

## LA CIENCIA INGLESA A TRAVES DE SIETE SIGLOS

Para brindar una exposición aunque sucinta de la Ciencia inglesa, a través de siete siglos, necesitaríamos centenares de páginas dado el gran número de hombres e ideas importantes. Debido al espacio asignado a esta publicación, nos vemos obligados a ofrecer una visión sintética y general, de modo que mencionaremos sólo las figuras más eminentes, prefiriendo indicar —más que personas— sus *ideas* y los pensamientos que han cambiado la faz del Mundo, por tratarse para nosotros menos del adelanto de Inglaterra, que del progreso que debe la humanidad entera a ideas nacidas en Gran Bretaña. Además de las ideas y de su realización, nos interesa el método aplicado por la investigación científica, y veremos que éste es muy similar, desde Rogelio BACON (en el siglo XIII) hasta Alejandro FLEMING, el descubridor de la Penicilina en nuestros días. Se trata, pues, de seguir esta admirable UNIDAD de PENSAMIENTO y MÉTODO que corre, como encadenado, desde la oscuridad medieval hasta hoy en día. Elegiremos el orden cronológico para nuestro paseo a través de las centurias, reuniendo los siglos XIII y XIV en un solo capítulo, en el que resplandece la figura máxima de Rogelio BACON, apodado “el Doctor Admirabilis”.

### A) LAS ULTIMAS CENTURIAS DE LA EDAD MEDIA

Nos planteamos la cuestión de cómo ha podido surgir, casi de la nada, casi sin precursor, un genio tan extraordinario co-

mo ese monje franciscano. Durante un milenio (aproximadamente desde el año 200 hasta 1200) reinó la oscuridad. Después de GALENO, último representante genial de la ciencia helenística que murió en 201, no se encuentra en Occidente, durante diez siglos, a nadie que se haya dedicado a estudios que merezcan el nombre de científicos. Sí; hubo, en particular en Boloña, algunos glosadores que comentaron obras de Derecho Romano. Pero nadie se dedicó a investigar las plantas, los animales, el cuerpo humano, ni tampoco las matemáticas, la astronomía. En materia de ciencias naturales se copiaba, durante un milenio, al crédulo PLINIO que había vivido en Roma (desde el año 23 al 70), bajo los primeros Emperadores; y también las reproducciones de las figuras (dibujos de plantas, de animales, etc.) pasaban, de mano en mano, resultando cada vez peores y llegando a ser, al fin, irreconoscibles. Estos mil años constituyen un período de *ausencia total de observación* de la naturaleza. ¿Quién ha sido, pues, el que atacó, con toda vehemencia, tal tradición nefasta, abriendo la primera brecha al moderno método científico? Este audaz ha sido el franciscano de Oxford, Rogelio BACON, padre de la ciencia experimental. Han existido causas profundas para el resurgimiento de las ciencias, después de un sueño milenario. Las principales de estas causas, lejanas, complejas y múltiples, son: 1º las irradiaciones de la cultura oriental (la de los pueblos de habla arábiga), llamada por Oswaldo SPENGLER cultura “mágica”, desde el siglo noveno hasta el trece, cultura en ese entonces muy superior a la occidental; los focos de irradiación más importantes fueron España y Sicilia. 2º la figura emocionante de San Francisco de Asís quien enseñó, con su propia vida —al lado de la pobreza y dulzura— el amor a la naturaleza, al “hermano árbol”, lo que provocó una mayor y mejor observación de la naturaleza. 3º por fin (pero en menor escala) las Universidades más antiguas, particularmente las de Boloña, París y Oxford, fundadas en los siglos XI y XII, y centros de la escolástica. Sin embargo, estas tres causas generales no habrían podido ocasionar el despertar de la ciencia

occidental de su sueño milenario, sin el genio de Rogelio BACON (1214-1294), autor del "Opus maius". Está considerado como el "Profeta de la Ciencia", por haber comprendido el enorme valor de la observación sistemática de la naturaleza y del experimento. Combatió el oscurantismo de sus contemporáneos y la idolatría de las obras de Aristóteles, que se estudiaban en traducciones llenas de errores. Por cierto, el franciscano admiraba el Aristóteles de la Antigüedad; pero menospreciaba mucho al aristotelismo de su época, y aunque discípulo de los sabios árabes, particularmente de Avicena, no esperaba nada del método escolástico. Habría sido contrario al genio tan excepcional de Rogelio BACON no reconocer la importancia trascendental de un espíritu tan penetrante en las profundidades del pensamiento y, al mismo tiempo, tan amplio y vasto en su universalidad, que admiramos hasta hoy en día en las obras del Estagirita; sin embargo, sabía distinguir, de manera clara y concisa, entre el pensamiento auténtico de Aristóteles y lo que los escolásticos habían hecho, interpretando erróneamente sus ideas. Exclamó: "Cesad de estar dirigidos por dogmas y autoridades: ¡mirad al MUNDO!". Tenía, además, sus propios conceptos, en su mayor parte muy originales, debidos a una intuición como la encontramos raras veces en el transcurso de las centurias. Atribuía la languidez del espíritu humano a cuatro causas: la autoridad de los ejemplos, el respeto por la costumbre, la complacencia por las opiniones del vulgo y el orgullo de la falsa ciencia: y tales "ídolos" combatía durante toda su vida. Una reforma le parecía urgente, proponiendo los medios siguientes. Se debe comenzar por un estudio más profundo de las lenguas, para no tomar como fundamento de sus conocimientos, doctrinas desfiguradas por malas traducciones. El segundo medio de llegar a la verdad debe ser buscado en las matemáticas. La óptica que estudió profundamente, sería el tercer medio; entendió ya la acción de las lentes, proponiendo su uso como anteojos, y pre-dijo la invención del microscopio y del telescopio. Sin embargo, el cuarto medio y el más revolucionario y de aplicación

universal, es la *experiencia*, esta maestra de los conocimientos especulativos. La experiencia es la única que prueba o verifica las proposiciones científicas, alcanza y manifiesta hechos que ningún razonamiento habría podido revelar; en fin, saca del pasado y del presente la previsión del porvenir. En estos rasgos se reconoce, con plena claridad, el *método inductivo*. Pero para comprender el vuelo de su genio, es menester escuchar, textualmente, algunas de sus propias palabras: “Máquinas para navegar son posibles sin remeros, de modo que grandes buques, adaptados al río u océano y guiados por un solo hombre, puedan ser llevados con mayor velocidad que si estuvieran llenos de hombres. De igual modo, carros pueden ser contruídos de manera tal que, sin tracción animal puedan ser movidos “cum impetu inestimabili”, así como suponemos los carros de combate escitas de la antigüedad. Y máquinas aptas para *volar* son posibles, de modo que un hombre pueda estar sentado en el centro, moviendo algún mecanismo, mediante el cual alas artificiales pueden batir el aire de la misma manera que un pájaro”.

Al lado del genio visionario que profetizó el buque a vapor, el automóvil y el avión, bastará mencionar a su contemporáneo BARTHOLOMEW de Inglaterra, franciscano como Rogelio BACON, autor del tratado “On the property of things” (“De la propiedad de las cosas”); su obra que contiene muchas referencias a las tres clases de alma de Aristóteles (“vegetativa”, que da vida, mas no sensibilidad, como en las plantas; “sensibilis”, que da vida y sensibilidad, mas no razón, en las bestias torpes; y “rationalis”, que da vida, sensibilidad y razón a los seres humanos), fué traducida del latín al inglés por John de Trevisa (alrededor del año 1400). Medio siglo después de Rogelio BACON, vivió otro franciscano inglés, Guillermo de OCCAM (1270-1349). uno de los mejores filósofos escolásticos, conocido como “el Doctor Invencible”; es autor de un tratado de Lógica, y se le atribuye la sentencia. “No se debe multiplicar las entidades más allá de lo necesario”; esta “Ley de la parsimonia” (llamada también la “Navaja de

Occam”) es fundamental para la Lógica de la Ciencia. Otro célebre teólogo inglés, contemporáneo de OCCAM, ha sido DUNS SCOT, (1274-1308), apodado “el Doctor Sutil”, quien enseñó en la Universidad de París; como intérprete de la filosofía escolástica, fué defensor del “Realismo”.

## B) RENACIMIENTO Y HUMANISMO

Los siguientes siglos XV y XVI marcan una época de transición en la que se fortalecieron algunas máximas básicas de Rogelio BACON, relativas al valor decisivo del experimento; entraron también en Inglaterra las ideas del Renacimiento y del Humanismo. La figura más interesante de los hombres de ciencia de aquella época fué, sin duda, el doctor Guillermo GILBERT (1540-1603), médico de la Reina Isabel y filósofo de Colchester (ciudad en el contado de Essex). Fué el primer discípulo importante de Giordano BRUNO (1548-1600); ambos compartieron las ideas de Copérnico sobre la amplitud infinita del Universo. Giordano BRUNO defendió esta tesis en su profunda obra “De l’infinito universo”, que publicó en Londres en 1584; GILBERT tituló su obra “Sobre la tierra considerada como un imán: una nueva Fisiología”. Las ideas tanto de BRUNO, como de GILBERT fueron, en el siglo XVII, sostenidas por Galileo y por Kepler. Pero había en aquella época también en Inglaterra investigadores importantes en materia de zoología, como Guillermo TURNER (1510-1568) y Tomás MOUFET (1553-1604). El primero publicó, después de largos viajes por el Continente Europeo el primer libro de ornitología, escrito con espíritu científico moderno; era, además, un excelente botánico. Tomás MOUFET, viajando por Italia, España, Francia, Suiza, Alemania y Dinamarca, hizo investigaciones originales en materia de insectos, y publicó la obra maestra “Teatro de los Insectos”; se distingue su trabajo también por los dibujos. Fué MOUFET el primero que empleó el término “metamorfosis” en sentido zoológico, habiéndolo popularizado; vocablo

que Ovidio había dado como título a su fino poema en el que relata leyendas de milagrosas transformaciones.

### C) EL SIGLO XVII

El siglo XVII es talvez la época más revolucionaria en diversas ciencias; mencionaremos solamente a los hombres-cumbres; el segundo BACON (Francisco Lord Verulam); luego el padre de la Biología moderna, Guillermo HARVEY; el físico y químico Roberto BOYLE; el microscopista clásico Roberto HOOKE; el brillante pensador John LOCKE; Guillermo PETTY, el padre de la estadística vital, y, por fin, el más célebre de todos, Isaac NEWTON. Tres circunstancias han contribuído considerablemente a los grandes progresos de varias ciencias: 1º los inmensos adelantos alcanzados en el *arte de imprimir*, introducido en su forma primitiva a mediados del siglo XV, de modo que su desenvolvimiento técnico no solamente contribuyó a perfeccionar los productos de la imprenta, sino además a multiplicar considerablemente su número y a bajar los costos de producción de libros y folletos, lo que permitió su adquisición por todas las capas sociales, incluyendo la campesina. La imprenta constituye, al mismo tiempo, uno de los primeros ejemplos de substitución del trabajo de MANO, por medios MECÁNICOS, en interés de la exactitud de la ejecución, así como también en interés de la reducción del coste; mediante la producción en masa, desenvuelve un nuevo y superior producto. 2º La invención del *microscopio*, precedida por diversos lentes de aumento, usadas por Rogelio BACON y Leonardo da VINCI; a fines del siglo XVI, un holandés acertó a reunir una lente convexa y una cóncava en un tubo, combinación que los físicos llaman hoy "microscopio de Galileo" y recibiendo, durante las centurias, siempre mayor perfección, ha tenido incalculables consecuencias sobre las subsiguientes investigaciones biológicas. 3º La fundación de las primeras sociedades científicas, como la "Academia dei Lincei" (1609) en Italia, y la

“Royal Society de Londres” (Sociedad Real de Londres) (1660) en Inglaterra, introduciendo mediante el intercambio de ideas y publicaciones científicas la colaboración de hombres de ciencia de diversos países.

Francisco BACON, Lord Verulam (1561-1626), canceller de Inglaterra, fué discípulo del Doctor GILBERT; gran jurista y profundo pensador, predicó (como el franciscano Rogelio Bacon) la observación y el experimento. Las más importantes de sus obras son: los “Ensayos” (1597) que dieron origen a todo un género literario; un relato utópico “La nueva Atlántida”; luego el “Novum Organum” (1620), y, por fin, una revisión de esta última obra, la “Instauratio Magna” (1623) que constituye un nuevo método de saber humano. Francisco BACON es uno de los grandes promotores de la mentalidad de los tiempos modernos por haber contribuido poderosamente a darle su dirección e inspirarle confianza en su destino. Sus rasgos más característicos son: desdén por la Escolástica medieval, fe en la razón, creencia en el progreso, respecto por los hechos, amor a la naturaleza y pasión por la utilidad. Él escribió: “El Novum Organum es aquella de mis obras a la cual atribuyo más valor”. Dándole este título, anunciaba atrevidamente su intención de destronar el “Organon” de Aristóteles, al que llamaba el dictador de las ciencias. Un pensamiento general inflamó el espíritu de BACON; es el de una reforma universal de las ciencias y de la filosofía que las abarque a todas; que en el grandioso monumento a construir, él debiera servir de arquitecto, al mismo tiempo que de obrero. La última parte de la “Instauratio Magna”, que podríamos llamar el coronamiento de toda la obra, debía ofrecer la ciencia “activa”, es decir la ciencia, tal como ella debe ser para obrar sobre los destinos de la humanidad; era el resumen de todas las investigaciones, el producto de todos los métodos, la filosofía, en una palabra, definitiva. Según sus ideas, la ciencia se convierte de especulativa en operativa, lo que llama Macaulay una filosofía “fructífera”, y no solamente “lucífera”, más tarde continuada por los pensadores del utilitarismo. En el

“Novum Organum” previno BACON a los hombres respecto a sus cuatro famosas clases de “ídolos”, falsas nociones de las cosas y caminos equivocados de la observación de la naturaleza: los ídolos de la TRIBU (falacias inherentes a la humanidad entera); ídolos de la CAVERNA (nuestros prejuicios privados y particulares); ídolos del MERCADO (errores provenientes de sistemas de pensamiento heredados), y, por fin, ídolos del TEATRO (errores que derivan de la influencia de meras palabras sobre nuestras mentes). El mundo le debe algunas concepciones de gran importancia para el progreso de la ciencia: 1º anticipó la discusión crítica que caracteriza a la ciencia moderna; 2º al impulso de sus escritos se debe la fundación de la “Sociedad Real de Londres”. El campo que comprenden sus observaciones, sugerencias e investigaciones es sumamente extenso y casi universal; abarca también las ciencias jurídicas, la medicina y la psicología. En materia del Derecho, sus ideas de codificación contribuyeron a inspirarle una introducción a la legislación, conocida bajo el título: “De la Justicia Universal y de las Fuentes del Derecho”. En medicina ya ha concebido la idea avanzada de la anatomía comparada y de la anatomía patológica. También en el campo de la psicología ha sido poderosa la influencia de Francisco BACON. El principio básico de la filosofía de John LOCKE que todas nuestras ideas sean el producto de sensaciones, se halla implícito en el “Novum Organum”. El testamento de Francisco BACON contiene, entre disposiciones como la fundación de dos cátedras de “Filosofía Natural” en Oxford y Cambridge, una noble invocación a las generaciones venideras: “Lego mi nombre y mi memoria a la opinión de los hombres caritativos, a las naciones extranjeras y a las edades futuras”. La posteridad ha comprendido mejor que sus contemporáneos, la importancia trascendental de Francisco BACON para la evolución del pensamiento humano, y en particular para el adelanto de las ciencias naturales. Roberto BOYLE, nacido en el año en que Francisco BACON murió, invoca en sus numerosos escritos a “nuestro gran Verulam” (“our great Verulam”). El



poeta Abraham COWLEY que celebra en una oda la institución de la "Sociedad Real", saluda en BACON al "nuevo Moisés que lleva a los humanos a la tierra prometida de la sabiduría". Una autoridad de la ciencia, como Pedro GASSENDI, compara las eminentes figuras de BACON y DESCARTES, encontrando como rasgos característicos comunes: el disgusto por la escolástica, la severidad para con Aristóteles. la fe en la razón, una confianza personal en la fuerza y en la misión del genio. Ambos grandes hombres representan los tipos especulativos del genio revolucionario.

Un crítico tan riguroso como VOLTAIRE escribió en 1733 sobre Bacon: "Construyó el andamio de un edificio inmenso y dejó a otros el cuidado de construir el edificio... BACON no conocía aún la naturaleza; pero sabía e indicaba todos los caminos que conducen a ella... Es el *padre de la filosofía experimental*". De la misma manera lo llama Esteban CONDILLAC en su "Historia moderna". La simpatía de estos grandes pensadores franceses por BACON, se comprende bien si se tiene en consideración sus doctrinas liberales, llenas de tolerancia, poniéndose contra toda intervención de la fuerza en el gobierno de las conciencias, reconociéndole sólo a la RAZÓN el imperio en el dominio de la filosofía y reclamando para la ciencia una absoluta *independencia*. Rebelde a la autoridad, siempre ha opuesto las cosas a las palabras, rectificando el pensamiento por la percepción y la percepción por la experimentación, prefiriendo la observación a la especulación e inaugurando, de tal modo, la filosofía del Realismo. En resumen, por haber apresurado BACON la marcha del espíritu del descubrimiento, ha sido el heraldo de las ciencias experimentales; la perspectiva de sus progresos excita su entusiasmo. Concibe una justa idea de su método, de su poder y de sus destinos futuros. Dotado de una brillante intuición, merece ser llamado el "PROFETA de la RAZÓN".

Guillermo HARVEY (1578-1657), educado en la célebre Universidad de Cambridge, siguió sus estudios durante cinco años en Padua, volviendo después a Inglaterra, donde dietó la cá-

tedra de Anatomía en el Real Colegio de Médicos de Londres. Las notas de su primer curso ponen de manifiesto que ya había concebido la idea del movimiento circular de la sangre; sus lecciones abarcan las doctrinas más revolucionarias. Al comienzo había observado el corazón de los animales de sangre fría, por tener ellos latidos más lentos, cuyo funcionamiento se controla más fácilmente. Algunas de sus observaciones habían sido efectuadas ya por sus precursores, entre ellos GALENO (130-201) y Miguel SERVET (1511-1553), víctima del fanatismo de los calvinistas quienes, en Ginebra, lo quemaron en la hoguera. Sin embargo, ninguno como HARVEY (en su "Disertación anatómica sobre el movimiento del corazón y de la sangre", 1628) había reunido las observaciones en orden lógico. Galeno y otros investigadores, como Leonardo da Vinci, Miguel Servet, Andrés Vesalio y hasta René Descartes, pensaban que la sangre irrigara el cuerpo; HARVEY, por el contrario, observó que la sangre no se escurre lentamente, sino que pasa formando un fuerte torrente. La obra de Harvey es, pues, no sólo el punto de partida de la fisiología moderna, sino también el primer mojón en el camino de la racionalización del pensamiento biológico.

Y este eminente investigador que ha aplicado el método experimental, tantas veces elogiado por Rogelio Bacon y por Francisco Bacon, primero con ranas, luego con mamíferos y, en última instancia, en el brazo de un hombre vivo, no sólo se contentó descubrir el movimiento circular de la sangre, sino que también tuvo ideas geniales en materia de *embriología*; escribió, en 1628, sobre la ley biogenética que "la naturaleza pasa, mediante etapas semejantes, en todos los animales —a través de formas de huevo, gusano, embrión— adquiriendo gradualmente mayor perfección en cada una de ellas". En su obra publicada en 1651 "De generacione animalium", afirma proféticamente "EX OVO OMNIA" (=todos los seres proceden de un huevo), destacando la importancia del huevo en el proceso de la generación.

Pasando ahora de la Biología a la Física, nos ocuparemos de las dos grandes figuras de BOYLE y NEWTON. Roberto BOYLE

(1627-1691), físico, químico y brillante experimentador, del cual procede la palabra "célula" de nuestra nomenclatura científica, descubrió la absorción del oxígeno por la combustión y perfeccionó la máquina neumática. El célebre Isaac NEWTON (1642-1727), miembro de la "Sociedad Real de Londres", descubrió las leyes de la gravitación universal, explicó la descomposición de la luz e hizo progresar considerablemente las matemáticas. En el vasto campo de las Ciencias Sociales resplandece el profundo pensador John LOCKE (1632-1704), que se había formado en Oxford, autor del "Essay concerning Human Understanding" (Ensayo sobre el entendimiento humano) (1690), tomó como principio fundamental de su filosofía el axioma de que todas nuestras ideas sean, en última instancia, el producto de *sensaciones*; defendió en sus múltiples publicaciones la tolerancia y el liberalismo y fué, merced a sus originales ideas políticas y sociales, el creador del moderno Derecho Público y, en particular, precursor inmediato de Montesquieu y de la célebre doctrina de la "Separación de los *tres poderes*" (\*). En Derecho Internacional, John SELDEN (1584-1654) publicó (en 1625) su "Mare Clausum", oponiéndose con gran vigor al "Mare Liberum" del renombrado holandés Hugo GROECIO (defendido en su obra "De jure belli ac pacis").

#### D) EL SIGLO XVIII

El siglo XVIII fué más un siglo de especulaciones filosóficas que de ciencias exactas; son los filósofos Montesquieu, Voltaire, Diderot y Rousseau los que prepararon la Revolución Francesa, y no los matemáticos y biólogos. También en Inglaterra los hombres de ciencia e investigadores son menos importantes que en el siglo XVII. Sin embargo, un químico y físico como José PRIESTLEY (1733-1804) —por lo demás gran

---

(\*) Vea: *El Padre de cuatro Ciencias modernas y de la Democracia* del Dr. Roberto RÍOS. (Revista de la Univ. de San Francisco Xavier, Central de Bolivia, Sucre, 1942; pág. 8 y siguientes).

partidario de la Revolución Francesa— descubrió el fenómeno de la respiración de los vegetales, demostrando en su obra “Experiments and observations on different kinds of air” (Experimentos y observaciones sobre diferentes clases de aire) (Londres, 1774) que las plantas sumergidas en agua emiten oxígeno, observando igualmente que este gas es necesario para el mantenimiento de la vida animal. El geólogo James HUTTON (1726-1797), en su “Theory of the Earth” (Teoría de la Tierra) (1795) interpretó los estratos geológicos en el sentido de que alguna vez habían sido lechos de mares, lagos, pantanos, etc.; Carlos LYELL (1797-1875), gran geólogo del siglo XIX, continuó el principio fundamental de que las rocas se forman, actualmente, por sedimentación en los mares y los ríos. El astrónomo Edmundo HALLEY (1656-1742) es autor de admirables obras sobre los cometas. El sabio médico Eduardo JENNER (1749-1823) descubrió la vacuna antivariólica; se le debe gran número de obras sobre la vacunación.

En el campo de la maquinaria técnica, el renombrado mecánico escocés James WATT (1736-1819) concibió en 1775, perfeccionando una máquina de Tomás Newcomen, la primera máquina de vapor con condensador separado, utilizando el vapor de agua como fuerza motriz y se le debe igualmente otros inventos, como el de la calefacción a vapor, de una prensa para copiar dibujos, de un nuevo modelo de su máquina de vapor, provista de movimiento rotatorio, de un regulador e indicador de dicha máquina; fué también el primero en establecer la unidad del “caballo-fuerza”. Pero para nosotros se trata mucho menos de enumerar ciertos adelantos técnicos que contribuyeron a aumentar el rendimiento del trabajo y a disminuir los costos de producción, sino más bien de reconocer el camino mediante el cual James WATT ha podido adquirir a la humanidad un dominio más amplio de las fuerzas de la naturaleza. Su grandeza estriba en el hecho admirable de haber vencido todos los obstáculos de su cuerpo débil y de su situación económica tan precaria, por una voluntad férrea e inquebrantable y un ingenio inventivo extraordinario, uniéndolo a su

intuición innata la aplicación tenaz y sistemática del método experimental, preconizado por los dos BACON. Para esbozar muy brevemente la evolución de la idea del empleo del vapor, mencionaremos al célebre físico y matemático HERÓN de Alejandría, quien ya en el segundo siglo después de Jesucristo, en su obra "Neumática" desarrolló al respecto ciertos aspectos básicos, como la construcción de una pequeña turbina de vapor, dejándolo escapar por dos boquillas conectadas tangencialmente, pero colocadas en direcciones opuestas. Sin embargo, la gran mayoría de los hombres de ciencia de la Antigüedad greco-romana miraban la ciencia como un fin en sí, despreciando su aplicación práctica; buscaban la *verdad*, y no el progreso técnico y, por ende, material del género humano. Empero los hombres del gran Renacimiento quienes en tantos campos admiraron e imitaron a sus precursores antiguos como modelos, dirigieron sus esfuerzos hacia fines más *prácticos*; después de experimentos con una bomba con tubo aspirante, realizados en Florencia en presencia de Galileo. TORRICELLI descubrió, en 1643, que el aire tiene peso, y que la columna de agua en la tubería aspirante era mantenida por la presión atmosférica. El ya citado BOYLE continuó las investigaciones relativas al volumen de los gases, y el célebre francés DENIS PAPIEN, también miembro de la "Sociedad Real de Londres", inventó a fines del siglo XVII una máquina de vapor, usando una combinación de pistón y cilindro. Tomás SAVERY, natural de Devonshire, construyó por entonces una máquina de vapor que no implicaba el uso de pistón y cilindro y Tomás NEWCOMEN, un herrero natural también de Devonshire, una máquina operada por la presión atmosférica, actuando sobre un pistón en un cilindro vertical. Este era el estado técnico en que se encontraba la humanidad, cuando James WATT inventó el condensador separado, después de haber intentado numerosos experimentos. Por supuesto, le ayudó sumamente haber vivido en una época que necesitaba urgentemente sus inventos, brindándole así la oportunidad para desarrollar sus dotes especiales con la máxima eficiencia. Podríamos aplicar una observa-

ción hecha por Macauley acerca de Isaac Newton, con igual exactitud a James WATT: “Felizmente el espíritu del tiempo en que su lote fué lanzado, dió una acertada dirección a su mente, y su mente reaccionó, con redoblada fuerza, sobre el espíritu de su tiempo”. Aplicando su máquina de vapor, en primer lugar, a las máquinas de hilar, y luego a los telares, molinos de algodón y varias otras fábricas, particularmente de la industria metalúrgica, desencadenó una verdadera *revolución industrial*, primero en Inglaterra y después en todo el mundo.

En el campo de las ciencias sociales inició la avanzada escuela de los filósofos utilitarios, el célebre escocés Adán SMITH (1723-1790), padre de la economía política y autor de la obra clásica “Investigaciones sobre la naturaleza y las causas de la riqueza de las naciones” (1776). Los puntos esenciales de su doctrina son: considera el trabajo como fuente de la riqueza; basa el valor sobre la oferta y la demanda; libera el comercio de todas las restricciones, estableciendo así la libre competencia y un *individualismo desenfrenado*. La consecuencia de sus doctrinas son tanto progresos industriales, como — al otro lado— excesos del capitalismo, combatidos por diversos sistemas colectivistas y por el *JUSTICIALISMO*.

Una transición del siglo XVIII al XIX constituye Erasmo DARWIN (1731-1802), por haber publicado su obra “Zoonomía; las leyes de la vida orgánica” en los últimos años del siglo XVIII; es, además, abuelo de Carlos DARWIN, famoso biólogo del siglo pasado. Este último había recibido del Reverendo T. R. MALTHUS (1766-1834), autor del “Essay on Population” (Ensayo sobre la población) (1798) sugerencias de gran valor acerca de las concepciones de la “Lucha por la existencia y de la supervivencia del más apto”; Malthus expone las dificultades originadas por la superpoblación, estableciendo el conocido principio de que las poblaciones crecen en progresión geométrica, mientras que los medios de subsistencia aumentan, en el mejor de los casos, sólo en progresión arit-

mética; sostenía, por consiguiente, que se debe “regular” la población, a fin de reducir la miseria.

#### E) EL SIGLO XIX

Carlos DARWIN (1809-1882), hijo y nieto de médicos, ha estudiado la flora y fauna de diversos continentes y también de islas aisladas (como de las Galápagos y de Santa Elena), habiendo acompañado las expediciones científicas del “Beagle” (1831-1836) y del “Challenger” (1872-1876), la última nave provista de aparatos de sondeo; estas investigaciones submarinas significaron el nacimiento de la Oceanografía. Algunos de los resultados científicos más importantes de su primer viaje aparecieron en el “Journal of Researches” (Diario de Investigaciones). En su vejez escribió Darwin: “El viaje ha sido el acontecimiento más importante de mi vida. Le debo la verdadera ejercitación de mi intelecto. La investigación de la geología en todos los lugares visitados fué en particular importante. Al examinar por primera vez una región, nada se presenta como más desesperanzado que el CAOS de las ROCAS; pero analizando, en muchos puntos, la estratificación y la naturaleza de las rocas y los fósiles, comienza a hacerse la luz y se convierte en más inteligible la estructura de todo el conjunto. Llevaba conmigo el valioso primer volumen de “Principles of Geology” de LYELL, habiéndome resultado este libro de mayor utilidad”. La extraordinaria riqueza de formas peculiares en las islas oceánicas (como Santa Elena, las Galápagos y, en el Océano Índico, las islas Mauritius y Reunión) y sus diferencias respecto a las zonas continentales vecinas, se hallan entre los fenómenos más llamativos de la distribución de los seres vivos. Estos hechos promovieron el pensamiento de Darwin sobre el origen de las especies, sugiriéndole la solución del problema. Después del viaje del “Beagle” (1837), Darwin fué reconocido como un concienzudo naturalista, notable por la amplitud general de sus ideas. Rea-

lizó interesantes trabajos sobre diferentes animales, geología y, en particular, los arrecifes de corales (1842). Agudo observador, escribió lo siguiente: "Cuando me hallaba a bordo del "Beagle", me impresionaron fuertemente la distribución de los seres vivos de la América del Sur y las relaciones geológicas entre los habitantes actuales y los del pasado. Estos hechos parecían arrojar cierta luz acerca del origen de las especies. Se me ocurrió, además, que algo podría hacerse para la solución de este problema, acumulando toda clase de hechos que pudiesen tener relación con el mismo. Inicié mi primer libro de notas en 1837. En 1838 leí la obra de Malthus sobre la población. Hallándome preparado para apreciar la lucha por la existencia que tiene lugar en todas partes, me impresionó el hecho de que las variaciones favorables tendrían tendencias a conservarse, en tanto que tenderían a desaparecer las desfavorables. El resultado sería la formación de nuevas especies. Poseía, por fin, una teoría con la cual podría trabajar. Después de cinco años de trabajo, redacté algunas breves notas; las amplié en 1844, esbozando las conclusiones que me parecían probables. Desde esa época hasta ahora (1858), he perseguido continuamente el mismo objetivo. El Sr. Alfred Russel WALLACE, que actualmente está estudiando la historia natural del Archipiélago Malayo, ha llegado casi exactamente a las mismas conclusiones generales". DARWIN *no* inició la doctrina de la evolución orgánica; pero mediante procedimientos cuidadosos persuadió al mundo científico que muchas formas orgánicas diferentes tienen un origen común y que las especies son variables. En noviembre de 1859 apareció su gran obra "Origen of Species by means of Natural Selection" (Origen de las especies mediante la selección natural); contiene algunas falacias, suposiciones y deducciones erróneas que deben ser rechazadas; confunde también a menudo dos asuntos distintos. Sobre todo el moderno desarrollo de la teoría de la herencia, particularmente el estudio estadístico de estos fenómenos que debe el mundo al primo de Darwin, Francis GALTON (1822-1911), la doctrina de las mutaciones y las generaciones y leyes mendelianas, encontradas



después de numerosos experimentos con plantas de guisantes por el monje austríaco Gregor MENDEL (1822-1884), han cambiado completamente el punto de vista de Darwin y el de sus contemporáneos. La obra fundamental de Carlos DARWIN "El origen de las especies mediante la selección natural" creó una verdadera revolución en biología y también en muchos otros dominios del pensamiento. Estaba lejos de ser nueva la idea que las especies no son constantes. Pero se había publicado, por primera vez, una obra científica, realizada por un investigador concienzudo, que brindaba una gran cantidad de *pruebas* sobre la materia. Además el libro sugería una relación biológica simple y de valor aparentemente universal, para explicar el proceso de los cambios de formas. Entre los biólogos ingleses, Carlos LYELL, J. D. HOOKER y T. H. HUXLEY aceptaron las ideas de DARWIN inmediatamente; empero en Francia el darwinismo fué recibido por la mayoría de los investigadores en forma hostil, lo que se debe en particular a la poderosa influencia de las doctrinas de Jorge CUVIER (1769-1832); su progreso se realizó lentamente. En Alemania, por el contrario, el darwinismo realizó rápidos progresos, sobre todo merced al famoso biólogo y embriólogo Ernst HÆCKEL (1834-1919), autor de la obra "El origen de la vida". En América del Sur, el famoso argentino Florentino AMEGHINO ha sido uno de los propagadores más entusiastas de las doctrinas darwinianas.

Después de haber tratado, al comienzo de todos los investigadores científicos del siglo pasado, a Carlos DARWIN, dividiremos este capítulo, debido a la gran variedad de ciencias y a su siempre creciente especialización, en los siguientes grupos: *a*) ciencias biológicas y su aplicación en la medicina; *b*) química; *c*) matemáticas y física; *d*) aplicaciones de la física y química en la agricultura y en las industrias y *e*) ciencias sociales.

*a*) En las ciencias biológicas y médicas, T. A. KNIGHT (1759-1838) hizo experimentos sobre la fertilización de las flores y estudió los "tropismos" (reacciones a la luz, al sol y al calor) y su conversión en reflejos en los animales superiores.

Sir Carlos BELL (1774-1842) y Marshall HALL (1790-1857) se dedicaron a la Neurofisiología, investigando la acción y la integración nerviosa. El botánico Roberto BROWN (1773-1858) estudió el núcleo celular y los movimientos, llamados "browniaños". El paleontólogo Ricardo OWEN (1814-1892), apodado el "Cuvier inglés", hizo investigaciones sobre los dientes de los mamíferos y restauró animales fósiles, descubiertos en capas antiquísimas. José LISTER (1827-1912), célebre cirujano, fué el primero en aplicar los descubrimientos de PASTEUR a la cirugía, creando el tratamiento antiséptico.

b) En química, Sir Humphrey DAVY (1778-1829), autor de los "Elementos de la química agrícola" (1813) descubrió el potasio y sodio e inventó la lámpara de seguridad para los mineros, que salvó la vida a millares de obreros. Miguel FARADAY (1791-1867), célebre químico y físico, descubrió la corriente de inducción, base para la construcción de motores eléctricos; luego establece la ley de las descomposiciones químicas en la electrolisis y, por fin, leyes sobre el electromagnetismo. Tomás GRAHAM (1805-1879) realizó investigaciones en coloides y cristaloides, aplicando el primer término a un estado particular de la materia. W. B. HARDY de Cambridge (nacido en 1864) perfeccionó los conocimientos en el mismo campo, estudiando especialmente la vasta y variada clase de proteínas, esenciales para el crecimiento y la reparación de la sustancia viviente, y su utilización como fuentes de energía y de calor. Sir Guillermo PERKIN (1838-1907) descubrió, en 1856, la anilina.

c) En las matemáticas y física, James MAXWELL (1831-1879) hizo una magnífica síntesis de la obra de FARADAY sobre electromagnetismo, y comparando las transacciones del Universo material con un "sistema de crédito", aplicó las leyes de la transferencia de la energía a la termodinámica. A James Prescott JOULE (1819-1889) se le debe importantes trabajos sobre la teoría mecánica del calor y la electricidad. Sir Guillermo THOMSON (Lord Kelvin) (1824-1907) investigó la energía solar y construyó instrumentos de medición, destina-

dos al estudio del magnetismo y de la electricidad. Sir José Juan THOMSON (nacido en 1856) elaboró una teoría matemática de la electricidad, por la cual recibió, en 1906, el premio NOBEL.

d) Todos estos enormes adelantos en las matemáticas, física y química, que dan al hombre el dominio de las fuerzas secretas de la naturaleza —en particular: VAPOR, ELECTRICIDAD Y PETROLEO— provocaron cambios inmensos en la agricultura, en varias industrias y en los medios de transporte y comunicación, transformando completamente la vida material y cultural del hombre. La llamada “revolución agraria” se refiere tanto a la fertilización del suelo con abonos artificiales, como a la construcción de nuevas máquinas sembradoras, inventadas por Jethro TULL y Arturo YOUNG. La revolución INDUSTRIAL es aun mucho más poderosa e intensiva. Nuevas máquinas para hilar, inventadas por James HARGREAVES, Ricardo ARKWRIGHT y Samuel CROMPTON, transformaron la industria textil, combinando la hiladera de torno y el bastidor de agua; surgieron, al mismo tiempo, considerables avances técnicos en la fundición, vaciado y forjado del hierro y en el acrisolamiento del acero; admiramos en todos estos procedimientos nuevos la transición desde la fuerza *manual*, pasando por la fuerza del *agua*, hasta la fuerza del *vapor*. El ritmo del adelanto es, por cierto, el más fuerte y veloz en la metalurgia; basta mencionar el nombre del ingeniero Enrique BESSEMER (1813-1898), famoso por su procedimiento para transformar el hierro en acero (1856). Los metales proporcionaron el material necesario para el progreso mágico de los medios de transporte y comunicación, en particular ferrocarriles, grandes buques, automóviles, aeronaves y aviones. TREVITHICK y Jorge STEPHENSON (1781-1848) inventaron, en 1804, la locomotora, adaptando la máquina de James WATT al transporte; Sir Carlos PARSONS inventó la turbina de vapor. Carlos WEATSTONE (1812-1876) ideó el *cable submarino*, como sistema de transmisión de noticias, del que se tendió, en 1851, la primera línea entre Francia e Inglaterra, a través del Estre-

cho de Calais, sin mencionar a los eminentes ingenieros que edificaron grandes canales y puentes. Algunos historiadores de la cultura opinan que precedió a la "revolución industrial" del siglo XX, la "mecánica" de las dos centurias anteriores; la expresión "revolución mecánica" me parece demasiado estrecha y prefiero llamarla "físico-química", por la importancia de la electricidad, óptica y química en las transformaciones tanto técnicas, como sociales y económicas.

e) Y con ésto llegamos a las ciencias sociales en las que desempeñaron un papel preponderante Jeremías BENTHAM (1748-1832) y John Stuart MILL (1806-1873). El gobierno, según BENTHAM, tiene cuatro finalidades principales: ocuparse de la subsistencia; fomentar la abundancia; proporcionar la seguridad y tender a la igualdad. John Stuart MILL, autor del "Sistema de Lógica" y "El Utilitarismo", ha continuado esta doctrina utilitaria y considera como principio fundamental: el deber del Gobierno de conseguir el bienestar general de la colectividad. Al lado de la doctrina del utilitarismo, creación típicamente inglesa por su orientación económica, florece la doctrina *evolucionista* que Herbert SPENCER (1820-1903), amigo y contemporáneo de Carlos DARWIN, usa para traducir la idea de un proceso general de producción de formas superiores, desarrollándose de formas inferiores; Spencer aplica sus teorías evolucionistas, fuera de la biología, también en psicología, sociología y moral, caracterizándose por sus ideas esencialmente *individualistas*.

Sin embargo, hubo en Inglaterra hombres mucho más orientados en la aplicación *práctica* de las doctrinas y en su empleo para lograr el bienestar de *todas las clases sociales* que integran una colectividad. En particular, Guillermo COBBET y Roberto OWEN (1771-1858) propagaron el movimiento obrero e inspiraron la creación de las primeras asociaciones cooperativas de producción y consumo, las que han tomado, en la Nueva Argentina, un incremento extraordinario, especialmente en el campo doctrinario y de la *legislación positiva*, dictando leyes protectoras al trabajador, que han eli-

minado las manos supérfluas entre productores y consumidores, de tal modo elevando considerablemente el nivel de vida nacional y, sobre todo, el de las masas obreras.

#### F) EL SIGLO XX

Habiendo esbozado los representantes más característicos de la ciencia inglesa en las centurias pasadas, hemos llegado hasta nuestro siglo. Por tener un espacio determinado, no podemos entrar en detalles y bastará, al lado de los biólogos Francisco GALTON y J. S. HALDANE, que estudiaron problemas relativos a la herencia y eugenesia, la mención de TRES importantes progresos, alcanzados en el siglo XX: 1º en materia de la radioactividad, por Sir Ernesto RUTHERFORD (nacido en Nueva Zelandia, en 1874; Premio NOBEL en 1908); 2º en materia de radar, que, basándose en un sistema experimental, ideado y propuesto por el físico escocés Sir Roberto WATSON-WATT fué instalado, por vez primera, en 1935, y, por fin, el tercer maravilloso adelanto de los últimos años, la Penicilina, descubierta por Sir Alejandro FLEMING. Este enorme progreso biológico y terapéutico causa el asombro de los no iniciados en los temas de la medicina contemporánea, a saber la *quimioterapia* y los agentes *antibióticos*. Hacia fines del siglo XIX, cuando una aureola cada vez más luminosa iba extendiéndose en torno a la cabeza de PASTEUR, saltó la primera chispa que había de iluminar, con el andar de los años, al genio de Sir Alejandro FLEMING. Una observación hecha, sin fin preconcebido, por Alejandro FLEMING en el Hospital de Santa María de Londres, condujo a descubrir una droga, capaz de salvar millones de vidas humanas. FLEMING mismo ha reconocido, con caballerosidad, que su milagroso descubrimiento fué mera obra del azar; no obstante fué asimismo una consecuencia lógica de trabajos incesantes, observaciones agudas y experimentos múltiples, tanto de él como de sus predecesores y colaboradores. Hombres de laboratorio, como el Dr. Howard FLOREY de la Universidad de Oxford y el Dr. E. CHAIN, continuaron exitosamente los trabajos, iniciados por FLEMING en

1922, cuando éste descubrió la Lisozima, fermento de inmenso valor para el progreso de la biología específica. En 1929, Sir Alejandro FLEMING dió el nombre de "PENICILINA" a una substancia antibacteriana, producida por un *hongo* del género "PENICILLIUM". La penicilina pertenece a una clase de substancias antibacterianas, producidas por organismos vivos, denominados "antibióticos". Lo esencial acerca de la penicilina se reduce a señalar que se trata de un producto orgánico que se presenta bajo la forma de un ácido orgánico; es capaz de formar ciertas sales. En la clínica actual, las dos sales más utilizadas son la sódica y la cálcica; después de numerosos experimentos, algunos médicos, bacteriólogos y micólogos llegaron a la conclusión de que el compuesto sódico y el cálcico tienen aproximadamente igual grado de toxicidad con respecto al ratón y al hombre. Los investigadores de Oxford comprobaron la acción de la penicilina sobre varias bacterias y, por ende, sus notables propiedades curativas. En 1941, ABRAHAM y sus colaboradores publicaron los primeros resultados curativos, obtenidos con la nueva droga. Por tal motivo, el Doctor FLEMING inició una ERA completamente nueva de la terapia, dando una importancia trascendental a la Micología, valiosa rama de la Microbiología, que se ocupa de los hongos, que hasta entonces había permanecido descuidada y por la cual el mundo científico no había mostrado mayor interés.

En resumen: este mismo método experimental que observa los fenómenos de la naturaleza y tiende a descubrir sus causas, elevando el espíritu de experiencias a leyes generales (o, citando a Francisco BACON: "ab experimentis ad axiomata") lo encontramos, desde las primeras tentativas del franciscano Rogelio BACON hasta en los sensacionales adelantos de nuestros días, de modo que sigue tal sistema de investigación científica, como un hilo del mismo color, a través de siete centurias.

Manteniendo, a pesar de todos los contratiempos, la bandera resplandeciente del Idealismo, expresamos nuestra esperanza que la Ciencia seguirá su avance victorioso, mejorando, siempre más, las condiciones de vida, tanto materiales como culturales, teniendo como supremo objetivo: alcanzar el mayor bienestar y felicidad de todo el género humano.

ROBERTO REY RIOS

