérfano del otro y que lo necesita para adquirir pleno sentido de sí. El sistema de conceptos sobre el proceso de la acción y experiencia humana organizado por los máximos filósofos, sociólogos e historiadores ha alcanzado un grado de perfección que difícilmente podrá superarse mucho sin romper el aislamiento con que hoy se considera este proceso con respecto al de la vida en general, del que aquél no es sino un episodio más, precisamente el último y culminante; en pocas palabras, plantearse en profundidad la evolución del hombre obliga a conocer antes su naturaleza en términos de su origen, lo que remite al estudio de la evolución biológica y, en particular, al de la naturaleza del animal por su origen y, finalmente, al de la evolución conjunta de los animales.

Por su parte, me parece que, desde el otro extremo, la ciencia experimental tropieza con una laguna de conocimiento análoga, pero situada, por así decirlo, en la dirección opuesta: la evolución inorgánica tropieza con este vacío no frente a sus antecedentes, sino frente a sus resultados; en efecto, en la biosfera terrestre, la evolución del nivel molecular culminó dando origen —en la realidad coherente— a la evolución biológica, de modo que el esclarecimiento de este origen ha de tener importancia no sólo para entender al ser vivo por su origen, sino para percibir la naturaleza y dirección que hubo de tomar, en el mar primitivo, un gran proceso de evolución conjunta de moléculas endérgicas en el seno del agua para que de él se alumbraran los seres vivos primigenios. Es decir, el paulatino conocimiento de la evolución biológica habrá de ayudar a comprender el proceso de la evolución inorgánica desde la perspectiva que mira hacia nosotros: hacia la evolución biológica que culmina en el hombre.

Ciencias experimentales y del hombre

De este modo, no estoy lejos de pensar que las ciencias humanas y las ciencias experimentales —a pesar de su divorcio absoluto— se encuentran en un mismo grado de progreso, dificultado de proseguir en ambas con la salud e intensidad que sería de desear, precisamente por la sima que hoy separa a las unas de las otras. Por lo demás, me parece que esa grave discontinuidad de conocimiento evolutivo, que objetivamente ha de ser colmada por la biología, contribuye a explicar el distinto carácter que los sistemas teóricos y los problemas ofrecen hoy en cada uno de los dos grandes campos de conocimiento y en la biología misma, igualmente afectada por la discontinuidad. Ante todo, parece casi obvio que el distinto carácter que hoy ofrecen las ciencias del hombre y las de lo inorgánico (carácter, en unas y otras, de una parcialidad complementaria) se debe al hecho de que, por la discontinuidad evolutiva señalada, cada uno de estos dos grandes campos de conocimiento nos presentan, por la propia posición que nos corresponde en la evolución universal, dos caras distintas de tal proceso conjunto, coherente, de la realidad.

Para concretar algo más este orden de ideas hay que tener presente: que el proceso conjunto ha ido originando individuos con un nivel de integración escalonadamente creciente (energía radiante, partículas subatómicas, átomos, moléculas, individuos protoplásmicos, células y animales); que la evolución de cada uno de estos niveles se produce por la conformación y sostenimiento recíprocos del todo a su correspondiente nivel y de las unidades que lo constituyen; y que, en fin, cada uno de estos niveles surge (en el ámbito que ocupe) como culminación de la evolución conjunta del nivel anterior y que mantiene este nivel como condición *sine qua non* de existencia.

Tras lo dicho en el anterior artículo parece imponérsenos la razón de que el hombre haya percibido el carácter histórico e integrador de la realidad por primera vez en su propio proceso evolutivo (el de nuestras individualidades en términos del todo coherente del que ellas resultan y que entre todas constituyen, la sociedad, y viceversa), ya que, evidentemente, por una parte, desde que surgió el hombre, los individuos humanos nos hemos realizado necesariamente en términos de este proceso (que podemos cifrar en la producción de experiencia comunicable —de pensamiento— y en el establecimiento de relaciones sociales), de modo que hemos tenido siempre noticia de sus resultados y sólo de ellos, y —dado que este proceso es cada vez más comprensivo y más rápido— está en la lógica de las cosas que haya terminado imponiéndose a las mentes más preparadas este carácter suyo histórico e integrador: la evolución del pensamiento y de la sociedad, y la pesquisa de sus leyes. En cambio, el conocimiento de las unidades contrapuestas a este proceso, las conciencias humanas, me parece que se ha producido en el orden inverso; desde un principio, cada hombre ha tenido experiencia humana de sí, y la percepción de la propia individualidad y del proceso de ésta —extrapolable a admitir la de los demás— ha sido un dato primario, evidente, de nuestra experiencia; a pesar de ello, el hombre no posee aún un conocimiento riguroso de la naturaleza física —de la naturaleza en términos del resto de la realidad—, de esa conciencia suya en que radica su individualidad; y ese conocimiento sólo puede adquirirse por la comprensión de su origen a partir de la conciencia animal, que obliga, a su vez, a comprender por su origen la naturaleza de esta conciencia, y así sucesivamente; comprensión que resulta aún imposible por esa discontinuidad entre la evolución humana y la inorgánica que

ha de salvar la comprensión de la evolución biológica. En resumen, me parece que el conocimiento filosófico y sociológico reunido sobre el hombre ha conseguido algún sistema teórico rico y riguroso acerca del proceso conjunto, pero sin rebasar la altura de conocimiento que puede fundarse sobre una noción meramente subjetiva (si se prefiere, empírica) de las unidades que evolucionan, los individuos humanos.

Pasemos al gran campo de conocimientos humanos que se encuentra al otro lado de la gran discontinuidad evolutiva de la ciencia que estamos considerando: el de las ciencias experimentales sobre lo inorgánico. Me parece que, por motivos correspondientes a los que impiden a la filosofía elevarse a ciencia plena, las ciencias experimentales adolecen de una grave desarmonía de desarrollo, de un carácter antitético del de nuestro conocimiento del hombre, por el hecho de que estamos separados de su objeto de conocimiento (a saber, el proceso conjunto de los distintos niveles inorgánicos) por la sima de desconocimiento evolucionista de los seres vivos.¹ Sobre el campo de conocimiento de lo inorgánico, el hombre, desde su origen mismo, ha ido ejerciendo acciones (por las que se diferencia de los demás animales) de las que ha ido adquiriendo conocimientos parciales, inconexos, primero, empíricamente, y modernamente, reuniéndolos en leyes y teorías que permiten prever resultados, obra del ingente esfuerzo de integración de lo particular que es la gloria de la ciencia experimental y la explicación de su eficacia. Conforme con lo anterior, apresurémonos a aseverar que las ciencias experimentales se han concentrado en el estudio de las unidades

1. Otra causa de extravío de la ciencia experimental es la viciosa relación entre la investigación científica y la actividad productiva. No es pertinente a nuestro tema entrar en el análisis que, en cuanto social, puede remitirse al estancamiento del pensamiento filosófico a un nivel precientífico por las razones señaladas en el párrafo anterior.

de los niveles inorgánicos: pero, como contrapartida, apenas ahora se comienza a reunir unas primeras ideas descriptivas acerca del proceso conjunto de estos niveles.

Por consiguiente, en contraste con lo que sucedió con la toma de noticia de la individualidad humana y de su proceso (presente en cada uno de nuestros actos), ha constituido una hazaña del pensamiento distinguir y manejar las unidades inorgánicas, cuyos tamaño, naturaleza y grado de integración difieren tanto de los de la nuestra, y, para lograrlo, el investigador experimental ha tenido que intercalar, con fuerza creciente, su propia acción entre las unidades en estudio y el proceso natural que las origina y mantiene, lo que, sin duda, oculta este proceso de su horizonte mental. En segundo lugar, el proceso evolutivo de los niveles inorgánicos se percibe con gran dificultad por su lentitud y por la inmensa extensión que abarca, en comparación con el tiempo y alcance de la evolución de la acción y experiencia humana.² Y, por último, los datos de la etapa final por que ha pasado en la Tierra la evolución del nivel superior de lo inorgánico no pueden ser proporcionados sino por el conocimiento de su resultado —la etapa inicial de la evolución biológica—, evolución cuyo esclarecimiento es lo que, precisamente, echamos de menos para que llene la discontinuidad entre el pensamiento más integrador y evolucionista sobre el hombre y los cuerpos de doctrina de las ciencias experimentales. Así, en resumen, se explica que las ciencias experimentales se ocupen del estudio de las particularidades y se olvi-

2. De hecho, sólo el gran alcance de los telescopios modernos ha podido, con el apoyo de la física, dar datos de la evolución de los niveles inferiores de la realidad y desmentir la noción del universo inmutable. Por lo demás, téngase en cuenta que, *a fortiori*, la acción y experiencia del hombre (como la de los demás seres vivos) exige para existir que en su entorno los procesos inorgánicos se mantengan en un estado de gran estabilidad.

den del proceso conjunto que las origina y mantiene, y justifica la tendencia de estas ciencias a polarizarse en buscar la clave de las unidades en el interior de ellas, en subunidades, y a dejar fuera de su preocupación la dependencia en que necesariamente están las unidades de cada nivel respecto al todo en evolución. Polarización, pues, antitética de la que aqueja a la filosofía.

La biología, entre las ciencias experimentales y las del hombre

Las ciencias del hombre dirigen su atención al todo en su evolución que les corresponde, y también a las unidades (los focos humanos de conciencia), pero siempre en función de tal todo. En cambio, las ciencias experimentales (por lo demás, también muy fragmentadas en cuerpos de conocimiento gravemente desconectados) dirigen su atención a las unidades objeto de su estudio, pero no para entenderlas en función del todo que naturalmente las origina y mantiene, sino para inquirir, por medios artificiales, su composición interna. Por así decirlo, las primeras padecen un desequilibrio por un predominio de la síntesis, y las segundas, por el del análisis. Sin duda, las unas y las otras exigen y desarrollan en quienes las cultivan facultades distintas y entrañan el riesgo de deformaciones específicas en las que no es lugar entrar. Sus respectivas conquistas son igualmente importantes, y creo que para la Humanidad y su futuro constituirían pérdidas igualmente graves la de los grandes sistemas filosóficos (que han ido desarrollándose como sistemas unitarios) y la de las ciencias experimentales (que crecen mucho más fragmentariamente). Por otra parte, la confinación antinatural (contraria a la coherencia general) de los dos campos

de conocimiento les induce a extrapolaciones teratológicas, particularmente notorias en el de los sistemas filosóficos (por su mismo espíritu integrador y evolucionista), desde lo que se descubre en el proceso humano hacia el resto del proceso universal, o a partes de él; estas generalizaciones formales desacreditan a la filosofía desde las ciencias experimentales. Pero, por otra parte, desde las ciencias experimentales se realizan continuamente salidas a los campos contiguos de la biología (que, a veces, alcanzan a lo humano —por ejemplo, a la interpretación del funcionamiento del cerebro—), que son igualmente subjetivas y que resultan aún más torpes por lo fragmentario y ahistoricista del pensamiento experimental contemporáneo;³ esta tendencia es particularmente flagrante en los campos de la biología limítrofes del nivel molecular en los que salta a la vista una interpretación química aleada con una interpretación antropomórfica incongruente. Es obvio que estos intentos de los dos grandes campos de conocimiento de romper sus confinamientos vienen impuestos por algo tan objetivo como es la coherencia general de la realidad; ahora bien, no pueden producirse de modo correcto y eficaz (científico), sino plegándose, desde los respectivos puntos de partida, al proceso objetivo que los enlaza: al proceso de la evolución biológica, surgido de lo inorgánico y culminante en lo humano.

Por otra parte, la naturaleza del objeto de conocimiento de la biología —los seres vivos y su evolución— hace que este campo de conocimiento com-

3. Por el hecho de ocuparse del campo coherente con el hombre, el filósofo gana, sin dificultad técnica grave, un conocimiento más profundo de él que el de las ciencias experimentales en sus campos. El científico experimental ha de aplicar un extraordinario esfuerzo de abstracción y gran ingenio para obtener resultados en sí más superficiales e inseguros. Creo que la dificultad de las técnicas y métodos a que obligan los niveles alejados de nuestros sentidos implica el acceso a lo recóndito desde lo familiar, pero siempre acumulando una ganga de inseguridad creciente.

parta dificultades con cada uno de los otros dos campos a las que suma sus propios problemas, y que, así, aparezca dislacerado entre ellos. La biología ha de esforzarse en avanzar en la comprensión de los seres vivos desde los otros dos campos de conocimiento, de los cuales uno (el de lo inorgánico) le ha de enseñar la base de partida de la evolución biológica, y el otro, el resultado final de esta evolución; pero, a la vez, es evidente que no puede progresar sino por el estudio objetivo, independiente, de su propio campo, que le ofrece un acervo de fenómenos peculiares y que le plantea su propio tipo de problemas;⁴ por lo demás, desentrañando así el proceso efectivo de la evolución de los seres vivos desde su origen al hombre, la biología contribuiría a llenar con conocimiento objetivo la discontinuidad entre nuestro conocimiento del hombre y el de lo inorgánico y a acercar el pensamiento a una interpretación de toda la realidad científicamente coherente.

¿En qué medida la biología está madura para esta tarea suya que parece pedir el estado de la ciencia? El caudal de conocimientos biológicos concretos de todo tipo es inmenso, y lo que falta es organizarlo debidamente. Para que la ordenación de pensamiento biológico vaya conduciendo hacia una verdad progresiva parece indispensable armonizar varias fuentes de información; por ejemplo, las leyes que, en los otros dos campos del conocimiento y en la biología actual

4. Por ejemplo, corresponde a la biología estudiar la naturaleza física de los focos unitarios de acción y experiencia que son, en su unidad íntima, los seres vivos de cada nivel (protoplásmico, celular, animal) y descubrir cómo surgen, unos de otros, en la filogénesis, en la ontogénesis, e instante a instante. Este problema universal de la interacción entre unidades de distinto nivel, por una parte, no corresponde al nivel humano (cuyo foco de acción y experiencia es animal) y, por otra, si bien está igualmente planteado en lo inorgánico, en este campo ofrece mucha mayor dificultad objetiva, para vencer la cual habrá de ayudar lo que se logre en lo biológico.

misma tengan, racionalmente, valor universal;⁵ los datos de lo inorgánico proporcionados por las ciencias experimentales que puedan esclarecer el origen de la primera vida; los datos de la evolución animal que puedan ayudar a entender el origen de la conciencia humana; rectificar críticamente todas las extrapolaciones viciosas desde los campos extrabiológicos sobre la biología; procurar intensamente ordenar los datos concretos y las teorías parciales de la biología en un pensamiento general guiados por la convicción de que, por la coherencia general de la realidad, cuanto mejor se vaya comprendiendo el todo (el proceso biológico general), tanto mejor podremos entender los hechos particulares, y viceversa.

5. Por ejemplo, a las ciencias de lo inorgánico se debe la noción de los niveles de integración; a la biología, el establecimiento del nivel animal y celular y una gran masa de conocimientos sobre el gobierno del nivel molecular por el protoplásmico; y al filosófico, la noción de la coherencia general de la realidad que, de alguna manera, ha de dar cuenta y recibirla de la evolución biológica y, en particular, de la de sus niveles debidamente estratificados. No hay sistemas generales; hay un solo gran proceso de evolución coherente del que han de tomar sentido los procesos particulares, etc.

El desplazamiento del dualismo con el avance del conocimiento *

El trabajo científico persigue ir alcanzando una interpretación monista de la realidad lo más completa posible; es decir, procura explicar cualquier tipo de ser o fenómeno en términos del resto de la realidad desentrañando las relaciones entre las cosas, y procurando expresarlas en leyes cada vez más integradoras; todo bajo el convencimiento, que parece tanto el principio como el corolario de la ciencia, de que el universo es un todo coherente cuyo proceso puede irse descubriendo paulatinamente.

Así entendida, parece imposible una interpretación rigurosamente monista de no importa qué (digamos, por ejemplo, de un ser vivo), ya que enten-

* Nota al capítulo IV del volumen 2 de *La alimentación, base de la biología evolucionista*, escrita en diciembre de 1981. N.º del E.: Esta Nota se incluye por deseo del Editor, expresado al autor y con su aprobación, al tener noticia del avanzado estado de preparación de su obra *Origen, naturaleza y evolución de la célula* (volumen 2 de *La alimentación, base de la biología evolucionista*), y dado su gran interés como apéndice del presente libro.

derlo plenamente obligaría a conocerlo todo; lo que, con toda verosimilitud, estará fuera del alcance del hombre, en todo el transcurso de su existencia, finita a escala cósmica. En consecuencia, el monismo —el modo racionalmente progresivo de entender la naturaleza— no tiene sentido sino realizándose en la investigación científica, en la que es esencial un planteamiento claro de los problemas, de los límites del conocimiento.

Así planteada, la pesquisa científica de la naturaleza es un proceso ilimitado del pensamiento que, para procurar no extraviarse, conviene organizar complementariamente en dos sistemas de conocimientos: el sistema de lo que conocemos o creemos conocer con diversos grados de certidumbre y el sistema de lo que ignoramos con la correspondiente profundidad relativa de nuestros desconocimientos. Me parece que esforzarse en sistematizar la ciencia hecha sin el contraste reflexivo de la ignorancia correspondiente, entraña un grave riesgo de incurrir en interpretaciones idealistas en que se agazapan dos extravíos anticientíficos muy esterilizadores: el dualismo larvado y el aferramiento a concepciones hechas —el dogmatismo—. En este sentido, es correcto decir que el científico y, en general, el hombre racional, es un profesional de la ignorancia, como condición de irla desplazando.

Conforme con lo expuesto parece importante que nos pongamos muy en claro cuál es la propiedad más general de la realidad, ya no referible a ninguna otra, que pueda deducirse de nuestros conocimientos, y considerarla como lo que indudablemente es: por una parte, la base actual más firme y general del desarrollo de futuros conocimientos que desarrollen nuestra interpretación de la naturaleza conforme a la teoría más general y verdadera hasta hoy lograda, perfeccionándola, corrigiéndola y depurándola; y, por otra parte, la descripción del límite actual de nuestra in-

interpretación monista de la naturaleza que, con seguridad, a partir de un momento y hasta no ser rebasada, en lugar de servir de apoyo, pasará a oponerse al ulterior desarrollo de la ciencia. En consecuencia, enunciarnos con claridad ese problema básico tiene dos grandes ventajas: una, orientar desde él los problemas concretos en la perspectiva debida para organizar los conocimientos y problemas nuevos tendiendo al sistema teórico unitario más conforme con la coherencia general de la realidad; y, la otra, que este problema básico no se borre de nuestro horizonte e impedir así que, incorporado como dogma, se diluya en la ciencia admitida, viciando así de dualismo dogmático nuestra interpretación de la realidad.

Para definirnos con claridad esa ignorancia nuestra básica, parece conveniente rastrear su origen desde la anterior, de la que naturalmente deriva y a la que de algún modo satisface. Analicemos, pues, el límite al conocimiento que, disfrazado de base epistemológica absoluta, ha venido condicionando el desarrollo de las ciencias experimentales; se trata de la concepción aristotélica de la materia que, en nuestra opinión, sigue vigente en gran parte de la ciencia y, en particular, de la biología. Y ello con el propósito de que nuestra interpretación evolucionista no caiga en dogma; esto es, que la conclusión última de nuestro pensamiento aparezca como lo que realmente es, un problema de nuevo tipo cuya resolución ha de permitir una expansión ulterior de la ciencia.

La base (y límite) epistemológica de la ciencia experimental

Aristóteles enuncia el monismo y prepara el instrumento lógico para irlo realizando; con ejemplar consecuencia fue reaccionando al dualismo platónico y se esforzó en entender la realidad observándola y

analizándola directamente, por lo cual nadie a más justo título puede ser considerado el padre de la ciencia y, en particular, de la biología científica. La memorable hazaña de Aristóteles no pudo —como nada humano— rebasar del nivel de pensamiento y del estado de conocimientos de su época; le fue objetivamente imposible desprenderse del idealismo platónico y su mérito inmarcesible fue someterlo, ponerlo al servicio del materialismo científico; si para Platón las ideas poseen una vida primaria sobrenatural y los seres materiales no son sino un reflejo imperfecto de ellas, simulacros de la verdadera existencia, en la interpretación aristotélica, las ideas platónicas se refugian en las formas que subyacen en la intimidad de la materia como algo inmanente a ésta y que —en acusado contraste con la concepción platónica— no se realizan plenamente sino en la materia, como entelequia.

En resumidas cuentas, Aristóteles realiza una memorable inflexión del pensamiento (y da los primeros pasos vigorosos en la dirección marcada)¹ que, por motivos históricos, no emprende su pleno desarrollo sino veinte siglos después con el nacimiento de la moderna ciencia experimental. Esta inflexión aristotélica, a mi modo científico de ver, puede caracterizarse así: entronizar el monismo científico, esto es, considerar que la naturaleza es explicable progresivamente por ella misma; y, también, buscar la clave de los seres en la intimidad de ellos mismos, en su estructura interna. El primero de estos dos conceptos para mí sigue cada vez más profundamente verdadero. En cuanto al segundo posee, asimismo, una enorme base de verdad patente en las ingentes

1. Competentes filósofos e historiadores de la ciencia consideran que nadie ha hecho una aportación a la ciencia tan grande como Aristóteles. Por otra parte, Darwin confesó que con ningún biólogo del pasado tenía una deuda personal tan grande como con «el viejo Aristóteles».

conquistas en dirección analítica o anatómica de la ciencia experimental; es, en efecto, de conocimiento general que los materiales más diversos, de origen inorgánico y biológico, constan de moléculas, que las moléculas constan de átomos, los átomos de partículas subatómicas, y que éstas se resuelven en energía radiante; en biología, asimismo, se han observado las más variadas regularidades de organización interna en los animales, en las plantas y en los seres unicelulares que han inducido a buscar la clave de la estructura en el interior.² La forma aristotélica inmanente en la materia ha ido revelándose en entidades cada vez mejor diferenciadas y entendidas. Pero, a la vez, la ciencia experimental misma, ha ido descubriendo el proceso de lo general (la energía gravitatoria, la energía térmica, los campos electromagnéticos, la energía radiante, la transformación de materia en energía, etc.) y otro tipo de fenómenos como son la subordinación de caracteres en el árbol filogénico (esto es, la relación entre las estructuras de los distintos seres vivos) y, en fin, el hecho de la evolución biológica. Todo esto indica que la base aristotélica de la ciencia experimental, que remite al interior la clave del ser, constituye hoy una base epistemológica que hay que superar y que, de no hacerlo, puede constituirse en dogma inmovilizador de la ciencia.

A mi modo de ver, el monismo de Aristóteles (su vuelta de atención hacia la naturaleza supuesta cognoscible por su análisis, aplicando un instrumento lógico adecuado) logra una inflexión progresiva memo-

2. Es evidente que alguna de estas regularidades biológicas de organización interna son tan generales que no pueden ser sino significativas de algo muy profundo. Por ejemplo, todos los animales y plantas constan de células, en el interior de todas las células se produce actividad enzimática vinculada a proteínas, todas las proteínas constan de α -aminoácidos de una misma constitución estérica, en la reproducción celular desempeña un papel general el material cromosómico del núcleo, etc.

rable con el descubrimiento de unidades genuinas que, elementos las unas de las de orden superior, estratifican la realidad en determinados niveles de integración. Fue precisamente el descubrimiento de alguno de estos niveles (animales, células, moléculas, átomos, partículas subatómicas, energía radiante) lo que dio origen a las diversas ciencias experimentales modernas.³ Cada una de estas ciencias se concentra en el estudio de uno de estos niveles de la realidad (por ejemplo, la química en el de las moléculas) describiendo las propiedades de las unidades de los diversos tipos que se dan en él, examinando su composición y estructura interna de cada una en unidades del nivel inmediato inferior, las transformaciones —dentro del nivel— de unas unidades en otras, etc. A nuestro modo de ver, lo verdaderamente notable de las ciencias experimentales para la interpretación del universo es el hecho de que cada una de ellas, no sólo percibe regularidades (que se pueden describir y clasificar y así enriquecer la actividad humana, del mismo modo que las regularidades de la naturaleza ayudan a la acción y experiencia de los seres vivos), sino que estas regularidades comienzan a explicarse, conforme a leyes y teorías de alcance creciente, no sólo por la composición de las unidades de cada nivel por conjuntos de unidades del nivel inmediato inferior, sino porque tal composición depende de interacciones reversibles con unidades del mismo nivel del entorno. Con ello se va imponiendo paulatinamente a la ciencia la noción de que comprender las unidades de un nivel (energía radiante, partículas subatómicas, átomos, moléculas..., células, animales) obliga tanto a

3. En *La función de la ciencia en la sociedad* intento entender cómo se verificó la transformación de los conocimientos empíricos, cada vez más rigurosos y precisos, en la moderna ciencia experimental susceptible de teoretización, y el significado de la ciencia experimental moderna en el progreso del pensamiento.

analizar el interior de ellas, como a estudiar sus interacciones con el conjunto de unidades del nivel, y, aún más, a correlacionar teóricamente los dos tipos de datos, en concreto, el dinamismo interno de las unidades de un nivel con el dinamismo conjunto del nivel que transforma unas unidades en otras.⁴ Esta inflexión crucial del progreso de la ciencia experimental —en la que el monismo aristotélico polarizado a buscar la explicación de las unidades en su interior, descubre que el proceso interior encuentra a su vez la clave en el proceso conjunto del nivel— ofrece, a su vez, para el biólogo un interés complementario: entender las regularidades de la biosfera que hacen posible la acción y experiencia de los seres vivos por el proceso conjunto de los niveles.

La base (y límite) epistemológica actual de la ciencia evolucionista

Así, pues, la evolución conjunta de la realidad parece un corolario de la ciencia experimental en el que ésta conserva superándola su base aristotélica. Según la evolución, todo fenómeno natural ha de remitirse a las unidades del nivel que corresponda y éstas se explican (y explican el fenómeno) en términos perfectamente coherentes con el resto de la naturaleza (tanto de los

4. En mi opinión, la única garantía de que se va conquistando conocimiento objetivo de niveles de la realidad cuya observación directa escapa a nuestros sentidos es precisamente el pensamiento teórico cada vez más unificador, más previsor de resultados antes de verificarlos, y, en general, construido en pugna constante con el prejuicio.

Está en la lógica de las cosas que la relación entre la unidad de no importa qué tipo y el conjunto de su nivel la percibiera el hombre ante todo en la relación entre su propia individualidad (los contenidos de su conciencia) y su medio peculiar coherente, la sociedad.

niveles inferiores, como del propio —a su vez, determinado de algún modo por el proceso de los superiores—). Mi propósito es, de acuerdo con esta concepción, intentar una explicación, en lo posible coherente, de un sector espacio-temporal de la evolución del universo, a saber, la evolución biológica en la Tierra.

¿Cómo entendemos que se produce la evolución biológica? Podemos deducir de los datos experimentales del interior de los individuos de cada nivel que éstos constan de un soma constituido por un conjunto de individuos del nivel inmediato inferior cooperantes en una serie de acciones unitarias, y de un organismo que es un campo físico unitario en que se realiza la experiencia de cada una de aquellas acciones, campo físico que, a su vez, resulta de un efecto integrado producido de consuno por organismos íntimamente cooperantes de seres vivos pertenecientes al soma del ser vivo que nos ocupa. Este campo físico de todo organismo es circunscrito espacio-temporalmente y recibe el estímulo aferente de la acción anterior y responde a ella aplicando un cuánto de conciencia y de libertad. Pues bien, me parece que al alcance de la biología está precisar —en términos de la evolución biológica— las cualidades internas (resultar de un soma) y las condiciones externas (enfrentarse, por mediación de los organismos del nivel inmediato inferior, con el todo en evolución) que ha de poseer un campo físico circunscrito para constituirse en foco de experiencia, para adquirir esa notable capacidad de conciencia y libertad (de la que tenemos noticia directa por la propia de cada uno de nosotros, como seres vivos que somos) así como determinar el alcance de la experiencia de cada ser vivo.

En conclusión, la acción y experiencia de las unidades de un nivel (con el cuánto de conciencia y libertad que su ejercicio impone) exige la acción y experiencia (con la consiguiente conciencia y libertad) del nivel inmediato inferior, ésta la del inmediato infe-

rior, y así sucesivamente. Parece imponerse, pues, la conclusión de que al originarse en la realidad (para lo que, *a*) han de resultar de sendas asociaciones de individuos de nivel inmediato inferior surgidas de la evolución conjunta de este nivel, y *b*) han de quedar enfrentados, mediante estas asociaciones, con un nivel ambiental trófico, hasta entonces imposible de explotar, gobernando el correspondiente tipo de medio nuevo), los organismos de un nuevo nivel, esto es, campos físicos circunscritos espacio-temporalmente,⁵ aparecen dotados con la capacidad de experiencia, es decir *de conciencia y libertad*, que les permite *percibir* los efectos sobre el nuevo medio de la actividad cooperante de los individuos de nivel inferior que integran las respectivas asociaciones, y *tantear* una reacción propia que indique a estos individuos la modificación conveniente de la sucesiva acción cooperante (para lo que, a su vez, estos individuos subordinados han de aplicar su conciencia a percibir las indicaciones del organismo superior, y su libertad a obedecerlas por útiles).

Podemos, pues, descriptivamente afirmar que la conciencia —y consiguiente libertad— es una propiedad general de la realidad que se da, con su correspondiente modalidad, en todos los niveles de integración. Al surgir, sobre la evolución del nivel inferior, campos circunscritos espacio-temporalmente, éstos actualizan una facultad que, de algún modo, ha de estar latente, desempeñando otra función, en el campo físico general de la misma naturaleza, y, a mayor abundamiento, en el primordio de todo organismo. Cuál sea esta propiedad universal de los campos físicos generales y cómo se actualice en conciencia en las unidades de todos los niveles de integración (contrapuestas en cuanto tales al todo en evolución) es un

5. Necesariamente de la misma naturaleza física que un campo físico general, inorgánico.

problema que parece fuera del horizonte teórico de la biología evolucionista, al menos lo está del mío propio, y que esta ciencia plantea a la física; problema cuya resolución puede contribuir a una interpretación más unificadora del universo (en la que la conciencia resulte de otra propiedad general) y, de añadidura, permitir un futuro avance cualitativo en la comprensión del ser vivo.

Así, pues, deseo puntualizar que esta inducción de que la conciencia y libertad constituye una propiedad general de la realidad, definidora de los individuos de cada uno de los sucesivos niveles, agentes de la evolución no sólo biológica sino cósmica, debe ser considerada un corolario básico de la biología que deducimos de su desarrollo científico pero que no podemos aún incluir en éste. Es decir, podemos referir la facultad de experiencia de los organismos de un nivel a la de los de otro nivel, pero no dar cuenta de ella por una propiedad de todo campo circunscrito en sí, necesariamente referible a una propiedad general de la realidad y, ante todo, de su propio primordio. Me parece que éste es un límite infranqueable para mí, y tal vez para la ciencia en el grado actual de su desarrollo; pero que no debe serlo para su progreso futuro que debe procurar conscientemente rebasarlo, para impedir que en el corolario se vaya instalando, más o menos solapadamente, una nueva encarnación del dualismo (la inercia opuesta por lo que se cree saber, sin saberlo) que esterilice un tiempo el avance del pensamiento, como hoy lo hace el pensamiento aristotélico, que tan fecundo y verdadero fue en su momento.

Somera reflexión sobre la crítica científica*

La preocupación constante del hombre de ciencia es avanzar tanteando por tierra desconocida, percibir en la realidad nuevos procesos y buscarles una explicación conforme con todo lo pertinente que creemos saber. El científico verdadero parece estar siempre desgarrado por dos tendencias contrarias: por una parte, su pasión por conocer le imprime audacia intelectual; pero, por otra, esta audacia con frecuencia le aísla, y la misma pasión por la verdad que le impulsó arriesgadamente a avanzar le llena entonces de una temerosa perplejidad íntima, hasta organizar una base segura de pensamiento bien confirmado que permita osar un nuevo avance. De este modo, el proceso de un hombre de ciencia —e integradamente el de la ciencia misma— está conducido por esos dos latidos alternos de creación y de crítica, de los cuales voy a ocuparme del segundo.

Me parece que el hombre de ciencia puede percibir

* Artículo publicado en *Tiempo*, núm. 18, 13 de septiembre, 1982.

con más o menos claridad cuándo la investigación ajena o propia está orientada realmente hacia la verdad. El criterio más seguro de verosimilitud (nunca de certeza) consiste en que el esfuerzo por dominar un campo concreto plantee nuevos problemas que se perciban resolubles y, a la vez, corrija el pensamiento establecido y contribuya a hacerlo más general y coherente. Pero, dada la inseguridad y limitación forzosas de toda la etapa del pensamiento humano, cuando pensemos estar ante un avance científico efectivo, siempre ha de planteárenos una nueva sana duda, a saber: ¿qué es lo que en él apunta a la verdad y qué lo erróneo capaz de dificultar el ulterior progreso? Escrúpulo muy fundado, dado que un avance profundo se suele recurrir a hipótesis que, luego, la necesidad humana de apoyarse en conocimiento estable termine considerando hechos confirmados, y la consiguiente proliferación de prejuicios puede detener o desorientar el progreso inicial efectivo. El investigador, pues, al estudiar lo ajeno y, sobre todo, lo propio debe esforzarse en distinguir objetivamente la zona de luz, para apoyarla y desarrollarla fielmente con su razón, de la de penumbra (de mera luz refleja) que puede extraviarle, y en concretar el límite entre las dos zonas, lo que, a su vez, determina un avance de la luz tanto mayor cuanto más profunda sea la crítica.

Hay que procurar que este ejercicio crítico, en lucha con el propio prejuicio, no embote en el investigador la audacia creadora ni le proporcione una confianza excesiva. El ejercicio de la crítica debe precisarnos el valor de nuestra verdad actual ganada en el proceso multitudinario de la ciencia —el valor relativo de dos aseveraciones científicas se mide por la extensión relativa de los campos de fenómenos a los que cada uno satisface— y, a la vez, darnos conciencia clara de lo limitado de nuestro conocimiento. Podemos apenas imaginar la sorpresa deslumbrada de sabios auténticos —por ejemplo, de Einstein y de Bohr empeñados

en su famosa polémica— si milagrosamente hubiesen tenido acceso a la verdad absoluta, en la que se resuelve no sólo su pensamiento contradictorio, sino toda contradicción. ¿A qué minúscula parcela de la verdad habrían quedado reducidos, ante ellos, los cabos de verdad relativa defendidos por uno y otro?

Resulta, pues, claro que, en el duro debatirse con el pensamiento científico en marcha que es la genuina crítica científica, no cabe el recurso a la verdad absoluta (consustancial con el proceso del universo que modela todas las particularidades) ni, menos, a verdades absolutas, sino a verdades relativas, cuyo valor y sentido sólo pueden apreciarse en el contexto de la cultura humana de la que han ido surgiendo. Quizá ningún tipo de trabajo imponga la solidaridad, básica de toda actividad humana, como el científico, en sus dos vertientes, creadora y crítica. Percibe agudamente que labora con hebras del pasado y que las propias útiles, si las ha hilado, sólo adquirirán anónimamente realce colectivo en la pesquisa tras la verdad de las futuras generaciones (hoy tan peligrosamente amenazadas en su misma existencia), generaciones cuya realización, en una Humanidad cada vez más obligada a resolver sus conflictos en cooperación, es lo que da su sentido trascendente a la ciencia.

Anthropos Editorial del Hombre desea manifestar su agradecimiento a *El País*, Ediciones Alfaguara y a la revista *Tiempo*, quienes han facilitado la publicación de estos apéndices.

Índice

Breve introducción	7
CAPÍTULO PRIMERO. LA ACCIÓN Y EXPERIENCIA HUMANAS (EL TRABAJO Y EL PENSAMIENTO). EL DESARROLLO PRE- CIENTÍFICO DE LA ACCIÓN Y EXPERIENCIA HUMANA: EL CO- NOCIMIENTO EMPÍRICO	
La acción y la experiencia humana: el trabajo y el pensamiento	11
Las leyes generales de la evolución humana .	23
Notas al Capítulo primero	34
CAPÍTULO II. EL SURGIMIENTO DE LA CIENCIA COMO ACTIVI- DAD SOCIAL DIFERENCIADA. LA CIENCIA EXPERIMENTAL Y LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL	
El origen de la ciencia como actividad diferen- ciada	41
Los condicionamientos históricos de la ciencia moderna	44

Desde los conocimientos empíricos a la ciencia experimental	51
De la clasificación empírica a la propia de la ciencia experimental	64
Influencia sobre la sociedad de la ciencia experimental	71
Notas al Capítulo II	76
 CAPÍTULO III. ETAPA DE SOMETIMIENTO DE LA CIENCIA A LA INICIATIVA EMPRESARIAL. RECAÍDA DE LA INVESTIGACIÓN EN EL EMPIRISMO	
La etapa inicial de desarrollo de la ciencia experimental	91
La causa interna de la crisis actual de la ciencia experimental	98
La causa externa de la crisis de la ciencia experimental	102
Consecuencias de la sumisión de la ciencia a los objetivos de la actividad productiva	107
Notas al Capítulo III	118
 CAPÍTULO IV. LA CIENCIA COMO GUÍA DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA. LA CIENCIA EVOLUCIONISTA Y LA SOCIEDAD FUTURA	
El estado actual de los conocimientos exige elevarse a un nuevo tipo de problemas	121
La problemática de la ciencia evolucionista ..	126
La repercusión y sentido social de la ciencia evolucionista	139
Notas al Capítulo IV	142

APÉNDICES

En el milenario de Avicena	147
Reflexiones desde el pensamiento evolucionista sobre el estado de la ciencia actual ..	153
El desplazamiento del dualismo con el avance del conocimiento	165
Somera reflexión sobre la crítica científica ..	175