

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS
EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

DISCURSO INAUGURAL

DEL AÑO ACADÉMICO 1958-1959

LEÍDO EN LA SESIÓN INAUGURAL CELEBRADA EL DÍA 12 DE NOVIEMBRE DE 1958
POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

EXCMO. SR. D. EMILIO JIMENO GIL



M A D R I D
DOMICILIO DE LA ACADEMIA
VALVERDE, 22. — TELEFONO 21-25-29
1 9 5 8

Depósito Legal M. 10.980.-1958

C BERMEJO, IMPRESOR. — J. GARCIA MORATO, 122. — TELEFONO 33-06-19. — MADRID

INDICE

	PÁGINAS
Fundamentos humanos de la educación	7
La educación a través del tiempo:	
I. La Antigüedad	24
II. Grecia y Roma	28
III. El Cristianismo	41
IV. Los Arabes y la Reconquista	48
V. El Renacimiento	51
La Ciencia moderna y sus importantes repercusiones	58
El panorama actual de la enseñanza... ..	79
La Ciencia, guía del progreso	92
Revisión de la enseñanza	97
El maestro	102
Las Humanidades y las Matemáticas... ..	106
La Ciencia aplicada y la investigación científica	113

LA EVOLUCION DE LA EDUCACION

Sinceramente deseo expresar mi gratitud a los compañeros de Sección por la gentileza que han tenido al proponerme para leer el discurso inaugural de este Curso académico, que versa sobre mi tema favorito: la educación. En otra ocasión, desde este mismo estrado, insistí sobre la absoluta necesidad de contar con buenos maestros, y ahora pretendo poner de manifiesto la gran importancia de los propósitos de la educación y de los métodos en ella seguidos, con el fin de formar a los hombres.

FUNDAMENTOS HUMANOS DE LA EDUCACIÓN

El examen del proceso educativo de una determinada sociedad, proporciona simultáneamente datos importantes del clima moral e intelectual en que vive su pueblo y un exponente expresivo que permite estimar su progreso.

La gran obra de los griegos se debió muy principalmente a la creación del maestro y, después, de la escuela. Un proverbio chino dice que si proyectas para un año, siembra trigo; si para diez años, planta árboles, y si para un siglo, forma hombres.

El ser humano tiene que cumplir en este mundo misiones muy singulares y elevadas, en armonía con su destino, para lo cual ha sido dotado por el Creador de facultades específicas. No es extraño, pues, que cada persona ofrezca una complejidad infinita e irregular y que en su formación influyan muchísimos factores, sin que en modo alguno su manera de ser dependa de una sola variable, y que para obtener provecho de sus potencialidades, haya que prepararla eficazmente. Los dones no se adquieren, sino que se nace con ellos; pero se incrementan con el trabajo y se perfeccionan con la educación y la experiencia.

El hombre se forma según piensa y actúa, y así, en realidad, no fué humano hasta que se educó, como lo prueba la esclavitud. Lo fundamental en la vida es que en todo momento actúe humanamente, ni como animal ni como máquina. Desgraciadamente, lo que se mantiene vivo en muchas personas inteligentes mal formadas son los instintos elementales; y así buscan la felicidad en el placer, los negocios o la influencia.

No puede admitirse, por lo tanto, que una disciplina única—matemáticas, literatura, etc.—, ni siquiera una manera de pensar—humanismo, cientifismo, tecnicismo, etc.—, sean totalmente fundamentales en la formación del hombre.

El ser humano está formado de cuerpo y alma, y, a pesar del creciente materialismo actual, es indudable que lo principal y característico en él es el espíritu. El cultivo del espíritu proporciona al hombre las mayores y más intensas satisfacciones, y los movimientos espirituales ejercen una influencia permanente y verdaderamente eficaz y real en las conciencias y en las costumbres. Las grandes obras son fruto del espíritu, pues con él y la voluntad, ya se posee la posibilidad de realizar las cosas de un modo eficaz, si se está adecuadamente preparado. Sin embargo, está demostrado que en la formación del hombre, que ineludiblemente comprende la posesión del saber, la sensibilidad y la verdad, junto a los impulsos de orden espiritual, influyen factores que lo hacen intensamente, como son el ambiente y las necesidades perentorias de la vida, la realidad, que siempre se impone, pues, al actuar éstos de estimulantes o de amortiguadores, determinan en gran parte no sólo el hábito y manera de pensar, sino asimismo el modo de actuar, pudiendo producir modificaciones hasta en las mismas propiedades personales innatas.

La educación ha de evitar la existencia de hombres mal formados, inútiles o simplemente imaginativos, porque lo que se impone y gobierna siempre es la realidad de la vida. La sociedad necesita ciertamente hombres que le sean útiles dentro de esa realidad; pero, no se olvide, dotados de una excelente formación espiritual.

El ambiente, tan decisivo en el hombre, está integrado principalmente por las relaciones sociales y culturales con sus semejantes y con las cosas que utiliza y le rodean. El desenvolvimiento del ser humano se basa en sí mismo y en el mundo en que realmente vive. Es la adaptación del individuo a su circunstancia.

Cuando las condiciones culturales del ambiente son óptimas y las oportunidades para pensar y los estímulos para poner en acción la voluntad son apropiados, ninguna inteligencia se pierde, porque, en esas circunstancias, las mentes se ordenan y se mantienen activas. En cambio, en un ambiente deficiente o de inactividad, sólo pueden destacar, y no con toda su pujanza, las mentes superdotadas. Grave es descuidar las inteligencias mejores, pero aún más grave es abandonar a las medias. Y, como consecuencia de la manera de vivir y de los medios de que se dispone, surgen, en armonía con ellos, la literatura, la filosofía, el arte, la ciencia, la tecnología, etc.

Según ha hecho observar un antropólogo, «la mentalidad primitiva es una representación bastante exacta del comportamiento mental de la mayoría de la gente de hoy, excepto en sus actividades conscientes técnicas e intelectuales». El hombre ha podido pasar del primitivo estado de casi total salvajismo, al actual constructivo de elevado nivel cultural, tanto por los convenientes estímulos, como por la acertada elección de los diversos objetivos y metas que cada uno se propone alcanzar en la vida, y por la organización y desarrollo de los sistemas educativo y social, ya que el carácter gregario del hombre hace que sólo pueda disfrutar de sus propios intereses si aporta algo al bienestar común.

Uno de los problemas más importantes en relación con el ser humano, como miembro de la sociedad actual, es el modo de adquirir, comunicar y utilizar el saber; problema íntimamente ligado no sólo con el cultivo de su inteligencia, sino asimismo con su moral, la cual es siempre fija e invariable.

Es un hecho cierto y en extremo interesante que el ser humano, desde el momento que se ha civilizado y ha adquirido una cultura, ha concedido, en todos los tiempos y latitudes, la máxima importancia a la educación, considerándola imprescindible para el buen desenvolvimiento de la vida, puesto que procura sustraer al hombre de su origen animal, ya que de hecho lo es. Y asimismo, desde los más primitivos tiempos en que el hombre ha empezado a pensar, la educación ha tenido la misma finalidad: su humanización, formándolo de modo integral para obtener de él el máximo provecho. La misma educación religiosa que, dentro de la sociedad, pone al hombre al servicio de Dios, busca naturalmente que actúe y se comporte en este mundo dignamente, en armonía con los designios de Dios

y en provecho de la humanidad. La doctrina de Cristo nos da ya normas sobre la convivencia humana. Jesucristo fué el maestro y el modelo.

Cuanto más progresa el hombre, más libre es y más disfruta de la naturaleza; pero si no se le humaniza en el sentido de creerse solidario y dependiente de la sociedad en que mora, su saber y su progreso pueden ser perjudiciales.

Si la educación no cumple debidamente su misión y se desvía creando castas profesionales, no debe extrañar que la sociedad se parcele en numerosos pequeños islotes y las cuestiones vitales se resuelvan en pequeños conciliábulos, sin ningún provecho para la comunidad y sí con graves perjuicios. Y no hay que olvidar que la pieza fundamental de todo proceso educativo es el maestro, que es el que con su ejemplo inspira virtudes y con sus enseñanzas transmite aptitudes y habilidades.

Hoy ya no existe la menor duda de que la reserva de mayor valor en cualquier nación son los jóvenes con talento, y que el éxito obtenido en cualquier empresa nacional exige un pueblo educado y preparado para la finalidad perseguida.

La educación del hombre adquiere una complejidad insospechada con el progreso de la civilización. Es un hecho comprobado por la experiencia que, a medida que se amplían los conocimientos, aumenta el confucionismo en las mentes; por esta razón el educando necesita una fe firmísima para continuar trabajando y progresando. Y al confucionismo en el pensamiento le acompañan las anomalías en las conductas y comportamientos.

Los primeros genios científicos—Descartes, Espinosa, Leibniz—exponían sus pensamientos claramente, sabían lo que querían decir y lo decían. En cambio, algunos pensadores del siglo XIX no consiguieron exponer con claridad sus ideas, porque las dudas negativas embargaban sus mentes. Ya se decía entre los antiguos que el abuso de la erudición había sofocado el sentido de la poesía pura.

El Universo se está concibiendo sobre la base de grandes abstracciones y, al ir descubriéndose las realidades concretas, aparece el confucionismo entre éstas y las abstracciones de la mente. Esto explica que Bertrand Russell haya dicho que era un hecho curioso el que precisamente cuando el hombre de la calle había empezado a creer plenamente en la ciencia, el hombre de laboratorio había comenzado a perder su fe en ella, y, en cambio, a finales del siglo pasado los físicos en general no tenían la menor

duda de que las leyes de la física proporcionaban una información real acerca del movimiento de los cuerpos.

El gran físico-matemático Dirac ha dicho: «Las leyes fundamentales de la naturaleza no gobiernan el mundo de manera completamente directa, según aparece en nuestra imagen mental.»

Lo mismo que en la interpretación de las leyes naturales, también se ponen de manifiesto las limitaciones del hombre en la utilización de los conocimientos. El gran poderío que adquiere con el dominio de la naturaleza podía hacerle creer en la posibilidad de conseguirlo todo; pero el desbarajuste y el confusiónismo que se producen a medida que aumenta el saber, acrecen enormemente las dificultades para la creación, siendo precisas una educación y una capacitación más esmeradas. Como consecuencia, existe un relativo freno, dentro del progreso continuado, que dificulta las consecuciones logradas y reduce la proporción de las personas que pueden alcanzarlas, y que, de otra manera, podía creerse que unas y otras llegarían a ser infinitas.

Clausius, en 1850, y Thomson, después lord Kelvin, en 1851, idearon el segundo principio de termodinámica, estableciendo que existe un máximo teórico para la eficacia de cualquier máquina que convierta energía térmica, y que, en la mayoría de las transformaciones observables, si encierran de cualquier manera energía térmica, se puede demostrar que son regidas por el segundo principio de termodinámica.

La significación tecnológica de este principio se ha apreciado sólo lentamente, y de modo simultáneo con el desarrollo de su gran importancia práctica han surgido las complicaciones, que únicamente se pueden salvar con un eficaz estudio. Las tecnologías de producción de energía y las de la industria química dependen de la energía térmica, y así son gobernadas por el segundo principio de termodinámica, pero su amplia aplicación presenta cada día más dificultades.

En el siglo XIX se completó el trabajo de Lavoisier sobre la creación de la química con la idea de Dalton de la atomicidad, quedando establecidas en 1840 la química y la biología sobre una base atómica; unos treinta años después se establecieron algunas ciencias físicas importantes sobre una base que suponía la idea contraria, la continuidad. Sin embargo, no existe contradicción lógica, y el atomismo se aplica a la química, y los efectos del electromagnetismo se conciben surgiendo de un campo continuo. El

triunfo final del atomismo se alcanzó cuando, a finales del siglo pasado, se descubrió el electrón. El átomo indestructible quedó reemplazado por el electrón y el protón indestructibles.

Rayleigh y Ramsay encontraron una ligera diferencia, constante, en el peso atómico del nitrógeno obtenido por distintos métodos. En lógica pura, una contradicción como la anterior es señal de fracaso, pero en la evolución del saber señala el primer paso hacia la victoria.

Los errores son importantes en ciencia no solamente porque dicen cuándo una cosa se hace bien o mal, sino porque, con frecuencia, es más importante encontrar diferencias entre la predicción y el resultado que lograr predicciones exactas.

Subsisten y subsistirán el desorden y los problemas confusos sin resolver, que no hacen otra cosa sino acentuar y resaltar la belleza del orden.

La conclusión de todo ello es que, si antes se ha fracasado en la formulación de un sistema admisible que lo explique todo, ahora que los límites del saber se han extendido enormemente, las dificultades para alcanzar ese ideal son mucho mayores. Sin embargo, los resultados que se obtienen con la investigación científica intensifican la fe de los científicos en sus trabajos. Según T. H. Huxley, «la naturaleza es, sin duda, la totalidad de todas las leyes».

Ya no se concibe el simplismo en la vida, precisando en todas las actividades la participación del técnico; y es inocente y equivocado admitir esa simplicidad en la educación del ser humano.

Históricamente, lo primero que aparece en el hombre son sus varias necesidades, y puede decirse que todos los problemas radican en el descubrimiento de una necesidad o deseo humano. Para satisfacer sus necesidades el hombre hubo de idear los medios y las maneras de obrar más convenientes, que en resumen son técnicas de trabajo, empezando por la más fundamental, la técnica de aprender, que debe practicar desde que tiene uso de razón. La enseñanza es una de las profesiones más antiguas, y siempre ha sido reconocida como básica, ya que, por definición, la educación atañe a los problemas y experiencias generales de la vida.

Limitando el hombre su vida a satisfacer sus necesidades materiales y aprovecharse de este mundo para su placer y beneficio, poca diferencia existe con el animal; y entonces no cumple las misiones que le han sido encomendadas.

Desde luego, en cualquier empresa que el hombre se proponga acometer es importantísimo considerar el aspecto económico, pero en modo alguno ha de ser éste exclusivo, pues entonces la vida puede embellecerse, pero a la vez puede envilecerse. De hecho, la vida del ser humano tiene significación en el mundo de su mente, y por eso, según se ha hecho patente en el transcurso de los tiempos, la verdadera unidad de una sociedad radica en el repertorio de creencias compartidas de modo general y amplio sobre la finalidad esencial del ser humano. Pero ahora, debido a los enormes progresos conseguidos por la ciencia, cada vez es más pequeña la base común de que son copartícipes las personas de diferentes ocupaciones, disminuyendo aún más esa base por el hecho de que el hombre no puede interesarse o no pueden atraerle las materias de las que no tiene conocimiento práctico. Sólo con una acertada educación puede lograrse que esa base común comprenda lo humanamente esencial y sea posible la convivencia. Sin este mínimo de ideal común de pensamiento y de respeto mutuo, poco puede hacer el saber en el sentido de mejoramiento de la humanidad, a pesar de que, gracias a la experiencia pasada y presente, se haya logrado bosquejar y comprender en bastante grado la misión y destino del ser humano.

El verdadero funcionamiento del hombre social depende de lo que lleva dentro de sí. Así cada sistema educativo encierra una idea del hombre, por lo que lo primero que ha de decidirse son los tipos de sociedad, de individuo y de cultura que se estiman más convenientes.

En la ley divina del trabajo consta bíblicamente que Dios, como castigo del desorden, impuso al hombre no sólo la necesidad del trabajo, sino también lo penoso del mismo, y así dispuso que comería con el sudor de su frente, con el trabajo. Hay que trabajar siempre en espíritu de utilización, según lenguaje evangélico, pensando en el prójimo.

Desde que el primer hombre de las cavernas seleccionó y dió forma a una sociedad para asegurarse el alimento o protegerse, ha estado interesado con el problema de equipararse, en el amplio sentido de la palabra, a fin de poder satisfacer sus necesidades y aptitudes. El hombre empieza a civilizarse en el instante que descubre el medio de producir y asegurar su alimentación.

Si las cosas se tuviesen cuando se desean, se necesiten o no, la vida tendría muy poco aliciente, por ser demasiado fácil; pero ni la vida ni la

naturaleza humana son tan simples como pudiéramos desear. Así es preciso que el hombre esté capacitado para hacer las cosas y para saberlas usar debidamente, empezando por estar en condiciones de merecerlas; la naturaleza humana ya es una mezcla admirable, de difícil ordenación y control, de excelencias ennoblecedoras y de imperfecciones degradantes. Las virtudes son producto de la educación, y los vicios obedecen en gran parte a la irracionalidad que a veces domina, pues el placer desenfrenado se produce cuando el organismo obra conforme a su naturaleza bruta. «Quien encuentra placer en el vicio y le desagrada la virtud, es novicio en el uno y la otra»—dice otro proverbio oriental.

Dios, que hizo el hombre a semejanza suya y determinó el cumplimiento de su mandato de trabajar con dificultades, en modo alguno, dada su sabiduría y magnanimidad, podía querer que el ser humano perdiese la moral al no ser capaz de vencer las dificultades que se le presentasen en la vida, ni que, al poner en práctica su ley, se viese imposibilitado de recoger el fruto buscado y ofrecido. Ciertamente no ha ocurrido así, y la recompensa recibida es bien amplia, generosa y justa, y los pueblos que trabajan, progresan y viven bien. Para poder lograr ese fin, Dios concedió al ser humano unos dones en exclusiva: la palabra como medio de regulación de comportamientos y de transmisión de ideas, y la inteligencia para relacionar los hechos y obtener provecho de los conocimientos.

El trabajo humano ofrece una gran amplitud de posibilidades. Cumplen con esa ley los que sin tener sobre sí una tarea fija obligatoria por disponer de medios económicos, bien por herencia o como fruto de su destacada inteligencia o trabajo, dedican sus bienes a estimular actividades de carácter espiritual, tales como la literatura, filosofía, teología, arte, la misma ciencia pura, etc. En todas las edades históricas, las minorías más cultas o mejor formadas espiritualmente han servido de modelo y han influido enormemente en la vida colectiva de los pueblos. Ya el niño empieza a aprender y se educa por imitación.

Evidentemente son las ideas lo que más contribuye al progreso, porque, además de que su acumulación facilita la solución de muchos problemas, abren multitud de caminos para realizar trabajos. De este modo se hacen aquellas útiles, y su máximo valor lo adquieren cuando se transmiten de manera clara, concisa y convincente a los que quieren aprender. El éxito o fracaso de muchas innovaciones depende de la aptitud del que las sugiere

para exponer sus ideas básicas. Sin duda el lenguaje es el medio más típicamente humano y más espontáneo, pues está siempre en nosotros sin necesidad de agente alguno, si bien la amplitud de su uso depende del grado de actividad que se ejercita.

La inteligencia es la facultad más noble que posee el hombre y por la que más se asemeja a su Creador. Idea no significa otra cosa que imagen: en realidad el pensamiento es divino porque crea.

El trabajo humano, la inteligencia y la comunicación de lo que se aprende con ellos hacen posible alcanzar un progresivo dominio relativo de la naturaleza: sólo el hombre tiene la facultad de ampliar los conocimientos dejados por sus antecesores, ya que es el único ser que ha aprendido a progresar en el saber.

El desarrollo de las comunicaciones es una parte integrante del crecimiento de la civilización; y bien se ha apreciado que cada mejora en la velocidad y facilidad de intercambio de los pensamientos e ideas ha repercutido social y económicamente.

El hombre tiene libertad para practicar el bien o el mal. De por sí, en estado salvaje, es incapaz de adorar a la divinidad, pero el reconocimiento de su misma impotencia ante las dificultades encontradas en la vida, le hacen sentir la necesidad de acudir a un ser superior. Anaxágoras, hacia el 440 a. de J. C., admitió un espíritu divino, el Nus, «como creador del orden tanto en la naturaleza como en la construcción de los seres vitales». Aristóteles estaba conforme en que la formación de las plantas y animales es completamente inexplicable sin la existencia de un ser divino que las rijan conforme a fines determinados. Intuitivamente se vislumbraron las causas finales. El espíritu religioso es connatural en el ser humano e influye conduciéndolo al bien en mayor o menor grado en todos sus actos, manifestándose ese sentimiento en armonía con la importancia y trascendencia de aquéllos.

En todas las etapas que ha atravesado la humanidad se ha puesto de manifiesto la relación existente entre la naturaleza, el espíritu y la inteligencia. Desde los primeros tiempos de su existencia, el hombre ha tenido que luchar con la naturaleza para alimentarse y vivir, actuando según su espíritu, sus artes y sus recursos. Lo primero que hizo fué poner en juego sus habilidades naturales para ir creando intuitivamente sus técnicas, y así inventó y utilizó el cuchillo de pedernal y de marfil, el hacha de sílex

y la aguja de hueso, y sucesivamente ha ido perfeccionando su técnica en armonía con el ambiente, su espíritu y sus propias necesidades. El libro de Bonner y Phillips *Principios de la ciencia física* empieza con la definición que Benjamín Franklin dió en 1778 del hombre «como un animal que hace herramientas». Isócrates, en el año 353 a. de J. C., había dicho: «la palabra es lo que distingue al hombre del animal.»

Las herramientas y el lenguaje son los dos factores que ponen al hombre en el estado o condición de ser hombre. Los animales tienen medios de comunicación, pero no el lenguaje; asimismo algunos animales emplean productos naturales como herramientas, pero no hacen éstas. Una herramienta no es más que la ampliación de la mano del hombre.

La palabra griega *técnica* significa trabajo con habilidad e ingenio, en virtud de lo cual el trabajo humano se hace más provechoso y, en lo posible, menos ingrato. Así, pues, una cualidad esencial del trabajo humano es la técnica, que, además de ser aprendizaje o enseñanza de los medios para desarrollar o dominar dicha habilidad o destreza, constituye la manera de incrementar los resultados logrados con el esfuerzo.

No hay posibilidad de obtener pleno rendimiento de las aptitudes y vocaciones de los individuos si no se les enseña previamente la técnica básica que permite dominar la materia a que se han de dedicar. Y entonces es cuando se aprovecha plenamente la teoría que se ha establecido con los hechos conocidos.

El verdadero científico, ante un problema, empieza por hacer ensayos para averiguar las variables que intervienen, en tanto que el científico teorizante quiere previamente buscar todo lo que se sabe acerca de la cuestión; la diferencia es bien clara y los resultados bien distintos.

Tal vez desde el comienzo de la lucha del hombre por la vida sea la técnica el elemento que más ha diferenciado a éste de los animales, destacándose más ostensiblemente esta diferencia a medida que el ser humano pone en juego los dones especiales que le ha otorgado Dios. Los métodos y artificios con que el hombre ha logrado su creciente bienestar, merced al dominio del ambiente, son de un gran valor humano.

La primera capacidad de dominio del hombre se puso de manifiesto con los animales salvajes, a los que empezó venciendo en lucha, a pesar de su inferioridad en este aspecto; domesticó después a algunos que le interesaban y se sirvió de ellos. Entre los mismos hombres también se ha

hecho patente el dominio que ejercen los más capacitados, a través de la esclavitud, colonialismo, dominios, protectorados e incluso naciones aparentemente libres subyugadas por agobios en su desenvolvimiento económico, técnico y cultural.

En todos los tiempos, la superioridad de la moral y de la técnica, que son las coordinadoras más eficaces de voluntades y energías, han vencido y dominado a las masas arbitrarias e incoherentes con tendencia al capricho, a la superficialidad o a la dispersión.

No se concibe, pues, que en algunos países se haya despreciado tanto tiempo a la técnica como si no mereciera una atención especial, cuando menos igual, si no mayor, a la que han alcanzado otras cuestiones importantes. Las consecuencias de este hecho se manifiestan claramente en que esos países no han llegado a acostumbrarse a trabajar en serio y con continuidad. Sin embargo, por muy brillantes que sean los resultados obtenidos con el desarrollo científico-técnico, éste por sí solo no puede ordenar la vida de los individuos y de las sociedades. Según W. C. Dampier en su obra *Una historia de la ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión*, 4.ª edición, 1948, las reflexiones filosóficas sobre la relación de la ciencia con la vida y la religión conducen a la conclusión de que la ciencia nunca puede resolver los misterios de la existencia.

La técnica, desde luego, ha contribuido y contribuirá cada día más al establecimiento de la justicia social. La ciencia aplicada ha sido una liberadora de la servidumbre. El precepto divino del trabajo seguirá, pero la cultura y la educación deben conseguir que sean más los que lo practiquen adecuada y armónicamente para que sean menores las cargas de la vida humana y se pueda vivir en general mejor. El Papa Pío XII dijo: «la Iglesia ama y favorece el progreso humano, porque es innegable que el progreso técnico viene de Dios y, por consecuencia, puede y debe llegar a Dios.»

Primeramente, la humanidad vivió una época meramente orgánica, limiándose a sumergirse en la naturaleza, y sus actividades eran cazar y pescar. Después, el hombre desarrolló la etapa civilizadora, seguida de la cultural, y consiguió hacerse tributario de la naturaleza; adquirió el carácter sedentario, realizando la revolución urbana; empezó a pensar y trabajar con esmero; sintió una mayor necesidad de comunicarse con sus semejantes y estimuló la agricultura, la cría de ganados y el comercio.

El hombre primitivo, en la iniciación de sus etapas civilizadora y cultural, lo mismo que ha ocurrido con los pueblos modernos en los momentos que han intentado con acierto salir de un estado de postración, retraso o desorientación, tuvo por necesidad que agudizar su ingenio y utilizar los contactos personales para desarrollar un pensamiento común en relación con la vida y crear técnicas propias, sin que entonces le preocupase, por ejemplo, cómo era la luna ni el penetrar en las causas de los fenómenos naturales. Sin embargo, al sentir el asombro ante la naturaleza, la extrañeza fué acompañada de admiración, y de modo espontáneo inquirió e indagó en relación con lo que observaba.

Tanto el esplendor griego de los siglos VI y V a. de J. C., como el romano de los siglos primeros antes y después de J. C., y las épocas de resurgimiento de diversos países en los tiempos más modernos, tales como el imperialismo inglés, el empuje científico-técnico germano y el pragmatismo y capacidad productora norteamericanos, han sido precedidos de un amplio desarrollo del arte en forma de técnica, con la secuela de las actividades comerciales y económicas. Las letras, las bellas artes y la misma ciencia han surgido de modo general, salvo la excepción de los genios, con la prosperidad, con una relativa abundancia de recursos económicos y con sosiego y tranquilidad para meditar. El ocio, a veces, no es vagancia, sino que puede ser un tiempo libre en el cual el hombre se dedica a hacer lo que más le agrada, por lo que muchas veces da frutos magníficos. Tal vez sería más justo valorar el nivel de vida por el tiempo de ocio de que se dispone que por lo que se gasta, pero para ello se necesita un alto nivel cultural para que se emplee bien el tiempo dedicado al ocio. La razón de la necesidad del arte, aunque sea en forma de técnica, se debe a que fertiliza el espíritu.

La segunda etapa del desarrollo material de la vida terminó en los siglos XV y XVI con la explotación de las grandes extensiones de tierras fértiles y de los negocios bien organizados en ultramar, fomentados por el comercio, que resurgió con gran pujanza al final de la Edad Media, como derivación del Renacimiento.

Aunque la enseñanza ha sido una profesión muy antigua, y la técnica la primera actividad creadora del hombre, las vocaciones técnicas no se estimularon y desarrollaron con cierta amplitud hasta avanzada la Edad

Media, cuando encontraron ambiente en el principio de asociación del maestro y el aprendiz.

Está claro que el desarrollo de la ciencia se debe a los estímulos y a los medios materiales que proporcionaron la artesanía y la técnica. En el momento que se produjo el paso del oficio a la industria y del artesano al técnico, el espíritu de aventura y de empresa comercial favoreció intensamente el desarrollo de la técnica, sin que por ello se alterase la idea fundamental de ser un medio y nunca un fin.

A partir del siglo xvi empieza la tercera etapa en que, merced a las creaciones científicas, la naturaleza se humaniza, iniciándose su explotación y utilización en beneficio de la humanidad. Posteriormente, en tiempos recientes, la naturaleza se ha socializado en el sentido de una distribución más amplia y mejor de los productos naturales, lográndose, a partir de la revolución industrial, que el mejoramiento gradual del modo de vivir de las grandes masas humanas alcance a una mayor proporción de éstas a medida que se intensifica el uso adecuado, individual y colectivo, de las potencialidades humanas. Como consecuencia ha aumentado también la población mundial. Los 300 millones de habitantes de comienzos de la Era Cristiana se habían duplicado en 1650, pero en los tres siglos siguientes hasta 1950 se había cuadruplicado esa cifra de 600 millones, y se calcula que bastarán ciento cincuenta años más para que el número de habitantes se cuadruple de nuevo. Y ahora, además, en términos generales, se vive mucho mejor.

Una de las obras más notables del Creador es el permitir al hombre que indague y ponga de manifiesto los secretos del Universo, los interprete para uso de sus semejantes y edifique con esos descubrimientos una tecnología. El desarrollo de la civilización, que depende esencialmente de las creaciones de los hombres y de los pueblos, sigue paralelo al de la tecnología, ya que ésta es asimismo un producto social que condiciona a aquélla. Los hechos sin relacionar son artes u oficios empíricos con pocas repercusiones sociales; la técnica, en cambio, para avanzar tiene necesidad de la investigación, porque sin ella no se pasa de la destreza artesana.

En 1926 el profesor Whitehead decía en su libro *Science and the Modern World*: «Los grandes conquistadores, desde Alejandro a César y desde César a Napoleón, influyeron profundamente en las vidas de las generaciones sucesivas. Pero el efecto total de esta influencia resulta insignificante si se

compara con la total transformación de la mentalidad y hábitos humanos producidos por una larga serie de hombres de ingenio, desde Tales hasta nuestros días, hombres individualmente poco poderosos, pero en definitiva los directores del mundo y los que han hecho progresar de modo firme y seguro la civilización.»

Las ideas nuevas proceden, en general, de la mente individual, y son las que producen los saltos en la civilización, en tanto que la mayor parte de la exploración científica, el desarrollo y el trabajo en ciencia aplicada y en la industria se hacen por equipos.

En el siglo XVII Pascal dijo que, intelectualmente, la sucesión de los hombres a través de los tiempos debía considerarse «como un hombre que viviese todo ese tiempo, aprendiendo siempre».

Los frutos de la mente indagadora del ser humano, las leyes científicas que ha ideado con el fin de simplificar su trabajo de pesquisa e investigación y las teorías con que relaciona lo conocido y le sirven de estímulo para examinar lo desconocido, se consiguen, como dijo Keplero, «siguiendo los designios de Dios».

Las estadísticas indican que el poder creador está distribuido normalmente entre las gentes y parece que es independiente del sexo, edad, inteligencia y grado de educación, y así se manifestó cuando el científico no pasaba de ser un aficionado. Ahora bien, se ha visto que las realizaciones creadoras están relacionadas más directamente con la continuidad del esfuerzo mental que con la posesión de esa potencia nativa, si no se ejercita. Y en esto se basa la falta de condiciones, como se dice, que tenemos los españoles para el cultivo de la ciencia. Según opiniones de distintas personalidades extranjeras, los españoles somos listos e inteligentes, pero no tenemos constancia en el trabajo ni fijeza en las ideas, y no empezamos a edificar por los cimientos. No es que el español sea inepto para la ciencia, sino que, desde luego, ha sido poco activo en ella, por no haber sido educado en dicha rama del saber, y también por no existir un ambiente adecuado.

Los obstáculos para una mayor utilización de los talentos nativos, que ninguna nación puede consentir que se pierdan, están constituidos por la falta de estímulo que fuerza a poner en juego la inteligencia y por una variedad de conjuntos mentales que surgen del ambiente en que crece y se educa el individuo; y ello explica el que, aun cuando en potencia la mente

del ser humano es siempre la misma, debido a las grandes diferencias que existen en cuanto a los medios de que se dispone para la observación y la experimentación, así como a las aportaciones de conocimientos recibidos, sea distinto el fruto que con ella se obtiene.

Por eso no es extraño que la investigación y sus resultados cambien tanto con el tiempo y el lugar, a pesar de variar poco las aptitudes mentales y morales de las personas que realizan aquélla.

La educación no añade nueva inteligencia a la natural ya existente en el individuo, pero sirve para descubrir y perfeccionar la que se posee, y la ordena con el fin de satisfacer los propósitos anhelados, o modifica aquellas aptitudes que en forma natural pudiesen ser poco útiles; y este mejoramiento de las condiciones naturales conduce a trabajar con más entusiasmo. De hecho la educación es un trabajo creador impuesto a los seres humanos para su convivencia y mejor desenvolvimiento en los diversos aspectos de la vida, que utiliza como elementos las mentes y los corazones, y también las ambiciones de la juventud activa, que ansiosamente busca y necesita una guía adecuada para que sus facultades e instintos actúen equilibradamente.

Actualmente existen tres tipos de educación: la literaria, que concierne al disfrute estético; la científica, que está relacionada con el aspecto filosófico, y la técnica o de ingeniería, que atañe al uso tecnológico.

Es importante tener en cuenta que la manifestación del espíritu humano no está restringida a ninguno de estos esquemas educativos, sino que indistintamente se puede ser apto en cada uno de ellos con el mismo grado de penetración imaginativa. Tal vez, a excepción de Vinci, no se ha dado un hombre, hasta el momento actual, que sea un genio tanto en arte como en ciencia.

Es verdad que, en la actualidad, la ciencia es, de las actividades que practica el hombre, la que más nos afecta a todos; pero, sin embargo, la fuerza más importante y decisiva que puede usar el hombre es el respeto y amor al prójimo. El mundo, en cualquier tiempo, puede ser bueno o malo, según los valores que le rigen y los que el ser humano posea. Por esta razón los propósitos, planes y sistemática en relación con la educación, a diferencia de otras actividades, no deben ser ideados y desarrollados por la presión de las circunstancias, sino con un pensamiento claro, orientado hacia fines determinados, siempre con la finalidad de formar hombres aptos.

Sin embargo, hemos de insistir en el hecho de que, actualmente, en toda actividad del ser humano han de contar sus necesidades de sostenimiento, ambientales y psicológicas. Así, por esta razón, las aplicaciones actuales de la ciencia, y de la misma educación en ciertos países, son selectivas y oportunistas, y, en general, poco ponderadas y a veces no lógicas. En conjunto, las acciones del hombre son reacciones que responden a la idea que tiene respecto al mundo en que vive y al concepto que ha adquirido de su propia naturaleza.

En el mismo método escolar, ahora se concede cada día más importancia no a la ordenación *lógica* según se había concebido y practicado antes, por ejemplo, en la enseñanza de los idiomas nativos, sino el aspecto psicológico o económico y al control eficaz de las materias de estudio. Los seguidores de Newton pudieron creer que la naturaleza era uniforme, pero ahora es un error que los científicos crean que la naturaleza humana es uniforme y que se puede ordenar por la razón y controlar sólo por la inteligencia.

Ya escribió Balmes que «en todas las cuestiones hay un punto de vista principal, dominante, desde el cual se puede dominar todo». Así en cada asunto o cuestión conviene diferenciar lo esencial de lo circunstancial o accidental. Sin lo primero no se es; sin lo último los resultados obtenidos son limitados. En la vida lo esencial son la mente, los sentimientos y la capacidad del ser humano, los cuales se pueden estimular e incrementar con la educación. Lo circunstancial o accidental lo constituyen las fábricas, los aparatos y los demás medios empleados para conseguir el progreso y el bienestar material. Por esta razón, el maestro es lo esencial con respecto a los edificios escolares, que son lo circunstancial o accesorio.

Es un hecho cierto que, independientemente de la amplitud del desarrollo de los avances científicos y tecnológicos, el factor que permanecerá constante para la finalidades prácticas es el ser humano y sus dotes fisiológicas y psicológicas. Incluso aun cuando el automatismo pueda condicionar la manera de pensar, es seguro que en la misma industria, en el futuro previsto, continuara la amplia y fundamental participación humana.

En diversos aspectos de la educación es demasiado frecuente confundir lo fundamental con lo menos importante o accesorio. Por ejemplo, en el lenguaje, lo que en general agrada y atrae más es la forma, y, sin embargo, lo más importante es lo que se dice y la claridad con que se dice. Lo

bello gusta siempre a todos; pero muchas veces la preocupación por la forma en el lenguaje impide exponer con acierto u oscurece las ideas.

La categoría y crédito del profesional proceden de la obra que realiza y de su actitud de servicio, y sobre esta base se le debe preparar; pero cuando en dicha valoración cuenta poco lo esencial y resaltan las circunstancias que en el fondo son secundarias, aunque de momento sean lucrativas, no es extraño que, con gran perjuicio de todos, la educación se desvirtúe y sea superficial, memorística y enciclopédica, sacrificando la realidad a la apariencia, y la solidez a la brillantez, y que el profesional cultive no lo que pueda contribuir al progreso de su profesión y a usar su saber para instruir a otros, sino lo que le proporciona más popularidad y relieve.

Nada aparece hoy más claro que la investigación científica y la tecnología son los medios más importantes para resolver los problemas actuales y elevar el nivel de vida. Y, sin embargo, poco se llega a conseguir con ellas, con carácter permanente, si el individuo y la sociedad no están preparados, mediante un mínimo de educación, para obtener el correspondiente provecho de esas actividades. Los medios con que se logra la prosperidad material pueden continuar siendo extraños, y aun llegar a ser más perjudiciales que beneficiosos, si no se tiene la formación espiritual y la capacitación precisas para su debido funcionamiento y uso, incluso aun cuando se logra su puesta en marcha, lo que no quiere decir su funcionamiento cabal. Según T. A. Rice, Presidente de la Asociación de Fabricantes del Canadá, «sóloamente hay una cosa más costosa que la educación y ésta es la ignorancia». Todo el dolor y las desgracias de este mundo derivan de la ignorancia.

Los centros de educación no sólo tienen importancia por la instrucción y formación que transmiten a sus alumnos, sino también por la influencia que ejercen en el comportamiento posterior de sus graduados y en el de la misma sociedad, salvándola de la ignorancia, debido a que la educación ha extendido a aquélla sus maneras de pensar, sentir y actuar. Está claro que los centros de educación no pueden prestar el servicio que debieran a la sociedad mientras no reflejen los cambios sociales, económicos y científicos que se producen en el mundo en que vivimos.

La estructura social de una nación depende del funcionamiento de las escuelas y de la actuación de la organización estatal; pero sin un mínimo

de condiciones favorables en la estructura social implantada, no pueden tener eficacia ni las escuelas ni la organización.

LA EDUCACIÓN A TRAVÉS DEL TIEMPO

I. *La antigüedad.*

Es muy difícil definir el vocablo educación, según lo demuestra el gran número de intentos realizados, pues si bien desde los primeros tiempos la educación ha perseguido la perfección completa del ser humano y se le ha considerado siempre imprescindible para el mejor desenvolvimiento de su vida, algunos aspectos y matices de sus fines evolucionan con el tiempo.

Hoy se puede decir que la educación es una técnica colectiva que a la vez que pone en acción las virtudes de los jóvenes, les imbuye los valores espirituales y las artes prácticas características de su cultura, capacitándolos para que durante su vida puedan producir y crear; y que a su vez les permita aspirar a una digna meta humana, armonizando los esfuerzos para la solución de los problemas, y superar el saber, la eficacia y la perfección de sus antecesores. En pocas palabras podría decirse que la educación es la técnica del perfeccionamiento humano.

Toda educación que merezca ese nombre encierra el aspecto técnico que prepara al joven para vivir de una determinada manera y el ético que lo orienta moralmente. Las necesidades de la vida en los tiempos antiguos hicieron que el factor lógico fuese vencido en el desarrollo de la civilización, como ha ocurrido después en otros aspectos, y así apareció la técnica antes que la ciencia.

El hombre ha salido de la barbarie merced a las técnicas que espontáneamente ha desarrollado, y, hasta que no logró un cierto grado de civilización, naturalmente no pudo implantar la educación en el amplio sentido de la palabra.

El primer hecho que determinó una cierta dependencia mutua entre los humanos tuvo lugar cuando el hombre se dedicó a la caza y por lo tanto al hacerse semicarnívoro. Así se iniciaron las agrupaciones sociales, con lo que se favoreció el desarrollo de nuevas actividades.

Cuando el hombre aprendió a construir las primeras herramientas, sobre todo las de cobre, hacia los 4.400 años a. de J. C., hubo de emplear alguna forma de lenguaje, ya que el uso de aquéllas requiere ciertas instrucciones. Es manifiesta la influencia que ha tenido el uso creciente de la habilidad manual en la evolución del ser humano, porque esto le ha forzado a poner en actividad sus sentidos y su inteligencia. Sin duda existe una relación entre la destreza manual y el pensamiento conceptual, pues el cerebro humano responde principalmente a lo que ve y a lo que percibe por el sentido del tacto, al ejecutar alguna acción o trabajo.

Los Sumeros, establecidos en el sur de Mesopotamia, por necesidades económicas y administrativas idearon, en las proximidades del año 3000 a. de J. C., un sistema de registro que consistía en una escritura basada en la normalización de los símbolos gráficos de entonces, que ya no era una mera pictografía. Esta idea fué de la mayor importancia, y, a medida que se adquirió cierto grado de desarrollo social, apareció la mezcla de elementos pictóricos y fonéticos. La invención de la escritura se considera acertadamente como el signo de la transición del barbarismo a la civilización, y su gran importancia radica en ser el medio que permite registrar de modo permanente los avances conseguidos por el hombre, es decir, su historia.

Después, los fenicios idearon un alfabeto, extendido en seguida por diversos países a través de sus operaciones comerciales, que fué el origen de los primitivos alfabetos griegos y, por lo tanto, el precursor de todos los alfabetos occidentales. Hacia el año 1750 a. de J. C. comenzó a aparecer la escritura líneal de los fenicios.

Desde un principio, el arte de leer y escribir estuvo investido de gran prestigio, y los que empezaron a practicarlo para sus anotaciones comerciales fueron, en realidad, los iniciadores de la aritmética, de la geometría y del calendario.

En la antigua Mesopotamia existían escuelas de escritura; la introducción de los dialectos semíticos en las civilizaciones babilónica y asiria, incluyó el desarrollo de los signos-numerales, empleados principalmente en las operaciones matemáticas, signos que se hicieron cada vez más necesarios a medida que se incrementaba el desenvolvimiento de la vida económica.

Se señala como hecho notable que en las *escuelas* para escribas, en Mesopotamia, se preocupaban de dar un fondo general de interés intelectual.

tual de tal índole que los hacía conscientes de las dificultades puramente matemáticas y los capacitaba para vencerlas.

El progreso en los tiempos antiguos se produjo con penosa lentitud, pues en la evolución de los conocimientos primitivos la aplicación precedió a la teoría. Mucho antes que existiese cualquier cuerpo de lógica para dar coherencia a la ciencia, los hombres habían explorado las maravillas de la naturaleza y obtenido una serie de conocimientos. La técnica precede a la ciencia y al arte.

Dado el carácter intensamente agrícola de las civilizaciones egipcia y mesopotámica, la primera preocupación fué la fertilidad de las tierras, las cosechas y los rebaños, obligando a la formación de un cuerpo organizado de conocimientos científicos. Por ejemplo, los babilonios del año 2000 a. de J. C. sabían bastante de las complicaciones que encerraba la reproducción de las plantas y utilizaban la fecundación por cruzamiento. La teoría para explicar este tipo de fecundación no se dió a conocer hasta 1649, casi 4000 años después. Asimismo, por este procedimiento, se dió nacimiento al calendario y al establecimiento del año. Y el deseo de explorar nuevos territorios para encontrar las primeras materias que se necesitaban, impulsó al hombre a cruzar los mares, utilizando naves rudimentarias, equipadas con instrumentos también rudimentarios, que le permitían situarse. Los fenicios fueron los primeros que emprendieron de modo sistemático el desarrollo del comercio y de la industria. Los progresos en la agricultura y en la navegación fueron de una gran importancia en los comienzos de la ciencia. La civilización se ha basado siempre en revoluciones materiales, es decir, tendiendo a mejorar el nivel de vida del hombre.

En la búsqueda de conocimientos, el hombre comenzó sin más bagaje que su ingenio nativo. Muy pronto, al querer imitar las fuerzas de la naturaleza, observó que actuaba con manifiesta desventaja: físicamente estaba peor dotado que las fieras salvajes que le rodeaban. En estas condiciones, el hombre podía sobrevivir con grandes dificultades ante los peligros de las enfermedades, las fieras y el clima. Sin embargo, en algún momento y lugar apropiados el hombre se hizo sedentario, aceptando el valor de las cosas que le rodeaban. El nacimiento de las villas o aldeas tuvo lugar hacia el 4200 a. de J. C. Entonces fué cuando empezó a observar e interpretar, y aplicó lo que aprendía para mejorar su situación. Sin darse cuenta estableció la base del progreso humano. Y si al principio dominaba

en la vida la acción ingenua e instintiva, después las acciones propias han estado guiadas por la reflexión crítica y racional.

En el aspecto técnico, el movimiento rotatorio ha jugado un gran papel desde los tiempos antiguos: su primera aplicación fué hacer girar rápidamente un palo entre las palmas de las dos manos para producir fuego o perforar algún material. Realmente, los primeros artificios técnicos basados en este movimiento fueron el molino de muelas de piedra, el torno alfarero y la rueda, descubiertos alrededor de 3000 a. de J. C., y bastante después se idearon el batán y el martinete de herrería. Esta clase de movimiento ha contribuído mucho a la revolución industrial, por ser posible con él la repetición de operaciones.

Un hecho decisivo que cambió fundamentalmente la vida fué el descubrimiento, también de índole técnica, de la extracción de los metales de sus menas oxidadas, alrededor del año 3500 a. de J. C., y de las menas sulfuradas, tostadas, hacia el 2500 a. de J. C. Ciertamente, todas estas técnicas eran puramente empíricas y no tuvieron otras consecuencias que las de índole material. Se aprendían directamente, enseñándolas unos a otros, y si bien la extensión del uso de los productos obtenidos mejoraron las condiciones de vida, no se sintió la necesidad de una educación general que normalizase las conductas, porque apenas existía relación entre las diversas actividades humanas.

España entró en la civilización al ponerse de manifiesto sus riquezas minerales, y éstas contribuyeron en grado sumo a que arraigase en el país la cultura romana.

Tan pronto como las antiguas economías consiguieron tener un exceso de riqueza y de los alimentos necesarios para el mantenimiento de la comunidad productora, apareció la demanda, principalmente con fines ornamentales, del trabajo fino de los metales, que es una mezcla de técnica y arte; inmediatamente se estableció una organización para sostener artesanos especializados que atendiesen a los nuevos servicios y necesidades, y en las antiguas ciudades se constituyeron hermandades y gremios de artesanos para la defensa de sus intereses y la enseñanza directa de sus oficios. Las aptitudes nativas del ser humano se atestiguan por los objetos ornamentales elaborados en tiempos anteriores al siglo v a. de J. C., de tal calidad estética y técnica que difícilmente han sido igualados después. Los antiguos Imperios del próximo Oriente desarrollaron y mantuvieron una

actividad técnica amplia y sumamente esmerada, puesta de manifiesto particularmente en los objetos cerámicos, en los vidrios y en el trabajo fino de los metales.

II. *Grecia y Roma.*

Los primeros anhelos espirituales que condujeron a manifestaciones culturales se iniciaron cuando el hombre tuvo la suficiente tranquilidad para pensar y fué acumulando ideas que le sirvieron de base para resolver problemas de índole más general que los individuales. Entonces empezó a darse cuenta de que dentro de él existían determinadas aptitudes específicas, útiles a la humanidad, y se intentó formar por reflexión y meditación un concepto del mundo y de la vida, basado en el raciocinio. Y en cuanto el hombre adquirió un cierto sentido de responsabilidad de su misión, buscó afanosamente un modelo de perfección humana para transmitirlo a los demás mediante la educación.

La curiosidad innata del ser humano fué el estímulo para conocerse asimismo y conocer la naturaleza de las cosas que le rodean, naciendo así el humanismo, que ni puede prescindir del hombre ni del medio natural en que vive y del que se nutre y se vale para atender a sus crecientes necesidades. Los griegos se preocuparon de establecer una manera de ser, después ha interesado la manera de hacer y la manera de comportarse.

Los filósofos occidentales estudiaron y observaron la naturaleza del hombre y extendieron la ley natural, que es una base lógica a la ética, con el fin de satisfacer las necesidades intrínsecas de la naturaleza humana y perfeccionar el carácter del hombre como individuo y como miembro de su comunidad. La ley natural es el fundamento de los sistemas de la ley positiva y civil.

Sócrates (470-399 a. de J. C.) poseía unas extraordinarias dotes de educador y una gran aptitud para meditar sobre todas las relaciones de la vida humana, por lo que ejerció una gran influencia en la formación espiritual de los jóvenes de su época. Intentó que cada alumno se diese cuenta de que la verdad se podía alcanzar por voluntad propia. La obra de Sócrates se orientaba más hacia la práctica y la moral que hacia la teoría, y, en cambio, en la obra de su discípulo Platón dominó el aspecto teórico. Platón contribuyó a afianzar la base iniciada por Sócrates con el fin de

disponer de un sistema de análisis racional, si bien no concedió realidad a los objetos individuales, porque éstos cambian continuamente, y estableció la realidad sobre ciertos tipos *ideales*.

En la antigüedad, en la enseñanza privada, interesaba menos la instrucción propiamente dicha que la formación del carácter. La educación empezó a obsesionar en el momento que el hombre se dió cuenta del valor de las aptitudes que se le han otorgado y se consideró el eje de este mundo.

Debido a sus características, el ser humano posee una capacidad asombrosa para educarse, gracia que le permite, primero, civilizarse sólo por intuición y, después, perfeccionarse mediante la formación del espíritu y la preparación de la inteligencia. Sabiduría en la antigüedad no quería decir ciencia humana, sino camino de perfección.

Desde el siglo x al iv a. de J. C. la educación clásica estableció paulatinamente sus principios, y al final de esa etapa alcanzó su pleno desarrollo. El primer período de gran esplendor que sucesivamente han disfrutado diversas naciones lo tuvo Grecia de 479 a 431 a. de J. C., en que Atenas se constituyó en dirigente intelectual, artístico y político del país, diciéndose que era la escuela de la Hélade o Helénica.

La sociedad, en sus comienzos, estaba imbuída de un espíritu guerrero, pero poco a poco, con el desarrollo de la cultura, se fueron introduciendo elementos letrados o intelectuales. El libro de los proverbios del Antiguo Testamento es un manual de educación moral con reglas de conducta para las diversas condiciones de vida y, sobre todo, para la formación del funcionario perfecto, en armonía con su cultura.

La pedagogía clásica mantuvo durante mucho tiempo su carácter rudimentario. El maestro no sabía facilitar al niño el acceso al saber: no pasaba del endotrinamiento pasivo. El esfuerzo del maestro se limitaba a esperar que el ingenio del niño venciera la dificultad que le embargaba. Cuando más, para vencer la indolencia, se aplicaban castigos corporales. Fuera del temor, el único ~~resorte~~ psicológico utilizable fué la emulación. Se enseñaba la escritura junto con ejercicios orales sobre textos que leía y comentaba el maestro, preguntando al alumno acerca de su contenido. Sólo el aprender a escribir ya encerraba serias dificultades, por lo que la educación la recibían muy pocas personas.

La gramática no se creó con un fin pedagógico, sino que fué una

ciencia de alta cultura, fruto de continuados esfuerzos comenzados en el siglo v a. de J. C. El estudio metódico de los elementos del lenguaje se inició en el siglo i a. de J. C., y la culminación, con el helenismo, del estudio gramatical hizo que en esa época dominase el espíritu crítico sobre el creador.

Pitágoras fué el primer filósofo que desarrolló la idea abstracta de los números, y si bien los conceptos que adquirió al principio el hombre no fueron otra cosa que especulaciones interesantes, después le proporcionaron los medios para computar el tiempo y la distancia, para repartir la tierra y para el comercio, el registro de transacciones y la formación de un censo de suministros y habitantes. Al poder valorar el hombre, con las matemáticas, las cosas específica y cuantitativamente, dispuso del punto de apoyo que necesitaba para el subsiguiente desarrollo de la astronomía y la mecánica; y a partir de entonces se ha dado cuenta de que las matemáticas son para él la ciencia más útil e imprescindible.

En general, lo mismo la idea que se ha tenido de la educación como lo que se ha pretendido con ella han sido admirables; pero, en cambio, no siempre han estado acertados los sistemas aplicados para su desarrollo, sencillamente porque éstos no son fáciles de acomodar con justeza a las condiciones psicológicas, mentales y temperamentales de los jóvenes y a las características sociales y económicas de los ambientes, aun dado por sentado que se tenga logrado el elemento fundamental, el maestro.

En el siglo vi a. de J. C. surgió en Grecia un poderoso movimiento intelectual, y entonces quedaron planteados muchos de los problemas fundamentales de la ciencia, pues la filosofía griega empezó siendo predominantemente cosmológica.

La orientación filosófica de los pensadores de Jonia se encaminó al conocimiento del mundo exterior, la naturaleza, siendo la cuestión fundamental saber de qué estaba hecho el mundo, cuya contestación hubo de esperar hasta el siglo xvii de nuestra Era.

En el período comprendido entre Pitágoras y Platón, en las grandes mentes griegas se vislumbraron las posibilidades de la ciencia y su carácter general, pero el ambiente no invitaba a esos estudios. En tanto que la vida intelectual era privilegio de los pocos instruidos y de aquellos que poseían medios en abundancia y tiempo para dedicarse a la lectura, el número de esclavos necesarios era muy grande. Así se explica que en la gran

Grecia, en casi mil años, sólo se logrará un florecimiento, en realidad, más bien pequeño.

El *cuadrivium* pitagoriano comprendía aritmética, geometría, astronomía y acústica. Si el arte y la poesía son manifestaciones espontáneas del ser humano, las matemáticas constituyen una de las primeras técnicas que ha necesitado y elaborado el hombre. Platón, que fué discípulo de Sócrates en filosofía y de Pitágoras en matemáticas, proclamó la gran virtud educativa de las matemáticas y dijo que no había otro objeto de estudio comparable al de éstas, pues sirven para despertar el espíritu y ejercitar el pensamiento, la memoria y la vivacidad en las concepciones.

Un hecho importante que dió relieve y continuidad a la civilización griega fué que toda conquista del ingenio estuvo seguida de un anhelo de enseñanza para su difusión, si bien donde se realizó el mayor esfuerzo pedagógico fué en el campo de la filosofía. Los pitagóricos fundaron la Escuela filosófica de Crotona, Institución que fué copiada después en la Academia de Platón y en el Liceo de Aristóteles, donde ya la educación antigua alcanzó su madurez y permanencia.

Así se explica que en la época clásica estuviese muy arraigada la escuela donde se enseñaba a leer, escribir y contar. La institución de la escuela se proyectó hacia el último tercio del siglo VII a. de J. C., y ya funcionaba con cierta amplitud hacia 480 a. de J. C., sin que desapareciese la educación privada.

Aristóteles, que era más observador y realista que Platón, se dedicó con fervor a la enseñanza y decía que sólo se sabía haciendo: *saber es hacer*. Muchas de sus obras son fruto de sus explicaciones en la clase. Durante el siglo V a. de J. C., debido al amplio desarrollo de la cultura griega, se sintió la necesidad de una cultura general más elevada que la que ofrecían las escuelas existentes a base de matemáticas, gimnasia y música. Las habilidades mentales o físicas se han cultivado y admirado siempre y han existido desde que se conoce y existe el hombre.

Aristóteles señaló la importancia de los estudios primarios, considerándolos fundamentales y básicos; después se ha demostrado que estos estudios son el cimiento de la educación. En el año 334 Aristóteles fundó en Atenas una escuela filosófica denominada Liceo, aneja al Gimnasio. Para este pensador, uno de los fines del Estado era la educación moral del mayor número posible de ciudadanos.

Las enseñanzas que recibió Alejandro Magno de Aristóteles hicieron sedimentar en aquél tal riqueza espiritual, que determinó que la expansión macedónica fuese el cauce por donde se difundió la cultura griega. A las enseñanzas de Aristóteles se debió principalmente la empresa imperial de Alejandro Magno.

A partir del año 300 a. de J. C., la ciencia griega se desplazó a Alejandría, empezando ésta a decaer hacia el año 300 de nuestra era.

Al desaparecer Alejandro Magno se perdió la unidad política, pero, sin embargo, se logró en gran parte la formación de un mismo tipo de ideal humano entre los pueblos que habían recibido la misma educación; es decir, en todos aquellos lugares donde se instalaron los griegos y establecieron sus escuelas primarias y gimnasios.

Los filósofos helénicos posteriores a Alejandro, que recibieron la influencia de la civilización griega, afianzaron la permanencia y eficacia de la educación al conseguir que ésta tuviese carácter autónomo, separándola del problema político. Entonces la cultura personal adquirida por la educación clásica se consideraba como *el fin más precioso que se ha dado a los mortales*. La educación helénica constituía un conjunto completo de estudios desde los siete a los veinte años.

La enseñanza secundaria proporcionaba a los jóvenes una sólida cultura general que les permitía seguir con provecho la instrucción superior. La enseñanza superior ofrecía diversas especialidades: retórica, filosofía y medicina.

Finalmente, coronándolo todo, había ciertos establecimientos científicos privilegiados, tal como el Museo de Alejandría, donde los sabios más calificados se dedicaban libremente a sus investigaciones, y alrededor de ellos se agrupaban los discípulos en un verdadero Seminario de altos estudios. El primer maestro de matemáticas de Alejandría fué Euclides.

Alejandría sustituyó a Atenas como maestra y antorcha del saber del Mediterráneo. Y en la Persia helenizada se formó un núcleo activo, que fué la reserva útil de la tradición y de la cultura helénicas. Los árabes conquistaron Persia en el siglo VII, y de allí trajeron a España la doctrina de Aristóteles, junto con la ciencia de los griegos.

La educación se reglamentó oficialmente en la época helénica y dejó de ser una exclusiva de la iniciativa privada, considerándose la legislación escolar como uno de los atributos de los Estados civilizados. En los tiempos

helenísticos, la gimnasia y la música fueron sustituidas, en parte, por los estudios literarios, que se encontraban en pleno progreso. El maestro de escuela, entonces, estaba encargado de enseñar, pero no educaba al niño, es decir, no lo formaba en relación con su moral, carácter y estilo de vida. La asociación de la instrucción primaria y la formación moral es una herencia del Cristianismo.

Aunque en los primeros tiempos, valiéndose de las matemáticas, el hombre podía determinar las fases y posiciones de los planetas, así como las situaciones terrestres, no se aplicaron verdaderamente las matemáticas a la solución de problemas astronómicos hasta después de haber transcurrido muchos siglos.

El estado teológico de la ciencia, iniciado con el hombre prehistórico, achacaba el origen y naturaleza de lo que le rodeaba a mitos, en los que cada cosa y cada fuerza natural era un dios o una figura humana. Este estado se mantuvo hasta el siglo VI a. de J. C. en que nació un movimiento intelectual basado en el raciocinio. Pero con tantos dioses no se podía concebir la unidad.

La ciencia del antiguo mundo estaba vinculada, principalmente, a los movimientos celestes, porque ni los equipos técnicos ni el ambiente social eran propicios para estudiar los movimientos terrestres. Los movimientos celestes se han observado desde los tiempos más remotos; pero las teorías de los astrónomos se limitaron, por espacio de muchos siglos, a crear representaciones de esos movimientos, sin la preocupación de averiguar y explicar su causa.

Cuando las conquistas de Alejandro Magno facilitaron la unificación del cercano Oriente con toda la cuenca del Mediterráneo oriental, la astronomía babilónica ejerció particular influencia sobre la ciencia griega. Así, a partir del año 150 a. de J. C., los griegos iniciaron la sustitución de los esquemas aritméticos por métodos trigonométricos, lo que sirvió para idear, hacia el año 100 de nuestra Era, la trigonometría esférica, que permitió construir toscos instrumentos astronómicos, basados en la proyección estereográfica de la esfera. La falta de instrumentos astronómicos fué la causa de que la escuela de Alejandría no consiguiese mayores avances en astronomía.

Se dice, como hecho relevante, que, a partir del siglo III a. de J. C., la astronomía teórica fué el único campo en que durante más de mil años

se usaron los métodos matemáticos para la descripción y comprensión de los fenómenos naturales, sin duda por el gran interés que encerraba la astronomía por su relación con la navegación. Así puede decirse que la verdadera ciencia comienza con la geometría abstracta de los griegos, con el principal objetivo de interpretar los fenómenos naturales.

Los griegos eran ante todo poetas, filósofos y matemáticos; pero su educación era más bien artística y deportiva que científica, y el primer elemento propiamente intelectual que apareció en esa época fué el literato.

El científico clásico pudo tener una clara visión del método científico dándose cuenta de la necesidad de la deducción y la comprobación, por lo que realizó experimentos. Así el contraste típicamente griego entre las artes liberales y las artes mecánicas prejuizaba la cooperación de la ciencia con la tecnología.

Las ciencias en general comprenden el proceso de la generalización, y su estudio estimula el hábito de la meditación. La lógica y las matemáticas, ciencias abstractas, constituyen el campo del mero pensamiento, en tanto que las ciencias de la naturaleza requieren además el uso de la percepción de los sentidos.

Es cierto que la palabra *ciencia* en su más amplio sentido es sinónima de erudición e inteligencia; pero, cuando se usa en el sentido de ciencia natural, el uso la ha restringido al conocimiento ordenado de los fenómenos naturales y a las relaciones entre ellos. Un conocimiento de los fenómenos naturales sin saber las relaciones entre ellos no es ciencia.

Se atribuye a Platón (429-347 a. de J. C.) lo siguiente: «Cuando aprendemos la dependencia mutua y la trabazón de los estudios y examinamos sus mutuas afinidades, pienso que entonces, y no hasta entonces, se puede aspirar a que aquéllos tengan algún valor.»

Los griegos dirigieron sus pensamientos hacia el hombre, aunque con orientaciones prácticas al servicio principalmente de la crítica y de las costumbres. Entre ellos dominaba la oratoria, y la educación se preocupaba del lenguaje, de la dialéctica y de la enseñanza de conocimientos relacionados especialmente con la vida pública. Los filósofos griegos eran muy aficionados a la discusión. La civilización griega mantuvo vivos los principios de la estética y de la razón y, si bien fué la fundadora del movimiento científico, se interesó muy poco por estos estudios. El que más se distinguió en orientar la escuela del pensamiento griego hacia la men-

talidad científica fué Aristóteles; pero fué opuesto a cualquier forma de experimentación, y debido a su gran influencia, no se hizo caso a la idea expuesta por anteriores filósofos griegos acerca de la atomicidad de la materia, por creer que toda ella tenía la propiedad de la tierra, el aire, el fuego o el agua o sus combinaciones. En general a los filósofos griegos les obsesionaba la generalización, pero no les interesaba la observación.

En cambio, la técnica, que procedía de Oriente, era menospreciada por los escritores griegos, a pesar de que entre los siglos VI y IV a. de J. C. ese pueblo fué capaz de hacer notables progresos en la mecanización, destacando en las dos técnicas características de su cultura: la navegación y el teatro; pero, hasta ese período, los artificios mecánicos usados por los griegos eran casi los mismos que se utilizaban en los antiguos Imperios, y todavía resaltaba más el primitivismo de su agricultura.

Los griegos lograron grandes avances en diversos campos del saber científico, por ejemplo, en matemáticas y astronomía, pero no progresaron mucho en la ciencia experimental, porque cometieron el error de estar pendientes principalmente del razonamiento y no siempre comprobaban lo que se les sugería con la observación. Tales, el fundador de la geometría griega, descubrió algunas cosas de manera abstracta y otras de manera intuitiva o sensible. El saber de geometría de los griegos explica en gran parte la arquitectura griega.

De hecho, Grecia no atendió a su problema de producción, que lo dejaron completamente en manos de los esclavos, y la crisis económica agotó a los hombres de ciencia pura del país.

Les interesaba muy poco el empleo de los conocimientos, obsesionados con la idea de que el hombre ansía el saber, y cuando no ocurre así ya no es hombre.

A pesar de que el *cuadrivium* se estudiaba en la enseñanza secundaria y se conocía y se valoraba la técnica, que, sin embargo, se consideraba trabajo de esclavos, la cultura clásica constituyó una formación estética, artística y literaria. La educación clásica pretendía formar al hombre en un sentido individual prescindiendo de las realidades materiales.

El científico clásico era excesiva e ingenuamente empírico, y como no concedía valor a la observación, mal podía aprovechar para su ciencia la experiencia adquirida en la artesanía. Claro que las herramientas usadas en los primeros tiempos proporcionaban muy poco estímulo a las mentes

y manos de las gentes precoces. A los griegos les preocupó sólo conocer la esencia inteligible que gobernaba los cambios del universo y cultivaron la ciencia natural, más para aprender lo que sucedía que para usarla.

Tal vez el primero que alentó a la ciencia proponiendo problemas prácticos y precisos fué Arquímedes (287-212 a. de J. C.), considerando la naturaleza desde el punto de vista de un científico experimental. Fundó la ciencia de la mecánica, y puede decirse que de las ideas de Arquímedes partieron los científicos del siglo XVI de nuestra Era.

Después de Arquímedes el estudio de la ciencia se desplazó en gran parte a la famosa escuela de Alejandría, donde se estudiaba biología, física, química y matemáticas; pero en la materia que más se distinguieron fué en astronomía, desarrollando la teoría conocida, como sistema de Ptolomeo, que consideraba a la tierra como centro del universo.

Los romanos, gente más práctica, plasmaron en realidades las ideas de los griegos y las extendieron a otras naciones, dando lugar a una enorme difusión de la civilización. Sin embargo, en ciencia no manifestaron ninguna originalidad.

Hecho bastante extraño es que a los romanos, que crearon con el latín uno de los instrumentos mejores de expresión y pensamiento lógico y claro y, además, eran aventajados ingenieros civiles, no les agradasen las matemáticas a pesar de haberse demostrado después que no es posible sin ellas el pensamiento preciso.

Es natural que, de las dos características del hombre, el lenguaje y la inteligencia, fuese la palabra, que es la espontánea, la que se explotase antes para distinguirse de las masas, ya que la inteligencia, para progresar, requiere mayor esfuerzo y preparación y es más difícil su puesta en actividad, pues exige un campo de actuación y una técnica para relacionar el saber. No es extraño, pues, que la gran originalidad de la enseñanza latina fuese la de ofrecer a los jóvenes ambiciosos la carrera jurídica. En Roma existió una ciencia del Derecho que se apoyaba en un sentido elevado de lo justo y del bien, así como del orden. Esta sabiduría fué durante mucho tiempo intuitiva, y en parte reflejaba la fuerza lógica del aristotelismo y la riqueza moral del estoicismo.

El ideal de los griegos y los romanos fué *mentes sanas en cuerpos sanos*. La preocupación radicaba en el cuerpo y en la mente y se cuidaban muy poco del alma, a diferencia de la Edad Media en que lo principal

eran los problemas del alma, y su cultura comprendía la literatura, con poca lingüística, y mucha filosofía. Desde luego incluían las ciencias tal como se conocían entonces, ya que la ciencia no se había separado aún de la filosofía. Era una cultura de habilidad mental y física.

A pesar de todo ello, F. Granger en su *Vitruvio en la arquitectura* dice que Vitruvio, después de descubrir la relación mutua entre la artesanía y la técnica en el trabajo realizado por el ingeniero, *Architectus*, sugirió cómo se había de preparar éste y dijo que los ingenieros «que sin cultura aspiran a una pericia manual no pueden ganar el prestigio correspondiente a sus trabajos, mientras que los que confían en la teoría y en la literatura claramente persiguen una sombra y no una realidad. Pero los que dominan las dos cosas, como hombres equipados con una armadura completa, pronto adquieren influencia y alcanzan sus propósitos».

Al principio fué difícil separar las obras de ingeniería de las de arquitectura. El arte de la ingeniería se remonta a la antigüedad, si bien los primeros ingenieros no siempre eran reclamados para aprovechar los recursos naturales o para hacer economías, sino que gran parte de sus energías las empleaban en idear máquinas de guerra. Antes del siglo XVIII la preparación del ingeniero se hacía por aprendizaje.

El mundo greco-romano llevó a los pueblos de Occidente la técnica de los antiguos imperios del cercano Oriente y al mismo tiempo la civilización y el dominio político propios.

Cuando surgió el Imperio Romano existía un marcado interés por la ciencia; a partir del siglo III de nuestra Era fué cada vez más patente la influencia griega, y entonces se produjo la separación del tronco de la filosofía de una serie de ciencias especiales, merced al trabajo realizado en Alejandría. Pero, por un lado, el poco valor y la abundancia de la mano de obra esclava, que no favorecía el trabajo de artesanía y tampoco incitaba a obtener mejoras en las máquinas empleadas, y, por otro lado, la concentración de su interés en la ciencia aplicada, desarrollada en la agricultura, la ingeniería y los riegos, dieron lugar a que los progresos en las ciencias fundamentales fuesen insignificantes. Galeno, aunque de origen griego, floreció en los tiempos romanos y consiguió grandes avances en fisiología y medicina.

A partir del siglo IV, cuando el Imperio Romano adoptó oficialmente

la religión cristiana, se abolió el empleo de la energía humana para moler el trigo.

El resurgimiento del Imperio Romano y el orden llevado por él a grandes extensiones del mundo estimularon en grado sumo el interés por penetrar en los secretos de los oficios relacionados con la metalurgia, la ingeniería militar, la construcción de edificios y la ingeniería civil, la fabricación del vidrio y la producción de cerámica.

La civilización romana, desde el punto de vista intelectual, es hija de la civilización griega; pero en el aspecto social aportó su contribución al patrimonio común de la humanidad, transmitiéndonos una legislación admirable. Un efecto importante de la legislación romana en la mentalidad de la Edad Media fué el amplio sentido del orden, que contribuyó a orientar y dar eficacia a las mentes de la Europa Occidental.

La escuela latina no tuvo tradición pedagógica propia, continuando con la característica antigua de la uniformidad, a pesar de que en la misma antigüedad se criticaba el absurdo de seguir una pedagogía artificial que parecía actuar deliberadamente de espaldas a la vida.

En la misma enseñanza de la literatura, el profesor se cuidaba más de satisfacer la curiosidad erudita que de ayudar a hacer sentir a los alumnos los valores estéticos, característica que se acentúa en las escuelas latinas. El verdadero hombre culto no era solamente un letrado, sino también un erudito.

Al Imperio Romano corresponde el mérito de una enorme expansión civilizadora y el de acrecentar el interés de la sociedad por la enseñanza. A partir del siglo IV se encuentran en todos los sitios escuelas públicas o municipales, a la vez que subsiste la enseñanza privada, y entonces se promulgó una legislación muy meticulosa de la enseñanza en atención a la necesidad que el Estado tenía de funcionarios aptos.

La educación romana bajo el Imperio, al igual que la helenística, fué esencialmente estética, si bien los romanos encontraron en las escuelas de retórica griegas un acicate para preparar a los alumnos para la carrera del Foro. Entonces el orador que deseaba formarse perseguía ante todo hacerse abogado.

La diferencia entre las escuelas griegas y las latinas radicaba en que los griegos cultivaban preferentemente la filosofía—y también durante mucho tiempo la medicina—y los romanos crearon con sus escuelas de De-

recho un tipo original de enseñanza superior, una nueva forma de cultura, que se acercaba más a la práctica de la vida.

Hasta los tiempos de Cicerón la enseñanza del Derecho era práctica, y el maestro era más un práctico que un maestro. A partir de la generación de Cicerón, la pedagogía responde a los dos aspectos, práctico y sistemático o teórico, y, aprovechando los recursos de la lógica griega, el derecho romano se ha enseñado después formando un excelente cuerpo de doctrina.

En el siglo II existieron despachos de consulta que eran a la vez escuelas públicas de derecho. En Roma la educación clásica se puso al servicio del Estado.

En los últimos tiempos del Imperio Romano se produjo una disminución gradual de la autoridad central y, consecuentemente, aminoró el interés por la cultura y por la técnica. Los escritores romanos empezaron a lamentarse del abandono en que se tenía a la ciencia aplicada y ensalzaron la inventiva de los bárbaros. El autor desconocido de *De rebus bellicis*, que se distinguió por sus invenciones en el ahorro de energía humana en los ejércitos, hacia el año 370 dijo: «La invención es una cualidad que vemos concedida sin tener en cuenta las personas; porque aunque los pueblos bárbaros no adquieren poder con la elocuencia ni rango ilustre con los empleos, sin embargo, en modo alguno se pueden considerar extraños a la inventiva mecánica, para la cual les ayuda la naturaleza.»

El derrumbamiento del Imperio Romano condujo a una disipación general de la riqueza acumulada y de la experiencia artesana del antiguo mundo. El hundimiento de la civilización romana se produjo antes por el lado de la Europa Occidental. Como consecuencia, cuando disminuyó el cataclismo debido a las invasiones bárbaras en Occidente, la penetración de los avances tecnológicos de Este a Oeste persistió en ese sentido, aunque con intensidad variable, por lo menos hasta el Renacimiento. Esto contrasta con los avances técnicos basados en la ciencia que se han desplazado del Oeste al Este.

En el desarrollo de las técnicas de las antiguas artesanías jugó un gran papel el capataz. En los tiempos romanos se pagaba bien a los capataces que supervisaban el trabajo de los esclavos en las minas, haciendo honor a su denominación, es decir, al ser el más capacitado.

El contraste, que anteriormente se puso de manifiesto, entre las artes liberales y las mecánicas se hizo más patente en ese momento, produciéndose

claramente la divergencia entre el humanismo arraigado en la cultura greco-romana y el tecnicismo impuesto por la sociedad.

Se tiene que reconocer que, con el advenimiento de las culturas clásicas, las destrezas técnicas no avanzaron proporcionalmente a otras actividades humanas, y en algunos aspectos, especialmente en la destreza para el uso de los medios disponibles, los greco-romanos ni siquiera fueron superiores a las gentes de los antiguos imperios. Tanto en Grecia como en Roma dominaba el interés por el arte, la literatura, la ética y el pensamiento, y la concepción de la educación era servir al Estado.

Ahora bien, es un hecho cierto que, desde finales de la Edad Media, la superioridad de Occidente se ha basado en las técnicas industriales, y particularmente en la producción en masa.

Sin duda alguna, en las actividades humanas de la antigüedad ejerció una enorme influencia la estructura social de entonces, con sus secuelas de la esclavitud y el servilismo, y sólo cuando la cultura pudo desasirse de ellas se emprendió con éxito el cultivo de la ciencia para mejorar la condición humana.

Las épocas heroicas, que hacen surgir los nuevos pueblos o elevarse los antiguos, acarrear en general la destrucción, particularmente de todo lo que se teme y representa organización y poder. Eso es lo que hicieron Grecia y Roma en relación con las civilizaciones antiguas del cercano Oriente. Instintivamente, el vencedor se obsesiona por emprender una ruta distinta a la seguida por sus oponentes, ante el temor de no poderles aventajar en aquello en que destacaba el pueblo desplazado o vencido y que le había dado su preponderancia. Después, a medida que pasa el tiempo, cuesta más trabajo variar de ruta, puesto que el desnivel con el adversario es aun mayor.

Naturalmente, lo que puede destruirse es la parte material, los medios, pero no el espíritu ni la cultura, y ya lo han demostrado en diversas ocasiones varios pueblos, el alemán y el español entre otros, que, cuando se mantiene firme el espíritu, no se desaparece, aunque en todos los casos haya que ajustarse a la realidad presente de la vida para no estancarse.

Las mentes griegas se obsesionaron con el cultivo del espíritu y el desarrollo de la inteligencia—estética y razón—, y no es fácil explicar cómo concedieron toda la preponderancia a las concepciones abstractas para conocer las cosas y descuidaron en el grado que lo hicieron la aplicación de

la inteligencia a las labores manuales, que ya se encontraban desarrolladas en grado y calidad para poder llegar a conocer las cosas mediante la práctica, lo que indudablemente los hubiera hecho más completos. Sin duda les dominó la idea de que podrían llegar a comprender el Universo mediante concepciones abstractas, para condensar en escritos todo el saber. La ciencia ha puesto de manifiesto después que un racionalismo antisatisfecho o incompleto es en efecto una forma de antirracionalismo. Lo cierto es que en ninguna época se ha podido intentar todo a la vez, y el camino emprendido en cada momento ha sido el que se ha considerado más fácil o más necesario.

III. *El Cristianismo.*

El Cristianismo incorporó una nueva vitalidad a la educación, pues una de las preocupaciones más arraigadas en él, desde los primeros tiempos, es la formación de los niños, según se manifiesta en los consejos de San Pablo a los padres y en el establecimiento de la *Educación cristiana* por San Clemente I, a base de la iniciación dogmática y la formación moral.

La religión cristiana, desde un principio, ha necesitado imperiosamente de un mínimo de cultura. Así decían los musulmanes que era una religión de libro: los libros sagrados del Antiguo y del Nuevo Testamento.

El Cristianismo nace en la Palestina helenística y se desarrolla y toma su forma en el seno de una civilización greco-romana, y allí recibe un sello indeleble que perdura a través de los tiempos.

El Cristianismo es ante todo una religión que a los elementos vitales de Grecia y Roma—el desarrollo mental y el material—aportó el dinamismo moral con el propósito de regular las relaciones entre Dios y el hombre, y asimismo comprende un ideal de cultura, es decir, una manera de conducirse en la vida terrena. Se puede decir que a partir de entonces el saber está ligado con el destino del hombre.

La esencia del Cristianismo la constituye la responsabilidad personal, el desarrollo de la conciencia y la obligación del individuo de aceptar un conjunto sano de valores morales, éticos y espirituales que regulen los ideales y aspiraciones de la humanidad.

Se tenía la idea de que la educación clásica constituía una magnífica

técnica para la formación de un tipo humano perfectamente desarrollado; pero, sin embargo, faltaba injertar la fe y el don sobrenatural para realizar el trabajo con esperanza y entusiasmo. El Cristianismo, después de algunas dificultades, aceptó el humanismo clásico como base para dar acogida a la gracia y a la fe. Adoptó el sistema de la educación clásica, porque era consciente de la necesidad del saber, pero no la cultura que impuso esa educación, a pesar de que se ocupaba asimismo del problema del hombre.

En los cuatro primeros siglos de nuestra Era normalmente no existió la escuela cristiana en los grados de enseñanza primario y secundario. A mediados del siglo II aparecieron las escuelas superiores de teología cristiana, que tuvieron un gran relieve en la investigación y en la presentación sistemática de la verdad revelada. Entonces la exégesis—el comentario—y la teología se hicieron las disciplinas características de la nueva cultura esencialmente cristiana, que caracterizó la civilización del Bajo Imperio o de Bizancio. En cambio las instituciones pedagógicas progresaron muy poco en los siglos III y IV, pues si bien se estableció un tipo de cultura cristiana, no existían las escuelas cristianas. A pesar de que San Agustín planteó la parte teórica de esa cultura, definiendo los objetivos, plan y métodos, sin embargo no intentó un sistema apropiado de educación.

Las escuelas cristianas que primeramente aparecieron fueron las de los Monasterios, a partir del siglo IV, limitadas a la educación de los novicios, con la característica de conceder primacía a lo sencillo, en oposición a la pedantería intelectual que muchas veces acompañaba a la cultura antigua. Según Santo Tomás, «hay que llegar a la mar por los riachuelos, no de repente». En el furor de la invasión de los bárbaros, cuando existía el peligro de la desaparición de la civilización Occidental, los Monasterios redoblaron sus esfuerzos para llevar los monjes a los claustros, y aparece un segundo tipo de escuela cristiana, la episcopal, para instruir dogmática, litúrgica y canónicamente a los miembros de la clerecía.

El segundo Concilio de Toledo, en el año 527, prescribió que los jóvenes destinados al clero debían ser instruidos a partir del momento de ser tonsurados, en la casa de la Iglesia, bajo la vigilancia del Obispo, regla que se mantuvo un siglo después en el cuarto Concilio de Toledo, de 633. De este modo se consiguió el perfeccionamiento de la red de parroquias rurales, con el consiguiente éxito en la evangelización de las masas, a pesar

de que las escuelas monásticas y seculares tenían un horizonte muy limitado, no pasando de ser escuelas con cierto tecnicismo para formar monjes.

Con todo, las escuelas religiosas en los siglos VI y VII practicaron una pedagogía original por su espíritu y sus métodos, abriendo el camino a un nuevo tipo de educación distinto del de la antigüedad clásica. En las escuelas monásticas se estableció un íntimo lazo entre el maestro y el director espiritual, precursor de la enseñanza actual con profesor tutelar.

Desde el siglo VII al XII, en la mayoría de los países de la Europa occidental, prácticamente las únicas instituciones que en realidad se interesaron por la tarea de enseñar eran los Monasterios. Las primeras escuelas de gramática fueron monásticas, y son varios los autores que señalan inquietudes humanísticas de gran valor en dichas escuelas. La instrucción era literaria y la educación religiosa, y si la primera podía ser memorística, en la educación religiosa se buscaba que el escolar pensase.

Tanto las escuelas monásticas y catedralicias como los enciclopedistas latinos eran principalmente teológicos y morales, con el fin de que la vida y el comportamiento del ser humano se basasen en la religión. El estudio de la naturaleza no se encaminaba hacia la búsqueda de hipótesis y generalizaciones de la ciencia, sino para proporcionar símbolos vivos de las realidades morales. En los primeros tiempos de la Edad Media, el mundo natural tuvo un interés casi exclusivamente teológico. San Agustín, en sus investigaciones filosóficas, inició el examen de la base racional de su fe. Para San Agustín, aparte de cualquier objeto material, existían formas o ideas eternas.

El mejoramiento gradual de los conocimientos técnicos, después del colapso sufrido con el derrumbamiento romano, se produjo en Occidente a partir del siglo X, tendiendo hacia el uso industrial de los artificios técnicos conocidos ya en la antigüedad, pero que habían quedado inactivos o considerados simplemente como juguetes. España, a finales del siglo XV, estaba en muchos aspectos técnicos manifiestamente avanzada.

Durante la Edad Media, y puede decirse que hasta finales del siglo XVIII, la agricultura fué la ocupación básica, y a esto se debe que en esa actividad se hicieran los primeros mejoramientos medievales de las técnicas clásicas.

Sin embargo, hay que reconocer que de todas las artes prácticas de la Edad Media, la medicina fué la que consiguió resultados más sorprendentes al asociar la experiencia y el raciocinio, encontrando soluciones empíri-

cas a importantes problemas y estableciendo la actitud científica básica que caracteriza la práctica moderna. El empirismo técnico parece ser uno de los orígenes del racionalismo científico.

San Isidoro (560-636) en sus *Etimologías* hizo un brillante resumen del saber científico de los griegos intentando resucitar y extender en el Occidente latino dicho saber. El Renacimiento Sidoriano creó un nuevo tipo de civilización española-cristiana.

Después de la fundación de Montecassino por San Benito, en el año 529, se extendieron por la Europa occidental los Monasterios con sus escuelas; al establecer Cassiodoro en su monasterio un hospital publicó una obra, *Institutio Divinarum Litterarum*, con algunos consejos muy precisos y prácticos sobre el empleo medicinal de las hierbas.

El arte de la jardinería se practicó en las civilizaciones mesopotámica y egipcia; después de los tiempos romanos, las primeras noticias sobre jardinería, en la Europa occidental, datan del siglo IX, y la importancia de éstas en los Monasterios radicó en el contenido social del cultivo de las plantas como alimento, como adorno y, sobre todo, como medicamentos. Los Monasterios tuvieron desde sus principios jardines botánicos.

Aunque los primeros efectos del contacto entre los Monasterios y los hechos de la naturaleza se manifestaron en el arte, sin embargo, la utilización de ciertos productos minerales y plantas como medicamentos intensificó el interés por los objetos naturales, lo que contribuyó a su vez a preparar el surgimiento del naturismo a finales de la Edad Media, que sirvió para imbuir en la mentalidad europea el elemento final necesario para el brote de la ciencia.

A partir del siglo XIV se establecieron los jardines botánicos en algunas escuelas de medicina. Las primeras escuelas de este tipo las fundaron médicos judíos y moros en Montpellier y Salerno, y éstas fueron los centros principales del movimiento naturista que había de conducir a los descubrimientos científicos de la época de Copérnico, con la iniciación de la nueva cosmología. En general, las escuelas de medicina tuvieron un gran valor en el desarrollo de la ciencia moderna.

Otro efecto importante sobre la mentalidad de la Edad Media fué el amplio sentido de orden que imperó en aquella época gracias a la legislación romana. Según Lecky, en la *Historia de las morales europeas*. La legislación romana se formó, en primer lugar, según un modelo filosófico, puesto

que en vez de ser un nuevo sistema empírico ajustado a los requisitos de la sociedad de entonces, se basaba en principios abstractos de derecho que se obligaban a cumplir.

La Edad Media constituyó un gran adiestramiento de la inteligencia en el sentido del orden. Por otra parte, la idea de Dios adquirida en la Europa occidental hizo que se tuviera fe en las exploraciones realizadas de la naturaleza.

La fe de los científicos en que todo suceso particular se pueda relacionar con sus antecedentes de manera perfectamente definida dentro de principios generales, estimuló el trabajo de los científicos.

Seguramente los grandes genios, tales como Aristóteles y Arquímedes, debían estar dotados de mentalidades completamente científicas, que instintivamente comprenden que todas las cosas grandes y pequeñas son concebibles como ejemplos de principios generales que gobiernan el orden natural; pero, sin embargo, esa íntima convicción no la sintió la gente educada hasta finales de la Edad Media, y fué precisamente entonces cuando la invención estimuló el desarrollo del pensamiento. No puede haber ciencia viva en tanto no se tenga una amplia convicción instintiva de la existencia de un orden natural de las cosas.

En el sig'o XII se cultivaban los estudios generales, y en el XIII, que fué el de afianzamiento de las Universidades, se inició la sistematización de los estudios. Las escuelas de medicina y de leyes se establecieron primeramente en Italia en los siglos X y XI, y las de filosofía y teología en el siglo XII en España, Francia e Inglaterra.

A estas cuatro Facultades universitarias se incorporó la de ciencias en el siglo XVII y la de ingeniería en el XIX. El primitivo propósito de las Universidades fué la concesión de los grados superiores que daban derecho a los graduados para enseñar en una Universidad. La disciplina moral de la Edad Media condujo al individualismo.

La Universidad de Constantinopla, que funcionó de 425 a 1453, puede decirse que fué la solera de la tradición clásica, y su enseñanza siguió dichas normas. La educación profana de la Universidad imperial quedó contrarrestada por la escuela patriarcal, que fué una institución verdaderamente original, que debió crearse hacia el siglo VII y que estaba perfectamente constituida en el siglo XI.

La sociedad bizantina era profundamente cristiana y concedió una gran

importancia a las cuestiones propiamente religiosas y especialmente a la teología, pero, a la vez, se mantuvo fiel a las tradiciones del humanismo antiguo, y las aportaciones bizantinas ejercieron una gran influencia en el Renacimiento occidental de los siglos xv y xvi.

La escuela patriarcal no limitó su enseñanza a la religión y puso un gran interés en dar una formación básica. Junto a la Facultad de Teología se encontraba la Facultad de Artes, dirigida por un maestro de retórica y otro de filosofía. Frente al humanismo clásico de la Universidad, la escuela patriarcal cultivó un sentido humanístico cristiano.

Por otra parte, Carlomagno, protector de las letras, empezó estableciendo en su palacio una escuela bajo la dirección de Alcuin (735-804), en la que parece se enseñaba la geometría como una de las siete artes liberales, y creó bastante escuelas; pero no tuvo éxito en su empeño de extender los beneficios de la instrucción a la capacitación de los gobernantes y directivos de su tiempo, porque no había sido preparado el terreno para que prosperase la cultura. Sin embargo, con el renacimiento carlovingiano se reprodujo el interés por los estudios y se renovaron, con algunas variantes, los procedimientos de la pedagogía antigua. Ello fué la base para que la Cristiandad occidental, a partir del siglo xii, idease instituciones y métodos pedagógicos distintos y verdaderamente originales.

En el siglo xii se manifestó el declive mahometano y en ese período se produjo la correspondiente elevación cultural en la Europa cristiana, cuando el hombre creó los medios para desplazarse sobre la superficie de nuestro globo, inventando la brújula y el reloj, tan útiles en la navegación.

La creación de los Agustinos y los Benedictinos se realizó con el fin de dedicarse a la oración en todos sus monasterios; pero, no obstante, durante los siglos viii, ix y x destacaron por el florecimiento de sus escuelas. Las órdenes mendicantes de Santo Domingo y San Francisco conciliaron la vida activa con la contemplativa. La primera palabra para Santo Domingo era el saber y para San Francisco el obrar. En Santo Domingo predominó la inteligencia y en San Francisco el sentimiento y la acción.

Los Agustinos tenían una gran tradición científica y su regla influyó en la de los Dominicos, y también los Franciscanos se dedicaron al estudio de la ciencia.

A finales del siglo xii y principios del xiii se produjo una gravísima

crisis escolar y los Papas estimularon a las órdenes mendicantes como instrumento para remediarla.

En ese tiempo se intensificaron los estudios mediante la creación de las Universidades y el nacimiento de las órdenes mendicantes; los Dominicos crearon centros de cultura, y los Franciscanos elevaron el cuerpo docente de aquellos tiempos, recibiendo el título de órdenes estudiosas. Santo Domingo se formó en la Universidad de Palencia, desaparecida en 1263.

Con los cimientos de los primeros estudios médicos realizados en los primitivos Monasterios benedictinos en el siglo XII, adquirió una gran importancia la medicina. En la escuela médica de Salerno se exigía que los estudios durasen cinco años y se incluía en ellos la anatomía humana y la cirugía. Y en 1220, bajo el dominio de los reyes de Aragón, se concedió a la Escuela de medicina existente en Montpellier los mismos privilegios que a la Universidad de París.

En esa época la preparación práctica en las artes mecánicas se daba solamente en los gremios artesanos.

Como se había apreciado en Bizancio, Bagdad y Córdoba, también en el siglo XIII se vió que la ciencia se desarrolla mejor cuando el pensamiento especulativo de los filósofos y los matemáticos está en más íntimo contacto con la destreza manual del artesano.

Las modificaciones que se produjeron en el aspecto cultural en el siglo XII fueron en su mayoría consecuencia de la extensión gradual de la observación y de los experimentos y el empleo de las matemáticas, contribuyendo no poco los hábitos adquiridos en la técnica.

En el desarrollo del método de la ciencia moderna jugó un gran papel la escuela de Chartres, que trabajó bajo la influencia de las enseñanzas de Platón y San Agustín, y también contó como figura central la de Roberto Grosseteste, quien, desde 1235 hasta 1253 en que murió, ocupó la sede episcopal de Lincoln.

Como consecuencia del desarrollo de las ciencias positivas en la Edad Media cambió la manera de desenvolverse el comercio, pasando de una economía de trueque, basada en géneros y servicios, a una economía de moneda, basada en unidades abstractas, primero de monedas de oro y plata, y después también con cartas de crédito y cheques.

El primer fruto notable del credo cristiano fué la creciente preocupación

por el pobre, con un gran desarrollo de los servicios de caridad. En todas las primeras comunidades cristianas se daban limosnas a los pobres, se atendían personalmente a los enfermos y se recogían en asilos y hospitales a los que no tenían hogar. Era una manera de practicar personalmente la justicia social.

La desaparición gradual de la esclavitud en Occidente no sólo contribuyó a que se estimulase el esmero en la artesanía, sino también a que se avanzase en la ingeniería. Mientras fué abundante la mano de obra esclava no existió una presión social que obligase a pensar acerca de cómo se movían las cosas. El hombre extendió el uso de la energía hidráulica y del viento, y al sustituir las galeras de la antigüedad impulsadas por esclavos, por barcos de vela, los armadores medievales de barcos mejoraron mucho éstos, convirtiéndose en la primera máquina que permitió al hombre controlar grandes cantidades de energía inanimada.

La Cristiandad medieval y, por lo tanto, la civilización occidental, a pesar de llevar el sello de su inspiración original, ha estado siempre nutrida de fuentes antiguas, haciendo así al hombre occidental un heredero de los clásicos.

Italia, hacia el siglo vi, se encontraba separada del resto de Occidente en el sentido de una mayor pujanza de la escuela antigua, debido a que las raíces de la tradición clásica eran en ese país más profundas que en los otros del Occidente. En España, los invasores, que llegaron a principios del siglo v, destruyeron las escuelas y gran parte de la cultura romana. Irlanda, en cambio, no ha conocido otra tradición que la de sus escuelas monásticas.

La época de apagamiento cultural que siguió a la caída del Imperio Romano duró casi 400 años. En ese período la Cristiandad occidental hizo una gran obra, recopilando y recuperando las ideas de los antiguos griegos.

IV. *Los Arabes y la Reconquista.*

La elevación de los árabes desde una vida nómada a tomar la soberanía de pueblos civilizados es un capítulo interesante de la historia universal. En cien años (632-732) conquistaron un Imperio mayor que el Imperio Romano y se extendieron desde la India hasta España. Con la misma rapidez realizaron sus hazañas intelectuales. En el florecimiento de la Era

musulmana, con el islamismo, en el siglo VII, los árabes emprendieron la tarea de poner a punto el saber griego, entonces totalmente abandonado.

Los musulmanes que invadieron a España a partir del siglo VIII aportaron a la península rasgos de las culturas india, griega, persa y sánscrita, que fueron asimiladas en todos los países conquistados por ellos. Y en nuestro país se creó la civilización hispano-arábiga, que tuvo una gran brillantez.

Los avances conseguidos en las artes y en las ciencias por los moriscos españoles crearon una gran inquietud intelectual en las clases elevadas de las escuelas de la Iglesia en Europa, que motivó la afluencia a España de estudiantes europeos para aprender el árabe y estudiar las técnicas de Oriente. Uno de los primeros eruditos cristianos que estudió en España fué Gerbert, que era Director de la Escuela Catedralicia de Reims y más tarde fué el Papa Silvestre II. En España convivieron el saber hispano-cristiano, el árabe y el judío, cada uno con sus características propias.

Los árabes españoles implantaron la obligatoriedad de la primera enseñanza, y en 1550 en España se daba la instrucción gratuita.

Los árabes despertaron en la Europa medieval las primeras aficiones a la ciencia positiva. La nueva ciencia extendida por Occidente a partir del siglo XII tuvo como primeros centros de difusión España y Sicilia. Principalmente en el campo matemático y también en alquimia, que la cultivaban porque creían que daba poder sobre la naturaleza, los árabes transmitieron a la Cristiandad occidental un conjunto muy útil de conocimientos no reunidos hasta entonces, a pesar de no haber hecho grandes contribuciones originales. No poco debe el advenimiento de la industria moderna a la aplicación del álgebra, que no es helénica, sino de origen árabe, a la geometría.

Crombie en su libro *De San Agustín a Galileo, historia de la ciencia*, 1952, da una relación de 55 obras científicas griegas y árabes traducidas al latín en los siglos XII y XIII, de las cuales, de 26 no se indica lugar de publicación, 21 se publicaron en España, siete en Sicilia y una en el sur de Italia. Entre las primeras traducciones del griego y del árabe al latín se encontraban tratados técnicos, y en la educación que se daba en el siglo XII a la gente distinguida se apreciaba el interés por la técnica, por lo que tuvieron que ampliarse las siete artes liberales que constituían los únicos estudios desde el siglo I a. de J. C. para incluir diversas clases de conoci-

mientos técnicos. Se intensificó la tendencia a la especialización, particularmente en las matemáticas incluídas en el cuadvivium, después de haberse demostrado su utilidad práctica. La posición ganada por estas materias contribuyó a que se incrementase el carácter práctico de las Universidades.

El saber español de la Edad Media se sintetiza en Alfonso X el Sabio y en la Universidad de Salamanca. La publicación de las *Tablas Alfonsinas* y los *Libros del saber de Astronomía* de Alfonso X constituyeron la base de los estudios de cosmografía y navegación, y se difundieron por el Continente. Ya en el siglo XIII España tenía las dos únicas escuelas de náutica de Europa: la de la cofradía de mareantes de Sevilla y la de la cofradía de pilotos vizcaínos, intalada en Cádiz.

A partir del siglo XIII floreció el estudio de las matemáticas en la Universidad de Salamanca y asimismo se estableció esa disciplina en 1499 en la Universidad de Alcalá; este centro comprendía las cinco Facultades de Artes y Filosofía, Teología, Derecho canónico, Letras y Medicina. Posteriormente se organizó el Derecho civil.

En el siglo XII en la enseñanza de las siete artes liberales tenían un papel predominante las matemáticas. Hugo de San Víctor insistió en que las matemáticas se debían enseñar antes que la física, a pesar de que aquellas trataban con entidades abstractas de las cosas físicas. Esta orientación de las matemáticas influyó en la educación estimulando el hábito de la expresión de los sucesos físicos en función de unidades abstractas y haciendo comprender la necesidad de normalizar los sistemas de medidas.

Desde finales del siglo XV a mediados del XVI el nivel de las matemáticas en España era bueno, a lo que contribuyeron con éxito los marinos. El aragonés M. Ciruelo se anticipó al conceder su verdadero valor a las matemáticas y procuró difundir su estudio en nuestras Universidades e incitó en este sentido a la juventud, por estar persuadido de su importancia para la utilización de las otras facultades, opinión que después apoyó y realzó F. Bacon.

Hacia el siglo XII penetró en los reinos de Castilla y León el espíritu vivificador, existente en el Sur, en relación con el cultivo de los conocimientos científicos. Al comenzar el siglo XIII, Alfonso VIII de Castilla dispuso el mejoramiento de los estudios escolásticos, incorporando la enseñanza de nuevas ciencias útiles.

Asimismo, los reyes de Aragón favorecieron los conocimientos litera-

rios y científicos. En el siglo XIII, Jaime el Conquistador fundó la Junta de Comercio de Barcelona y Jaime II la Universidad de Lérida. La preocupación primordial de los Príncipes de Aragón era la marina, que tanta significación tenía entonces en su política interior y exterior. Marineros mallorquines, catalanes y valencianos establecieron cartas marinas o hidrográficas, llamadas planas, con meridianos paralelos entre sí, antes de implantarse la Academia del Infante Enrique de Portugal.

La primera gramática de una lengua moderna la publicó Nebrija, *Gramática castellana*, 1492, quien, tal vez comprendiendo la significación que el lenguaje tiene en la transmisión de los pensamientos humanos, quiso preparar a los españoles para asimilar y difundir mejor las nuevas orientaciones culturales que llegaban de fuera.

La labor de Nebrija en España, restaurando los nuevos estudios, fué de una gran trascendencia, pues abrieron un extenso campo para la erudición y las ciencias. Antes del año 1491 publicó un tratado de cosmografía, dedicado a Juan de Zuñiga, el Arzobispo de Sevilla, que tuvo gran renombre.

En los reinos de la Corona de Aragón existía un gran interés en la enseñanza de los niños y adolescentes, cambiando los métodos medievales por las nuevas corrientes pedagógicas. El tratado *De liberis educandis* de Nebrija lo dedicó al aragonés Miguel Pérez Almazán, Secretario del Rey Fernando, por su gran celo e interés por la educación. Junto a una acción racionalizada existió una corriente muy intensa de espiritualismo. En tiempos del Rey Fernando se realizó la estructuración económica de la Corona aragonesa, preocupándose asimismo del desarrollo técnico. En las ordenanzas aprobadas por el Rey Juan II, lo mismo en la de los ferrones de Mondragón, 1437, que en la de Marquina en 1474, se manifestó el interés y cuidado con que se estudiaban en aquellos tiempos la siderurgia y las ideas claras de gobierno y economía que se aplicaban en dicha actividad.

V. El Renacimiento.

Con los Reyes Católicos resaltó en España la inquietud espiritual y cultural de aquel gran momento del Renacimiento europeo y se manifestaron con rasgos bien definidos las directrices de la cultura del Renacimiento

español. El Renacimiento revivió el humanismo, y de modo natural se inició el cultivo de la ciencia, que es la actividad que más precisa de la inteligencia humana.

La primera función de la escuela y la Universidad en la Edad Media era hacer hombres profesionales y administrativos para el servicio de la Iglesia y del Estado. Bajo la inspiración del Renacimiento mejoró el funcionamiento de las escuelas y se ampliaron sus objetivos.

La nueva orientación hizo prosperar la economía española con la creación de industria, con una política proteccionista y por la solidez de la moneda. Ello permitió a los Reyes Católicos realizar la unidad territorial, y entonces empieza la unidad de destino y responsabilidad de España. Antes la vida era relativamente pobre y desarticulada.

Desde luego, en tiempos de los Reyes Católicos había cierta coordinación entre las actividades y las necesidades dentro de los limitados medios de entonces y de las actuaciones independientes de los diversos Reinos.

Las actividades intelectuales de entonces eran las profesiones eclesiástica, médica y burocrática, principalmente jueces-alcaldes y magistratura, y en el aspecto técnico sobresalían la metalurgia y la industria textil. También la artesanía tenía un gran relieve. Así la educación se limitaba a formar clérigos, médicos y, sobre todo, abogados.

La Iglesia católica concedió una posición-clave espiritual a las obras de Aristóteles, tanto en la ampliación de su filosofía como en la integración de ésta en los dogmas cristianos. Esta labor la realizaron principalmente los dos colosos del escolasticismo, San Alberto Magno y Santo Tomás de Aquino, que llevaron las investigaciones a las ciencias naturales, dentro del marco de la filosofía aristotélica.

San Anselmo fué el primero que introdujo la razón en la teología; pero fueron San Alberto y Santo Tomás los que dieron amplitud al pensamiento en los estudios y los que crearon una filosofía teológica. Entonces se empezaron a utilizar como fundamentales los dos conceptos de la vida, fe y razón, y aunque hubo quien creyó que eran antagónicas una y otra, no existió oposición alguna entre la nueva ciencia y la idea de Divina Providencia.

El mundo no está hecho al azar, y las dotes que ha otorgado Dios al ser humano le permiten penetrar en sus designios a través del conocimiento

de la naturaleza. El científico vive de la fe tanto como el hombre de profundas convicciones religiosas.

El escolasticismo fué la base del pensamiento universal durante más de dos siglos, y puede decirse que fué decisivo en el resurgimiento del saber europeo. Tal vez el primer filósofo que se separó del escolasticismo fué Raimundo Lulio. En sus tiempos todas las ciencias eran metafísicas, y él abrió un nuevo camino a la lógica menos abstracto.

Los trabajos que diversos autores realizaron con el fin de afianzar y dar una mayor efectividad a la idea fundamental del escolasticismo, prepararon el nacimiento del siglo xv.

Ya en el siglo xiv se produjo un cambio en el panorama social de la Europa occidental, debido al descontento existente con el régimen feudal. Los propietarios empezaron a arrendar sus tierras, entregándolas a los labradores que las cultivaban por su cuenta, o cambiaron su cultivo para obtener un mayor provecho. En Inglaterra se intensificó de este modo la producción de lana, cuya industria se extendía rápidamente.

A finales de la Edad Media apareció una nueva profesión, los comerciantes. Estos iniciaron las escuelas vocacionales con el fin de que sus hijos continuaran y mejoraran los negocios particulares de sus padres. Se crearon las escuelas gremiales y las de ciudad con propósitos más vocacionales que religiosos. El Renacimiento introdujo este cambio radical, que estimuló a la Iglesia al mejor control y ampliación de su educación. Entonces se fundaron muchas *escuelas de latín* para jóvenes procedentes de los conventos medievales y de las escuelas humanísticas, que preparaban para las profesiones. En los siglos xv y xvi aun se establecieron nuevas escuelas que afianzaron las bases del saber cristiano y helénico.

En 1503 se creó en Sevilla la Casa-Tribunal de Contratación, en la que se atendía también a fomentar el estudio y los progresos de la náutica, estableciéndose la cátedra de Cosmografía y Navegación.

Por otra parte, los marinos de la Corona de Aragón habían ya realizado una gran aportación a la navegación con el perfeccionamiento de las cartas planas hasta el 1438, fecha anterior al origen de las cartas planas de Portugal. Según el almirante Benítez, los mallorquines fueron los que desarrollaron la cartografía medieval. Raimundo Lulio es el primero que aplica la geometría a la navegación de estima, y en su *árbol cuestiona*

habla de cartas geográficas y dice que los navegantes tienen su compás y su aguja.

Durante esa época el Parlamento inglés aprobó el *Estatuto de aprendices*, que contribuyó al adiestramiento técnico y al progreso social de la juventud inglesa. Asimismo, debido a Stephen Burrough, que visitó la Casa de Contratación de Sevilla en 1550 y observó en ella el meticoloso cuidado con que se preparaban y examinaban los pilotos españoles, y a otras informaciones recibidas respecto a los avances conseguidos en España en la navegación, fué por lo que Cromwell organizó escuelas de navegación, que fueron la base del poderío marítimo que había de adquirir después Inglaterra.

En el siglo xvi y principios del xvii para el estudio de la navegación se utilizaban, en Francia, el *Arte de navegar*, de Pedro Medina, y, en Inglaterra, el *Breve compendio de la esfera y arte de navegar*, de Martín Cortés.

En la segunda mitad del siglo xv coincidieron una serie de acontecimientos muy notables, que hicieron variar el aspecto de la literatura, de las ciencias y de la política. La pérdida de Constantinopla, la invención de la imprenta y el uso del papel, este último inventado en China.

Desde finales del siglo xiv empezaron a refugiarse en Italia algunos griegos, y, una vez tomada Constantinopla en 1453, gran número de sabios de aquel país abandonaron su patria y se acercaron en las principales ciudades de Italia, en las que abrieron escuelas que fueron en los siglos posteriores fuentes de ilustración. A esta empresa contribuyó Alfonso V de Aragón, Rey de Nápoles, que se preocupó de recoger los conocimientos importantes de la antigüedad.

La imprenta y el uso del papel redujeron mucho el arte laborioso de los libros manuscritos. Las imprentas de Barcelona y Valencia difundieron las obras científicas de Raimundo Lulio.

Por último, el desarrollo de la ciencia de la navegación, en la que destacaron ostensiblemente españoles y portugueses, condujo al descubrimiento de nuevas tierras, que no sólo estimularon la imaginación de los europeos, sino que les dió poder y prosperidad material.

Sin embargo, las técnicas, lo mismo que en los tiempos antiguos, continuaron basadas en los misterios artesanos, que se aprendían y manejaban privadamente. Los avances técnicos se apoyaban en la experiencia artesa-

na, siendo excepcionalmente activo el elemento personal, que transmitía ese tipo de experiencia de generación a generación y de un lugar a otro.

De 1425 a 1475, España estaba considerada como la que mejor hacía la cerámica en Europa, con su famosa mayólica (de Mallorca). Este trabajo lo perfeccionaron después los italianos y los holandeses. Igualmente se distinguió por esa época en otras técnicas, tales como la de vidrios, textiles, etc.

La esencia del Renacimiento no fué precisamente hacer renacer algo antiguo, sino descubrir el alma—el pensamiento—, realizar la integración *del ser humano e implantar el deseo de observar las cosas tal como realmente son*, contribuyendo de este modo a aumentar los conocimientos humanos. El Renacimiento hizo que en Europa surgiesen nuevos tipos de hombres con carácter enérgico, dinámico y acometedor.

Sin embargo, en algunos países, el humanismo se redujo al conocimiento de las culturas griega y romana y al cultivo de la poesía, sin conceder gran importancia al mundo físico. G. Sarton insiste en que la inercia del idealismo platónico ha motivado la oposición al estudio del pensamiento útil. La escuela platoniana prefería la contemplación a la acción, pero hace tiempo que vivimos en un mundo práctico más que en uno teórico. Hoy somos ejecutores más que simples contempladores.

Siempre ha interesado la aspiración humanística en relación con la educación integral, y la preocupación por el maestro quedó patentizada, una vez más, en el hecho de que las Facultades universitarias creadas en los siglos XI y XII tuvieron como propósito inicial la concesión de títulos que capacitasen a los graduados para enseñar en las Universidades.

La reverencia que se ha tenido siempre al saber, se basa en la convicción de que el desarrollo de un ser humano hasta cierto grado de madurez, lo que determina el establecimiento fundamental de su personalidad, se concibe mediante la adquisición del saber y de la verdad. Por lo tanto, las tradiciones humanísticas, filosóficas y teológicas de Occidente, han constituido la característica más elevada y noble de la vida humana, por haber conducido a conocer y amar, y, merced a su práctica, el hombre desarrolla con más amplitud sus potencialidades y se da cuenta del valor que tienen.

Nadie puede poner en duda la gran sabiduría de los antiguos griegos ni la excelsa calidad de las mentalidades de sus superdotados; pero asimis-

mo es cierto que su saber contribuyó poco a satisfacer las más apremiantes *necesidades materiales humanas*.

Sin duda alguna, en la antigüedad y en la Edad Media se harían intentos para sacar conclusiones de los principios de filosofía generalmente aceptados que pudiesen hacer la vida humana más confortable y agradable; pero, en realidad, de todos los principios expuestos durante esos siglos, muy poco se derivaba que fuera lógicamente firme o prácticamente útil. Solamente en el campo de la Astronomía y, en menor grado, en el de la Medicina, existió un cierto cuerpo de conocimientos, que, a la vez de ser prácticamente útiles, estaban basados en principios filosóficos.

Ciertamente, los antiguos egipcios, griegos y romanos, desplegaron un arte y una habilidad maravillosos en la construcción y el trabajo de los metales, e incluso en la ingeniería mecánica; pero el saber de estos antiguos constructores e ingenieros era puramente empírico y no estaba basado en principios filosóficos.

Thomas Sprat (1635-1713) criticó el completo fracaso de los griegos y los romanos en la aplicación de la ciencia. Hizo referencias a las «corrup-telas o vicios del saber», del que unos y otros se habían quejado durante mucho tiempo, pero nunca lo habían cambiado. Los filósofos fueron siempre maestros y eruditos, pero unos se imponían y otros se sometían sin actuar como observadores independientes. Señalaba como defecto importante del saber «el hacer las causas estériles; que cuando se establecían adolecían de la inutilidad, y que se habían usado únicamente para aumentar las ideas y no las obras».

Antes del siglo XVI, solamente en un grado muy limitado se intentó transformar las condiciones en que vivía la humanidad.

El resurgimiento del deseo, iniciado en el siglo XII, de conocer los misterios de los oficios, se produjo por la mayor estabilidad de las condiciones sociales y económicas. En el siglo XVI, y más en el XVII, entre las personas destacadas de las clases sociales que habían estado tanto tiempo apartadas de la ciencia natural, surgió un gran interés por ésta y por el método experimental. L. Vives concedió importancia social a la ciencia e inició la reforma de la ciencia filosófica, que continuaron Descartes y Bacon.

La extensión del interés por la ciencia determinó que Carlos II fundase la *Royal Society* de Londres, que contribuyó notablemente a resaltar

la influencia de la ciencia en la técnica. A mediados del siglo xvii la *Royal Society* estimuló el cambio de los misterios de los artesanos por la ciencia, como cimiento de la técnica, produciéndose una variación en los fundamentos de la última. Una de las diferentes tareas de esa Sociedad fué la publicación de lo que se conocía entonces acerca de los nuevos descubrimientos científicos y técnicos.

La práctica por sí sola no tiene sentido. Los artesanos fueron mejorando sus técnicas cuando en la sucesión de padres a hijos aparecía uno con ingenio, y, merced a la puesta en juego de la inteligencia, surgió la ciencia. El hacer una cosa es muy diferente del saber cómo y por qué se hace. Sólo sabiendo el porqué de lo que se hace, se puede avanzar. El empleo de las manos ayuda mucho a despertar la inteligencia, siempre que ésta se encuentra activa y preparada.

Fué manifiesto el efecto estimulante de las ideas y de los métodos científicos sobre los oficios practicados desde la antigüedad. Además, a partir del siglo xvii, aunque con dificultades al principio, se desarrollaron técnicas completamente nuevas, sin ningún antecedente artesano, para atender las nuevas demandas de la industria incipiente y de la vida. Una de las principales exigencias de ese siglo fué el disponer de nuevas fuentes de energía para alimentar las máquinas, con el fin de humanizar el trabajo en las minas.

Bajo la tutela y dirección de destacados científicos, en la segunda mitad del siglo xvii, se verificó paralelamente el desarrollo de la ciencia pura y aplicada, y comenzó un nuevo tipo de vida. Ya no podía continuar la ciencia siendo completamente empírica, y hubo que llevarla al campo del raciocinio.

La mente humana, por sus contactos con el ambiente, se hizo primeramente coherente y luego racional. La asociación de esta coherencia y esa racionalidad permitió penetrar en el conocimiento de la materia y relacionarla con la energía que contiene, proporcionando así los medios para una extensa colaboración en el proceso que ha conducido a una vida más larga y mejor, y a una mayor productividad. Guizot ha dicho: «No hay tanta precipitación en los asuntos humanos, y su curso es más natural que lo que el vulgo cree.»

LA CIENCIA MODERNA Y SUS IMPORTANTES REPERCUSIONES

La educación, que la implantaron primeramente los griegos, para que atienda a las necesidades materiales del hombre, ha de ser funcional; es decir, debe estar provista de medios para cumplir finalidades específicas, tratando lo desconocido de manera amplia, consistente y eficaz. En realidad, el problema del saber en cualquier campo siempre es lo mismo: dominio del tema y conocimiento de para qué sirve y cómo se puede usar lo que se sabe.

Nada se puede conseguir sin un proceso que en esencia sea educativo; pero más que educación de libros, es precisa la educación relacionada con problemas vivos y derivada de la acción emprendida para resolver éstos. Desde luego hay que empezar por conseguir que la gente tenga cierta elevación espiritual y voluntad para hacer las cosas lo mejor posible, si sabe hacerlas así.

No han cambiado los principios básicos relativos a la formación humana establecidos por los griegos al implantar la educación, como tampoco se han alterado materialmente los papeles desempeñados por el maestro y el alumno, si bien la división del trabajo entre uno y otro puede variar mucho en los diferentes sistemas de educación. Los tiempos han hecho que la naturaleza, objetivos y amplitud de la educación, sean cada vez más complejos, y que de su planteamiento simplista, elemental, sin coordinación, se haya pasado a la necesidad de un estudio cuidadoso del problema educativo, pues incluso ya se ha salido éste de las fronteras de las naciones. La educación es obra necesariamente social, por ser el mejor medio para ajustar los variados intereses y hacer desaparecer los privilegios injustos.

El desarrollo social y económico de una comunidad depende de dos factores: de la existencia de la oportunidad, que sólo en parte depende de la persona corriente, y de la aptitud de la gente para aprovecharla, lo que está supeditado completamente a la educación que se recibe.

A diferencia de los tiempos antiguos, hoy la escuela no puede divorciarse de los problemas inmediatos de la comunidad en que radica, y, así,

ya no es más que un instrumento en el desarrollo educativo de la juventud: la casa, el ambiente, etc., ejercen asimismo su misión. Está bien clara la relación existente entre el nivel de vida y el grado de realizaciones educativas de una sociedad. En distintas partes del mundo se ha visto que gentes pobres, hambrientas e ignorantes, han podido educarse y lograr estimables avances sociales, demostrando que la educación es la causa de la elevación del nivel de vida, y no la inversa, sin que esto contradiga la observación hecha por Dale y Carter, de que todo gran centro de poder y civilización ha estado basado en un espacio fértil.

Los griegos crearon la educación, pero fué en la Edad Media cuando cristalizó el espíritu humano, que comprende la belleza, la conciencia y el amor a Dios. En el siglo xvi, con Copérnico, y en el xvii, con Bacon, Galileo y Descartes, se empezó a conocer el mundo físico real, la naturaleza, que es diferente al hombre y es donde mejor se aprende el sentido de la realidad. La importancia de la asociación del mundo interno del hombre y la naturaleza ha sido enorme, y hoy ya no existe una línea divisoria entre esos dos mundos.

A finales de la Edad Media surgió un nuevo movimiento filosófico que representó la transición del pensamiento medieval al moderno. El aspecto importante de ese movimiento fué que, en tanto que en principio estaba basado en los modelos del pensamiento aristotélico y tomístico, concedió una mayor importancia al papel de la experimentación en la ciencia. Esto no significó, en modo alguno, que se hubiera roto completamente con los viejos filósofos, pues el nuevo movimiento atribuyó una capital importancia a la verdad revelada. F. Bacon, considerado como el símbolo del materialismo, se inspiró en gran parte en móviles religiosos.

Lo mismo el buen cristiano que el buen filósofo experimental, siempre dudan de sus propias ideas, manteniéndoles su fe, y reconocen su ignorancia. La principal objeción que hizo Bacon a los griegos fué que confiaron más en la razón que en la observación inmediata de la naturaleza: la verdad no debe buscarse en la mente, sino en el mundo.

La exposición que con más exactitud distingue el punto de vista de la filosofía humanística de la concepción científica, fué la que hizo un escritor anónimo del siglo xix: «Hasta el presente, los filósofos solamente han interpretado el mundo, pero es necesario cambiarlo. La ciencia es una habilidad organizada y su historia coincide con la de la vida civilizada. La

ciencia surge en el momento que el saber secreto del artesano desborda el dique de la tradición oral, exigiendo un registro permanente. Se extiende a medida que la anotación se hace accesible a mayor número de personas, asimilándola y coordinando los frutos de nuevos artificios. La ciencia languidece cuando falta el incentivo social para nuevas perfecciones constructivas, y cuando sus poseedores o guardianes pierden el deseo o la voluntad de hacer partícipes de ella a los demás.»

Ya no ofrece la menor duda de que ahora el punto fundamental del esfuerzo social genuinamente constructivo radica en la incorporación de la ciencia a la sociedad. Asimismo, muchos comprenden que son víctimas de los nuevos poderes destructores de la ciencia mal aplicada, no sólo en el sentido material, sino también en relación con el efecto desastroso que produce la implantación de una vida basada en los avances científicos; y, en cambio, ciertamente, los ciudadanos saben aprovecharse de las comodidades y lujos que proporciona la aplicación de la ciencia, pero son incapaces, exclusivamente por defecto de su educación, de organizarse de acuerdo con los nuevos avances científicos y eliminar los defectos de éstos, es decir, de cambiar el modo de vivir y de pensar para ponerlo en consonancia con los nuevos avances permitidos por el Creador. Hay que tener presente que la materia no puede ser buena o mala, pues carece de espíritu; en el Universo todo lo malo o bueno que sufre el hombre sale de él mismo.

En toda evolución rige el principio que determina que los seres vivos se han de adaptar por sí mismos a sus condiciones o perecer. En las revoluciones es frecuente que, por no estar debidamente preparados para los cambios que se realizan, sean éstos tan intensos y precipitados, que es difícil alcanzar las metas deseadas.

Las explicaciones físicas cualitativas de Aristóteles se trocaron por las formulaciones matemáticas de Arquímedes, que fué el único científico griego que hizo uso extenso de las matemáticas en relación con sus observaciones prácticas y experimentales. Así quedó asociada de manera sistemática la lógica escolástica de la ciencia con las matemáticas y la experimentación, y se empezaron a establecer en la naturaleza entes reales y no meramente entes racionales.

Alrededor del año 1600 se produjo el nacimiento de la ciencia y la filosofía modernas, y del mismo modo que la antigüedad tuvo a Aristó-

teles y la Edad Media a Santo Tomás, así Descartes fué el escritor que formuló los principios generales de la nueva ciencia de aquellos tiempos. Descartes dijo: «Toda la filosofía es como un árbol, del que la metafísica es la raíz, la física el tronco, y todas las demás ciencias las ramas que crecen del tronco. Estas se reducen principalmente a la medicina, mecánica y ética.»

Los frutos del árbol son las aplicaciones tecnológicas de los conocimientos científicos al trabajo, salud y conducta humana.

Galileo fué el principal propulsor de los métodos experimentales y matemáticos en el campo de la física. Cuando nació Galileo en 1564, el mundo sólo había perdido una parte de su carácter medieval, y cuando murió en 1642, el año en que nació Newton, casi había desaparecido el sello de la Edad Media.

Newton, que era filósofo, introdujo otro nuevo método de considerar los fenómenos observados, mediante el establecimiento de hipótesis. La experimentación brillantemente perceptiva de Galileo condujo a la mente de Newton a enunciar la primera y la más fundamental de las leyes físicas, la de la gravedad. Hasta los tiempos de Newton, las matemáticas fueron principalmente un utensilio del comercio, y entonces empezaron a ser el instrumento básico de la investigación.

Entonces se apreció que las mentes de los hombres eran tan excelsas como lo habían sido en cualquier tiempo anterior, y aparecieron grandes pensadores que dieron origen a algunos de los mayores avances de todos los tiempos.

Las ideas de Galileo y Newton constituyeron el cimiento de la ciencia hasta el siglo XIX, en que apareció la necesidad de considerar el microcosmo.

De las causas que producen alteración en la sociedad, la ciencia es la más importante de todas, porque su objeto no es el cambio social, sino el saber.

Las primeras etapas de la revolución científica fueron debidas más a un cambio sistemático en la perspectiva intelectual, puesta de manifiesto por los problemas y cuestiones que entonces surgían, que al aumento de los equipos técnicos. Entonces surgió la idea de que las artes mecánicas habían florecido precisamente porque estaban basadas en hechos y la modificación se había conseguido a la luz de la experiencia.

El interés por penetrar en los procesos tecnológicos ayudó mucho a unir la inteligencia del filósofo con la destreza manual del artesano, y, por otra parte, ciertos aspectos de las condiciones sociales y económicas de los siglos xvi y xvii dieron motivos y oportunidades para estimular el cultivo de la ciencia.

Esto no supone que el mundo deba ser materialista, pero sí interesa que el saber deje de ser un mero lucimiento personal, y que, en cambio, se integre al propio ser en armonía con sus características y el ambiente, para satisfacción y recreo propios y para el servicio de los demás.

La nueva ciencia tuvo la virtud de cambiar profundamente la idea que tenía el hombre del mundo y de sí mismo, y desde entonces la posición del ser humano en relación con la sociedad ha sido singular, importante y completamente nueva.

Muchos eruditos de los tiempos actuales estiman que el humanismo del siglo xv, que surgió en Italia, fué una interrupción en el desarrollo de la ciencia. La revivificación de las letras desvió el interés científico hacia el estilo literario, y, al retroceder a la antigüedad clásica, bastantes de los seguidores de aquel movimiento optaron por ignorar el progreso científico de los tres siglos anteriores. Parece ser que una de las naciones en la que se produjo más claramente ese hecho fué España, debido a la influencia de elementos italianos que, a finales del siglo xv, inclinaron a los nobles españoles al cultivo de la literatura. En ese siglo, los nobles ingleses se preocuparon de revalorizar los productos de sus haciendas. En Cataluña, de modo análogo a lo ocurrido en Inglaterra, se ha observado una tradición nobiliaria en los negocios, tanto industriales como comerciales.

Desde luego la ciencia es deudora al movimiento literario del humanismo por el gran servicio que le prestó a través del trabajo de ampliación y purificación de los idiomas nacionales, realizado principalmente en el siglo xvii, sin lo que hubiera sido difícil la extensión y desarrollo de la técnica matemática. Descartes y Leibniz, en sus tiempos, propusieron el establecimiento de un idioma universal, ya que el latín era el idioma principal de la gente educada.

Es cierto que los escritores de cada nación, en los períodos de apogeo de sus literaturas, eran, en general, muy versados en el latín; pero esto no pudo ser la causa de ese apogeo, sino que más bien fué un fenómeno natural, porque, gracias al latín, habían llegado a poseer una educación

exquisita y la más elevada cultura general de su tiempo. Cervantes fué humanista, a pesar de no ser erudito en las mitologías griega y romana, por sus características personales y su conducta.

A medida que se fueron perfeccionando los idiomas vernáculos, y las lenguas vulgares se hicieron cultas, el latín y el griego han quedado como valiosos instrumentos para los especialistas de ciertas ramas de la historia antigua. La misma liturgia tiende a vulgarizarse para penetrar mejor en el pueblo creyente.

Si la palabra es un símbolo o, si se quiere, una representación o una transmisión del pensamiento humano, es natural el desarrollo creciente de los idiomas nativos.

Asimismo, en la enseñanza de casi todos los países destaca, fundamentalmente, su carácter humanístico; pero en el siglo actual se está acentuando cada día más la enseñanza de carácter económico dentro del humanismo.

Las matemáticas forman la única ciencia totalmente construída por el hombre, surgiendo, principalmente la geometría y el álgebra, de la experiencia adquirida por aquél en el mundo físico, lo que le hizo apreciar las diferencias en las formas y tamaños de los objetos.

Las matemáticas se iniciaron como pequeños arroyos en montañas dispersas del pasado, y su caudal ha aumentado enormemente con el transcurso de los siglos. La numeración actual se conoce en Europa desde hace unos mil años. Probablemente vino de la India a través de la Arabia, y el álgebra se empezó a usar a partir del siglo ix, recibiendo este nombre por la famosa álgebra de al-Kowârizmi.

Las matemáticas han preparado las mentes humanas para ejercitar nuevas maneras de pensar. Cuando se modificó el criterio existente en relación con la ciencia, se produjo una gran alteración en el saber y, como consecuencia, en la educación. Y merced a la aplicación del razonamiento inductivo, la ciencia adquirió un carácter hipotético y conceptual, y un lenguaje propio, independiente de otras actividades, por lo que no es extraño que su enseñanza reclame determinadas particularidades.

Con la inspiración del Renacimiento, las escuelas mejoraron y ampliaron sus objetivos, legisándose para que la enseñanza alcanzase a las clases económicamente débiles.

El hombre del siglo xvi se formó a base de las influencias del siglo xii,

que es cuando se volvió a considerar la filosofía de las cosas. El desarrollo de la ciencia desde el siglo XII al XVII se puede considerar como una penetración gradual de las matemáticas, asociadas con el método experimental, en la consideración de las causas del movimiento de los cuerpos, y lo conseguido después no es más que el fruto de un método que había florecido unos tres siglos antes.

Sin embargo, a mediados del siglo XIV se produjo un cierto estancamiento en el trabajo experimental, porque los filósofos concentraron su atención en la metodología. A ello obedece que hayan resaltado más los resultados obtenidos a partir del siglo XVI.

Ya en este siglo se había asentado la nueva manera de pensar acerca del Universo, que consiste en concentrar la atención, no tanto en la naturaleza intrínseca de las cosas, como en la observación exacta de su composición y en la correlación de los comportamientos mutuos, buscando las causas aproximadas de la producción de los cambios observados. Esto representó una perspectiva intelectual completamente distinta a la humanística.

El pensamiento científico fracasa cuando está divorciado de la naturaleza y de la experimentación. Así ocurrió que las Universidades empezaron a decaer a partir del siglo XVI, por estar interesadas particularmente en el aspecto espiritual del ser humano y, en cambio, les atraía poco el estudio de la naturaleza y no ejercitaban la experimentación práctica.

Vives, en su *Tragendis Disciplines*, 1531, aconsejaba el estudio cuidadoso de las artes de cocinar, la construcción, la navegación, la agricultura y la fabricación de relojes, y especialmente incitaba a no despreciar a los trabajadores manuales o avergonzarse de preguntarles la explicación de los misterios de sus oficios.

A finales del siglo XVII estaban tan íntimamente ligados la experimentación y el uso de las matemáticas, que no se concebían los estudios experimentales sin el empleo de éstas. Así, los dos aspectos esenciales en la revolución científica de los siglos XVI y XVII fueron los métodos experimentales y matemáticos. Las alteraciones producidas por la aplicación de las matemáticas a la mecánica fueron fundamentales.

Con el estudio de la naturaleza cedió en importancia la verdadera invención, pues los conocimientos del mundo físico proceden de las observaciones hechas utilizando los sentidos, con los que se deducen conclusiones frecuentemente por inducción. Estas conclusiones permiten encontrar otras

leyes, muchas veces por deducción, que se comprueban mediante la **experimentación**, que es una observación controlada. Cuantas más conclusiones se obtengan que se puedan controlar por experimentación, más seguridad se posee de que las observaciones y las conclusiones son correctas.

Es natural que haya arraigado el cultivo de la ciencia, pues constituye un fin por sí misma, cuyo papel cultural es parecido al del arte, la literatura y la filosofía, y, por otra parte, es la única base para el avance de la tecnología. La ciencia ha evolucionado apoyada en la artesanía, el comercio y la industria, y no es el resultado de las necesidades materiales como la técnica, sino que, en su afán de saber, la ha ideado el hombre.

En la civilización, es decir, en el pensamiento y en la vida, se han producido claramente tres etapas: la aparición de la antigua filosofía griega en los siglos VI y V a. de J. C.; la implantación y extensión del Cristianismo a través del Imperio Romano en los siglos III y IV de nuestra Era, y la revolución científica de los siglos XVI y XVII.

Las humanidades condujeron al sabio, que a veces era enciclopedista sin acción, es decir, un ser más bien contemplativo. La enseñanza científica y la laboral conducen al realizador y al productor.

El método científico consiste esencialmente en relacionar observando desde diversos puntos y direcciones, conjeturar y comprobar.

Por muy abstracta que sea la ciencia, en su origen y desarrollo es esencialmente humana. Cada resultado científico es un fruto de la humanidad.

Una de las glorias del método científico es que no se contenta con el uso de la lógica deductiva para llegar a conclusiones partiendo de principios apriorísticos, sino que su mayor poder en la consideración de los fenómenos naturales radica en el uso del pensamiento inductivo, para llegar a principios y teorías generales a partir de los hechos observados en los experimentos. Así, los principios y las teorías descansan sobre bases mucho más firmes que los obtenidos por cualquier otro procedimiento, y las predicciones y conclusiones deducidas de los principios y teorías merecen una mayor confianza.

Van Helmont, que introdujo el término gas derivándolo de la palabra griega *chaos*, propuso la reforma de la educación, pensando que el razonamiento lógico va acompañado de la intuición, iluminación o inspiración.

Así, a través del desarrollo de la teoría atómica, entró en la química la física matemática.

No puede decirse que el método *lógico* seguido en la enseñanza no sea útil, pero desde luego es largo y limitado a la adquisición de saber, sin estar dedicado en el debido grado al desarrollo de las potencialidades intelectuales de los alumnos.

La cultura de un pueblo comprende sin duda las actividades que practican o interesan a una gran proporción de sus habitantes. En este sentido, es natural que la literatura y la música se encuentren en casi todas las culturas; y no es extraño, en cambio, que, hasta este siglo, la ciencia no se haya considerado imprescindible para la masa del pueblo.

En los sig'os xvi y xvii, las culturas literaria y artística españolas dejaron magníficas obras que han honrado y elevado a España a un alto nivel. Pero en modo alguno se puede pensar hoy en continuar únicamente con aquellas culturas. En general, en los siglos xv y xvi la poesía y el teatro eran parte de la vida de toda persona civilizada, y ocupaban la atención de las inteligencias más brillantes. Ahora, a mucha gente interesa la ciencia y la tecnología, y todos nos beneficiamos de sus consecuencias.

La medicina se transformó en una profesión socialmente organizada a principios del siglo xvi. Esta nueva situación proporcionó nuevas oportunidades para la enseñanza y la investigación en problemas que en realidad no eran nuevos, pero que entonces encontraron otras circunstancias sociales que permitieron crear los medios para resolver dichos problemas.

Las profesiones de médico y abogado, para su práctica y, sobre todo, para la investigación, encontraron una colaboración inapreciable y obligada en los enfermos o clientes, los cuales les exponen sus problemas, trastornos o dolencias.

La práctica del aprendizaje se estableció en Inglaterra por una ley promulgada en 1601, que propugnaba un sistema educativo para las clases modestas.

A finales del siglo xvii apareció la mecánica, que determinó la rápida reducción del trabajo humano, quedando como consecuencia de ello muchas personas para otras actividades. En el siglo xviii apareció la química y en el xix la biología.

Ya desde principios del siglo xv la artesanía urbana adquirió un gran desarrollo en Europa y, a partir de 1450, se extendió ampliamente el uso

del carbón mineral, que hasta entonces lo usaban solamente el forjador y los dedicados a la calcinación de la piedra caliza. A partir de la revolución científica, la cantidad de energía disponible, para reemplazar el trabajo humano y animal, ha crecido enormemente en los países tecnológicamente avanzados.

La repercusión de la nueva manera de pensar en la vida y en la sociedad del siglo XVII, estuvo relacionada con el éxito social alcanzado por las ciencias en el reinado de Luis XIV. A finales de ese siglo surgió una civilización nueva, estimulante y vigorizante.

La revolución producida por la ciencia determinó la reorganización de las Universidades francesas y surgieron las grandes Escuelas dedicadas a la educación técnica superior.

Ya se ha puesto de manifiesto la envidiable posición interior y exterior que tenía España en tiempos de los Reyes Católicos. El mismo descubrimiento de América presenta muchos de los aspectos de un clásico descubrimiento científico. Se tenía la idea, que en realidad era una obsesión, de que, puesto que el mundo era redondo, podía llegarse a Oriente navegando hacia el Oeste; muchas fueron las dificultades que hubo que vencer, hasta que Colón pudo llevarlo a cabo; se puso en la acción la mayor fe y se trabajó con denuedo, abundando los sacrificios personales; no se encontró lo que se esperaba, sino que en su lugar se descubrió un mundo completamente nuevo; a pesar de todo, se persistió en la hipótesis establecida y se creyó que se había encontrado la ruta de Oriente; ni Colón ni sus compañeros se dieron cuenta de lo que en realidad representaba su descubrimiento; el tiempo evidenció que España había descubierto América, y, finalmente, al colonizar los españoles la tierra descubierta, se recogieron los frutos de aquella gesta, poniendo a disposición de la humanidad nuevos y extensos territorios, que sirvieron de estímulo a todas las naciones para emprender nuevas exploraciones.

Carlos I no sólo estimuló e hizo progresar en las Universidades de la monarquía española la parte especulativa y teórica de las ciencias, sino que también le interesaron sus aplicaciones utilitarias.

Los progresos alcanzados en el arte de navegar en las Escuelas de Sevilla fueron debidos a los estudios de matemáticas establecidos por Carlos I en el Alcázar viejo, conocido con el nombre de *Cuarto de los Almirantes*.

Felipe II continuó con el mismo deseo que Carlos I de estimular el estudio y aplicación de las ciencias. A mediados del sig'o XVI, Felipe II estableció en su palacio la *Academia de matemáticas* con el fin de formar arquitectos, ingenieros y artilleros, y hacia 1594 amplió y mejoró los estudios matemáticos y astronómicos de la Universidad de Salamanca, a pesar de la oposición que se hizo a estos estudios. Así, Arias Montano, para defender la creación de una cátedra perpetua de matemáticas, dijo en 1570: «Las matemáticas son las más ciertas de cuantas humanidades se pueden saber y las más delicadas y las que más avivan y despiertan los ingenios, como también son de las más necesarias que hay para el uso de la arquitectura y la fortificación y para todo género de vida política.»

Y en relación con la provisión de las plazas de matemático regio y cosmógrafo mayor de Castilla, en tiempos de Felipe II, se hacía constar «que engaña en estos estudios grandemente el exterior y apariencia, y con mucho daño y simulación está destituida de la teoría la práctica, y los que parecen muy doctos se hallan ignorantisimos».

España manifestó en el siglo XVI el noble deseo de impulsar la cultura científica; pero le faltó verdadero sentido práctico y ponderación; y, en el siglo XVII, el problema cultural no preocupó mucho a los gobernantes. Con Felipe III se inicia la descomposición de la sociedad española en el siglo XVII.

Muchas han sido las personalidades españolas que después han insistido sobre la importancia de la ciencia. Fernández Navarrete dice: «La historia de la ciencia es la historia del progreso de la razón y del entendimiento humano, y tanto más útil y sublime cuanto la parte intelectual y del ánimo excede a la materia corpórea de los hombres en excelencia y hermosura», lo que confirmó el pedagogo francés Picavet al decir: «Las épocas que usaron más de la razón y de la experiencia son aquellas en que la civilización fué más brillante, donde las letras y las artes fueron más florecientes».

Hoy se explican los grandes avances de la ciencia por la existencia de un mayor tecnicismo. El círculo es: no hay tecnología sin ciencia, y no avanza la ciencia sin la técnica.

España, en los siglos XVI y XVII, estaba en condiciones de implantar la nueva etapa de formación del individuo, que surgió cuando la ciencia confirmó la grandeza del Universo y dió una mayor amplitud al humanismo. En el Renacimiento es cuando se inicia la cultura de los pueblos modernos.

Hay que reconocer que en las directrices seguidas por España en el siglo xvi influyeron decisivamente las empresas internacionales emprendidas por ella con la más alta finalidad espiritual, a las que siguieron desgracias y reveses nacionales que no permitieron disponer de la tranquilidad y moral necesarias para realizar variaciones en la vida de la nación.

W. Trotter ha dicho que, en ciencia, el primer deber de las ideas es que sean útiles e interesantes más que sean *verdaderas*. Es decir, que en ciencia predomina la utilidad, aunque la idea originaria sea sólo aproximadamente la verdad, ya que esta última sólo la posee el Creador.

En las hipótesis, corrientemente, no actúa la inteligencia, sino tal vez más la intuición, la inspiración, que igual la tienen el científico que el religioso y el artista, y, en general, son falsas o con frecuencia no tienen realidad.

Muchas de las cosas que se hacen en el curso de la vida, se sugieren por intuición, experiencia o sentido común. Si se adiestra cuidadosamente la intuición de cada uno, apoyándola en la experiencia que ya poseía con anterioridad el individuo, comete pocos errores, pero a menudo, por ligereza, las percepciones e intuiciones son falsas, y se llega a conclusiones contrarias a las obtenidas por razonamiento.

La ley y la generalización, que en rigor es una ley, se obtienen por inducción. La ciencia es esencialmente inductiva, en tanto que la tecnología se puede decir que es deductiva. En ciencia, cada descubrimiento es de valor permanente y sirve de base para otros descubrimientos. En tecnología, los descubrimientos con frecuencia tienen valor temporal.

La teoría, aunque está más contrastada que la hipótesis, como tampoco es demostrable, no es evidente y cambia frecuentemente. Pero, incluso una teoría incorrecta, si incita a la experimentación, puede producir resultados útiles.

En el siglo xvii se inició la creación de la ciencia mediante la expresión cuantitativa de sus conceptos y manifestaciones, y la incorporación de la experimentación con el fin de comprobar las ideas sugeridas; se empezó por la mecánica, y poco después se establecieron los cimientos de la química.

Desde los primeros tiempos del cultivo de las ciencias se escribieron muchos libros que trataban de todas las materias de dicha rama del saber,

para que cualquiera pudiera enseñar la ciencia, independientemente de su base y preparación, procedimiento que retrasó mucho el arraigo de la ciencia, porque de este modo no se penetraba en su significado.

Antes de la creación de la ciencia como rama del saber cuantitativo, la enseñanza, en general, era memorística y de recitación, procedimiento que no va bien para la enseñanza de ningún tipo de materia, pero aún encaja mucho menos en el cultivo de la ciencia.

En general, las Universidades perdieron su carácter internacional a causa del Renacimiento, y las nuevas fundaciones del siglo xvi tuvieron carácter estatal, para preparar a los funcionarios religiosos y de la administración pública. A partir de entonces disminuyó bastante el aprecio popular que disfrutaban, a medida que su educación se orientaba a la nobleza y a la clase media alta. El único saber que tenía adeptos era el conocimiento textual, sin crítica, de los clásicos latinos y griegos, y la prueba de calidad era la abundancia de citas. Hubo un período en que la organización de la enseñanza superior era poco real, y así, por ejemplo, la ciencia británica fué en gran parte debida a la presencia de personas que trabajaban independientemente fuera de los centros corrientes de erudición y de enseñanza. Es cierto que en Inglaterra, de 1673 a 1875, en las Universidades sólo se admitía a los anglicanos, aunque a partir de 1829, en que se aprobó la ley de tolerancia, los católicos iniciaron un vasto plan de construcciones escolares y hacia el final del siglo tenían una red de Escuelas elementales y de Normales.

El siglo xviii, época de la Ilustración, produjo una transformación radical en la estructura espiritual de las Universidades, orientándose éstas hacia la extensión del saber a todos los hombres. Con tal fin, en 1708 Cristian Semler estableció en Hale la primera *Realschule* alemana, cuya base primordial fueron las matemáticas y la mecánica, conocida vulgarmente con el nombre de Escuela de Ciudadanos o de Artesanos. En el Renacimiento se fundó en Augsburgo una *Bergschule*, para instruir a capacitados e inspectores de minas y analistas de metales y menas.

La equiparación en Alemania de la Facultad de Filosofía, que comprendía filosofía, idiomas, historia, matemáticas y ciencias de la naturaleza, con las de teología, jurisprudencia y medicina, y la concentración de todos los trabajos científicos, fué la señal visible de una serie de reformas educa-

tivas de tipo revolucionario. El trabajo de investigación pasó a los Seminarios universitarios.

Hoy existen en Alemania las Facultades de Ciencias exactas y Ciencias naturales, y las Facultades de Jurisprudencia se convirtieron en Facultades de Derecho y Ciencias políticas.

Las Escuelas de latín de la Edad Media en Alemania, a partir del humanismo, recibieron la designación de *Gymnasien*. En éstos se daba en los dos últimos años una enseñanza propedéutica para instruir en los principios de la filosofía. En 1856 desaparece en Alemania ese tipo de enseñanza, y, dentro de la Escuela única superior, que comprende nueve años, se sustituye la enseñanza de la filosofía por lecturas de libros filosóficos, no aspirando a que los alumnos aprendan filosofía, sino con la finalidad de dar una instrucción lógica y metódica que permita y facilite posteriormente el estudio.

En los países avanzados, las Universidades situadas en pequeñas ciudades imprimieron un sello espiritual a la comunidad.

Es un hecho bien comprobado que sin una cultura que implante un ideal y una aspiración comunes, la educación se limita a satisfacer las apetencias individuales, y la sociedad que así se forma, necesariamente es defectuosa por falta de base espiritual fundamental.

Con el avance del Renacimiento adquirió más importancia el maestro. Uno de los primeros en precisar su misión fué Vives al exigir que los maestros no sólo tuvieran la sabiduría necesaria para instruir a los demás, sino dotes y destreza pedagógicas, ya que la primera materia que manejan es el ser humano.

Los Jesuitas implantaron el Prefecto de estudios, que no sólo supervisaba el trabajo de cada maestro, sino que escuchaba su explicación una vez cada dos semanas.

Con el desarrollo de la ciencia, considerándola con un contenido propio, se implantaron nuevos modos de pensar, nuevos métodos de actuar y nuevas maneras de vivir. Desde entonces, la humanidad trata de establecer la debida armonía entre la manera de vivir, la cultura y la educación, para evitar desequilibrios y actuaciones poco acertadas o perjudiciales.

Desde principios del siglo XVII, la física ha sido una materia basada en medidas cuya ciencia comprende dos partes: la teoría de hacer la medida y las unidades tipos sobre las que se basan dichas medidas. Ade-

más, se exige un cierto criterio para aplicar las medidas e interpretar los resultados obtenidos.

Es evidente, pues, la necesidad de un nuevo tipo de enseñanza para las materias científicas, y, debido a las consecuencias que han acarreado éstas, es preciso también un nuevo método en la formación del ser humano; es decir, que se requiere un nuevo tipo de educación, sin excluir ningún valor humano ni campo del saber que conduzca a articular todas las facultades humanas y facilitar su aprovechamiento.

En el siglo XVIII existía ya una clase de hombres cuya formación estaba situada entre los artesanos, los productores y los comerciantes, dedicados a la labor de observar, analizar e inventar todo lo relacionado con la naturaleza y el arte, y a establecer teorías generales con el propósito de dirigir y conducir hacia los progresos futuros. La invención parece ser de la competencia de los hombres de ciencia. A partir del siglo XVIII la ciencia tomó a su cargo la naturaleza y la filosofía, las mentes reflexivas.

Debido a la intensificación intelectual que inspiraron los filósofos del siglo XVII, se inició el conocido proceso histórico de Francia y el desarrollo de la humanidad. El primer ministro de Luis XIV, Colber, convenció a éste para fundar en 1666 la Academia de Ciencias, y en 1671 la Academia de Arquitectura, debido a la gran importancia que se concedía entonces a los edificios públicos, al mejoramiento de las comunicaciones y a la construcción de fortificaciones. En 1715, los caminos y puentes de Francia se sometieron a la inspección de un Director General de Puentes y Caminos.

El documento técnico más importante que se conoce sobre la construcción de carreteras, data de 1554, y es una ordenanza de policía del distrito *Jülich-Berg*, de la Alemania Occidental. En el Renacimiento se estudiaron los documentos y monumentos de la antigüedad, con el deseo de construir mejores carreteras.

En Francia, que poseía y posee un vivo interés por las ciencias, los estudios de sus principales ramas adquirieron una enorme dignidad. Así, Francia supo basar su unidad en la superioridad cultural con estilo clásico y racional, y la influencia francesa durante el siglo XVIII en el avance científico fué el orgullo de dicho país.

En la Sorbona, a finales del siglo XVIII ya existían los estudios de las

diversas ramas científicas, no constituyendo compartimientos estancos, sino en íntima relación.

El siglo XVIII se caracterizó en el aspecto científico por la extensa recopilación de datos obtenidos experimentalmente, y a la vez fué de singular significación por la influencia personal que ejercieron diversas mentalidades científicas. La revolución en las ideas, que estableció la química como ciencia básica, fué principalmente de origen francés. Hacia la mitad del siglo XVIII, la industria química empezó a jugar un papel de creciente importancia en la vida, llegando a ser hoy la actividad de más amplios usos y aplicaciones.

Con respecto a la enseñanza secundaria, el progreso más decisivo, antes del siglo XIX, lo hicieron las órdenes religiosas al establecer en diversos países un gran número de escuelas, aparte de sus colegios, cuyo objeto inmediato era ofrecer a los alumnos un tipo de enseñanza más en concordancia con las necesidades del comercio y de la industria, ya que era patente la insuficiencia del latín y del griego enseñados en las escuelas de gramática, para hacer frente a las necesidades de la época.

Los Jesuitas han destacado en la educación, al extremo de que la enseñanza media francesa siguió las directrices de los Colegios de los Jesuitas implantados en el siglo XVI.

San Juan Bautista de la Salle inauguró en Reims, en 1865, el primer colegio del mundo para la formación del maestro de primeras letras, que imprimió un carácter a la instrucción que había de practicarse en los colegios de las escuelas cristianas.

Asimismo, las primeras escuelas minoritarias de Inglaterra, precursoras de las actuales *Public Schools*, disminuyeron los estudios del latín y del griego en beneficio de las matemáticas, lenguas modernas, etc. Las famosas *Public Schools* son un producto del siglo XIX, debido al esfuerzo conjunto de un gran número de profesores. Entre ellos destacó T. Arnold, Director de *Rugby School*, de 1828 a 1842, hombre de profundos sentimientos religiosos, que, no sólo introdujo de modo definitivo las matemáticas y los idiomas modernos, sino que dió una nueva interpretación a la enseñanza de la historia, con el principal objeto de preparar a los que habían de dirigir la política y la sociedad. En el informe que dió en 1864 la Comisión de las *Public Schools*, presidida por lord Clarendon, aparecía claramente

la preocupación de los firmantes por la defensa del estudio de las ciencias naturales, debido a la influencia del *Naturkunde* implantado en Prusia.

La ley inglesa de 1832 había decidido ya el cambio de una sociedad esencialmente agrícola en una nación fabril. Pero ese cambio sólo podía sedimentar de modo conveniente, implantando una educación apropiada.

A mediados del siglo XIX existió en Gran Bretaña un gran interés por estimular la educación. Antes, en 1831, se había fundado la *Asociación Británica para el Progreso de la Ciencia* con el fin de coordinar las energías y entusiasmos de un grupo de expertos. La gran Exposición de 1851 fué parte de ese movimiento, y la idea de su celebración fué «que sirviese para aumentar los medios de la educación industrial productora». Con los beneficios de aquella exposición se compraron los terrenos de *South Kensington*, en los que se levantaron los edificios del Departamento de Ciencia y Arte, que controló al principio las Reales Escuelas de Minas, de Artes y de Ciencias, y ejerció una eficaz influencia sobre todo el amplio campo de la educación.

El Duque de Edimburgo, en su discurso presidencial de 1951 ante la Asociación Británica, dijo que la educación en 1851 estaba limitada a una minoría y era casi enteramente clásica, de modo que la nueva profesión, la ingeniería, tuvo que reclutar sus profesionales de un campo no auto-educado.

Es cierto que los enciclopedistas franceses del siglo XVIII, como lo había hecho en el siglo anterior la *Royal Society*, fomentaron el estudio de los problemas prácticos que unían la ciencia y la técnica, con el fin de establecer nuevas técnicas. De 1751 a 1772 publicaron el famoso *Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, en 39 volúmenes. Sin embargo, el desarrollo del enciclopedismo hizo arraigar más intensamente la orientación memorística y de recitación en la enseñanza, la cual ha perdurado durante mucho tiempo.

Con una educación memorística y enciclopédica, la palabra deja de ser el vehículo del pensamiento para convertirse en la simple satisfacción de una necesidad física que cuida de la forma, de la fonética.

Después de la Revolución Francesa se estableció en Francia un sistema de Liceos, que daban una educación clásica común para todos los que pretendían seguir estudios profesionales; y sólo en 1852 los Liceos dieron

entrada en sus planes de estudio a las matemáticas y a las ciencias. Entonces se estableció la bifurcación con el fin de que pudiesen estudiar en los cursos superiores de dichos Liceos las materias que se exigían para las carreras de ciencias y de ingeniería, y se estableciese una relación con las Escuelas y Centros superiores científicos y técnicos.

La *École des Ponts et Chaussées* de Francia, funcionó oficialmente en 1775. En ese país, la formación del ingeniero se basaba en la instrucción científica (de *ingenium*), en tanto que en Inglaterra el ingeniero se formó empíricamente en el trabajo con las máquinas (*engines*). La carrera en Francia era más larga, dominando las matemáticas, pues el conocimiento que se tenía entonces de las ciencias físicas era muy limitado.

La Escuela Politécnica se fundó en 1795, y entonces se introdujeron en las organizaciones de las Escuelas de Puentes y Caminos y en la Politécnica tres innovaciones que habían de servir de precedente para la educación técnica del futuro: ingreso mediante concurso u oposición; lecciones en grandes aulas, dadas por científicos notables nombrados profesores plenamente dedicados a la enseñanza, y trabajo práctico realizado por los estudiantes en laboratorios de química y de física. La esencia de la teoría de la ingeniería, desarrollada por los sabios e ingenieros franceses en el siglo XVIII, aparece recopilada en *Lectures on Natural Philosophy*, 2 volúmenes, 1807, de T. Young.

El primer plan de educación completa para ingenieros con el fin de educar y preparar vocacionalmente, se intentó en el Instituto Politécnico de Rensselaer (E.E. UU.), siguiendo completamente el modelo francés. Su fundador, B. F. Greene, en su trabajo *La verdadera idea de un Instituto Politécnico*, escribió: «Se puede dividir convenientemente la instrucción de un Instituto Politécnico en tres partes: 1) cursos preparatorios, que abarcan todos aquellos estudios necesarios para matricularse en la institución; 2) los cursos generales, que constituyen el fundamento de la ciencia general y la literatura, sobre las que, como base común, se edifican los cursos subsiguientes, y 3) los cursos técnicos, que incluyen todas aquellas enseñanzas especializadas más o menos peculiares a la finalidad de la institución.»

Los Institutos de mecánica de Gran Bretaña, que se empezaron a crear en 1823 y que en 1850 había unos 600, tuvieron como origen la labor realizada por J. Anderson desde que le encargaron de la cátedra de filosofía natural en la Universidad de Glasgow en 1760 hasta su muerte; invitaba

a sus clases a los artesanos, que asistían con sus trajes de trabajo. A finales del siglo XIX, muchos de esos Institutos se habían convertido en los famosos *Colleges* técnicos. Poco después aparecieron los Politécnicos para jóvenes entre diecisiete y veinticinco años, subvencionados muchos de ellos por asociaciones industriales.

También en Alemania, a finales del siglo XVIII, en el período de la ilustración, hubo un gran florecimiento en las ciencias, las artes y las letras.

Al materialismo francés del enciclopedismo de ese siglo, le sucedió el materialismo anglo-germano del siglo XIX. En los comienzos de dicho siglo se pensó en la resolución de la situación económica de los ciudadanos, aprovechando los beneficios que proporciona la ciencia para librarlos de un excesivo sometimiento y, a la vez, elevarlos por encima de la preocupación puramente material. Entonces, la formación del individuo comprendía una instrucción meramente práctica, al servicio de la división del trabajo entre los diversos rangos y condiciones. Pero las escuelas profesionales se contentaban con encajar directamente a los titulados en una determinada y limitada función.

Puede decirse que desde entonces el cimiento decisivo de la educación lo constituye el enorme desarrollo de la vida social. Los Liceos franceses, las *Public Schools* británicas, y los *Gymnasien* alemanes, tienden a la cultura clásica. Pero ya no basta una mera pedagogía de la idea, sino que ha de agregarse una pedagogía de las realidades. Hoy, la administración pública no es capaz de dar una orientación completa de la vida pedagógica, y la educación nace del seno de la sociedad. Así se explica que los gremios fuesen los precursores, al estimular las creaciones de las escuelas de oficios, comercio, agrícolas, tecnológicas y técnicas superiores, pues durante mucho tiempo el oficio manual también ha servido para la instrucción de las personas empleadas en la industria.

Convencidos en Alemania de que ni las ideas ni la administración pública solas engendran la pedagogía, en marzo de 1914 fundaron el Instituto Central de Educación y Enseñanza con el fin de estudiar la vida popular y la pedagogía general. Ya desde los tiempos de los griegos, toda creación cultural produce automáticamente una voluntad de educación, pero esta característica se ha acentuado con el desarrollo de la ciencia.

La escuela alemana se edifica a comienzos del siglo XIX, principal-

mente por Humboldt, sobre la base de la idea de la humanidad. Humanidad significaba entonces cultura humana general. Junto a la forma escolar humanística del *Gymnasium* aparecieron el *Real-gymnasium* y la *Oberrealschule* como formas modernas de la formación humana.

El principio de la escuela unitaria se aplicó por la ley Süvern de 1819, con el fin de conducir el mayor número posible de personas a niveles de vida más elevados.

Pestalozzi inició en Suiza el cambio de la antigua educación estatal y mercantilista por otra basada en ejercitar la espiritualidad y la inteligencia del hombre para que se desenvuelva contra todos los poderes del medio, con el fin de estimular la propia energía, de modo que el hombre se ayude a sí mismo. Su idea básica era: *estás educado, ayúdate a ti mismo*. Pestalozzi influyó intensamente en el mundo de entonces, por ser el fundador de un método que mejoró la eficacia de la escuela elemental e hizo de ésta un aula de cultura para el hombre.

Más elemental que las antiguas disciplinas escolares de leer, escribir y contar, es la capacidad de intuir, como producto de la fuerza creadora del espíritu. Desde entonces quedó sentado que la cultura ha de ser orgánica: ha de penetrar en lo profundo de la persona.

Pestalozzi vió y expresó claramente que la cultura superior de las clases y personas lleva en sí peligros, si el pueblo no tiene una cultura general básica. De acuerdo con ese peligro anunciado por Pestalozzi, las instituciones pedagógico-sociales alemanes manifiestan un interés especial para proteger la salud, moralidad y unidad del pueblo contra los perjuicios de una cultura muy elevada. Los medios por los que se eleva un país son organización y formación de maestros, que representan respectivamente el cuerpo y el alma.

La causa de dirigir en dicho período la atención de los pueblos sobre los métodos pedagógicos, fué porque manifiestamente se apreció la profunda relación interna que existía entre la educación y los problemas fundamentales, políticos y culturales de la época. En Alemania arraigó la idea de que una verdadera cultura nacional sólo es posible como una verdadera cultura humana universal.

En Alemania se dieron cuenta de que el método de enseñanza que se practicaba entonces era completamente opuesto a la educación, y Humboldt, Süvern y Schleiermacher exaltaron la importancia de la Universidad para

afianzar la nueva escuela alemana sobre la base de la idea de una humanidad con cultura general, por estar convencidos de que los dirigentes de la nación no debían ser cerebros estrechos, encauzados simplemente en una dirección determinada, sino que debían enjuiciar su misión peculiar dentro del conjunto del saber.

La ciencia de la vida indudablemente tiene como base el aspecto moral, pero toda moral viva tiene que desenvolverse ligada a ciertas manifestaciones culturales.

* Humboldt publicó *Kosmos*, una de las mayores obras científicas publicadas, que expone en una ordenación muy clara muchos de los hechos principales de las ciencias físicas y sus relaciones entre sí.

La primera nación en vencer el memorismo que se había afianzado con los enciclopedistas franceses fué Alemania, estableciendo el ejercicio manual en la enseñanza. Froebel (1782-1852) fundó los jardines de la infancia, en los que los chicos podían aprender trabajando, como una forma de expresión creadora. Finlandia, Rusia y después Suecia, establecieron sistemas escolares basados en esta clase de preparación vocacional, asociando la instrucción con el trabajo de la madera, encuadernación de libros, trabajo del cobre y otras artes. Esto indujo a que en los centros secundarios se montasen cursos de dibujo y de física aplicada.

Como consecuencia del movimiento de las escuelas alemanas conocido como *Arbeitsunterricht* o ampliamente *actividad constructiva*, en 1910 se sugirió la preparación manual en las escuelas secundarias, consistente simplemente en la combinación del entrenamiento manual y los laboratorios de física, donde el alumno aprende a usar las herramientas con el fin de construir aparatos físicos. El estudiante aprende así mejor y con más deleite los principios físicos en que se basan los aparatos.

En los Estados Unidos, el primer laboratorio de física en una *high school* se abrió en la *Boston English high school*.

En 1857, el Estado de Massachusetts aprobó una ley por la que se exigía la enseñanza de la filosofía natural, la química y la botánica en las *high schools*, en las ciudades de más de 4.000 habitantes. En 1872, el Estado de Illinois implantó en los planes de estudio de las *high schools* la física, la fisiología, la botánica y la zoología, y en ese mismo año la Universidad de Harvard empezó a exigir la física para el ingreso en el *college*, y a

partir de 1870 se inició en las *high schools* la enseñanza de las ciencias físicas en el laboratorio.

Inevitablemente esto hizo que la enseñanza de la ciencia en los centros secundarios cambiase del uso riguroso del libro de texto a los métodos de laboratorio. La necesidad de disponer de personal científico preparado para dedicarse a este tipo de educación se apreció primeramente en 1872, según aparece en un trabajo de D. G. Gilman, Presidente, en 1876, de la Universidad Johns Hopkins, «sobre el crecimiento de los *colleges* y su actual tendencia al estudio de la ciencia».

Por esa época, la mayoría de los alumnos que ingresaban en los *colleges* universitarios procedían de las escuelas de gramática latina y de las academias. La creación de los *Land Grant Colleges* para la enseñanza de la agricultura y de las artes mecánicas cambió fundamentalmente la orientación de los estudios secundarios en aquel país. Desde 1891 quedó establecido el uso del laboratorio como el elemento más importante de la enseñanza de la física en las escuelas secundarias, y los profesores no podían ya ser aficionados, sino verdaderos especialistas. Desde 1897, en dicho país, pocas escuelas se construyeron sin laboratorios de física y de química. Las *high schools* y las academias modificaron los planes de estudio, se equiparon con laboratorios y se siguió un método mixto de libros de texto y clases orales.

EL PANORAMA ACTUAL DE LA ENSEÑANZA

La conclusión más importante de un Comité conjunto para el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia, reunido en 1958, en la Universidad de Illinois, es que es mejor no dar los cursos de física y de química si no se dispone de profesores debidamente preparados. Los miembros de ese Comité creen que los estudiantes padecen menos por la ausencia de esa enseñanza que si ésta es incompetente. Esto coincide plenamente con lo que dijo el profesor Lora en su discurso inaugural del curso 1955-56 de esta Academia, que lo terminaba así: «Si hay algo de positivo en cuanto dejo expuesto, es la justificada aspiración, reducida a términos tan simples como decisivos, de que *la ciencia que haya de enseñarse se enseñe de verdad.*»

Según la National Science Foundation, de Estados Unidos, para que

haya científicos de calidad es preciso que haya profesores bien calificados, porque en último extremo son éstos los que determinan el nivel de la enseñanza.

A partir de 1920, en Alemania, Inglaterra, Estados Unidos y otros países, los laboratorios de física y de química de los centros de enseñanza media funcionan de modo normal, principalmente para los estudiantes que desean seguir estudios de ciencia e ingeniería.

Es natural que no se hayan logrado soluciones satisfactorias a los problemas fundamentales de la enseñanza de la ciencia en los centros de grado medio. Las dificultades radican principalmente en la armonización de los conocimientos para el ingreso en los centros superiores y la aptitud vocacional de los estudiantes; en el provecho real obtenido con la enseñanza práctica de laboratorio, y en las características del profesorado.

Se ha visto que parte del trabajo de laboratorio se puede sustituir por los experimentos de cátedra, pues si bien el alumno universitario, en las prácticas, debe tratar de agudizar su ingenio y penetrar en las causas de los fenómenos, para el alumno de enseñanza media lo más importante es que se dé cuenta de lo que se enseña y retenga lo que ve, en vez de memorizarlo a través del libro y de su sentido auditivo.

Los problemas numéricos enseñados sobre un experimento de cátedra evitan el memorismo o recitación, que es lo que sucede frecuentemente en la enseñanza cuando sólo se trata de salvar un examen, pues el que se manejen cantidades no quiere decir que sean cuantitativos, en el sentido de que se aprecie a fondo la relación cuantitativa del concepto físico a que se hace referencia. Por otra parte, en ese grado de enseñanza es más conveniente cultivar las generalidades que pensar en una especialidad.

La *Realschule* de Alemania, la Escuela Politécnica de Francia y las escuelas secundarias de muchos países, en cuyos planes de estudio se da una gran importancia a los cursos científicos de naturaleza propedéutica, solicitan insistentemente profesores capacitados para dichas enseñanzas. En las escuelas alemanas secundarias se enseña la física con un gran cuidado y consistencia, en tanto que en Francia la orientación es más filosófica e histórica. La preocupación en todos los países es que necesariamente hay que cerrar la brecha que hace tanto tiempo existe entre la enseñanza media y la Universidad.

La revolución industrial en Inglaterra partió del impulso de una clase

media próspera, pero aquélla fué en gran parte empírica, y a Alemania se debe el establecimiento de la nueva técnica, basada en los conceptos fundamentales de la ciencia. Abolieron los métodos fortuitos o casuales de adquirir el saber, y en sus Universidades y Escuelas técnicas se abandonó la obsesión de conseguir el progreso sólo merced a los genios circunstanciales o al pensamiento feliz ocasional.

Esta disciplina del saber pasó de la técnica a la ciencia pura y de ésta a la erudición literaria, realizándose con ello el cambio del aficionado al profesional.

Principalmente en Alemania se dieron cuenta de lo que representaba el profesionalismo en todas las ramas del saber y de la manera de preparar a los profesionales. El siglo XIX estimuló el profesionalismo, y con él empezaron a presentarse dificultades al dar origen a un desequilibrio cultural, debido, como hemos dicho que ocurrió a mediados del siglo XIV, a la preocupación por la metodología, en este caso por los profesionales.

Como se ha dicho, Alemania cultivó pronto la física, pero puede decirse que hasta bien entrado el siglo XIX no dedicó una especial atención a la química, en la que tan relevantemente destacaría después.

Entre 1750 y 1850 se lograron desarrollos técnicos que afectaron profundamente a la civilización, primero en Inglaterra, después en Alemania y Norteamérica, y finalmente en el resto del mundo. La industria mecánica, en el sentido que hoy la damos, data de los primeros años del siglo XIX, y la industria química de unos cincuenta años después.

En el siglo XIX maduraron la ciencia aplicada y la ingeniería. Antes dominaron las artes mecánicas, en las que es posible destacar mejor con una mediana habilidad manual que poseyendo un talento relevante. Entonces se manifestó pujante la tendencia hacia la aplicación de los nuevos conocimientos de la naturaleza para mejorar la vida física y beneficiar a la humanidad. A principios de ese siglo el Conde Rumford fundó la *Royal Institution* de Londres «para estimular la ciencia y difundir y extender los conocimientos útiles para el progreso común de la vida». Sucesivamente surgieron institutos técnicos tales como la *Ecole Polytechnique* de París, el Instituto Politécnico de Dinamarca y el *Rensselaer Polytechnic* del Estado de Nueva York.

Desde mediados del siglo XIX, en las Universidades del Continente eu-

ropeo creció el interés por la filosofía de la ciencia, especialmente por la física y ciencias análogas.

En el siglo XIX se implantaron los laboratorios de investigación científica. En Alemania se estableció el *Physikalisch-technische Reichsanstalt*, y poco después el *National Physical Laboratory*, en Londres, y el *National Bureau of Standards*, en Washington. Al principio eran laboratorios estatales para fijar la normalización de los productos en su uso y fabricación, y estaban dedicados especialmente a establecer la unión armónica de la ciencia y la ingeniería, base hoy de todo progreso.

Gran Bretaña, en 1750, era una nación agrícola y mercantil, pero en 1815 estaba tan industrializada que mereció el título de taller del mundo. Supo aprovechar sus genios inventivos: por ejemplo, J. Black, profesor de Glasgow, fué el que inspiró a Watt para la creación de su máquina de vapor, y a su vez, fué el primero que midió cuantitativamente la energía térmica. Asimismo se aprovecharon de la abundancia y buena situación de sus primeras materias—carbón y menas de hierro—que entonces eran de interés vital, las empresas comerciales, un sistema bancario eficaz—el Banco de Londres se fundó en 1692—y la situación bélica de la Europa continental en la segunda mitad del siglo XVIII y primera parte del XIX. Sin embargo, en 1850 empezó a declinar su supremacía en un gran número de campos, según afirman muchos ingleses y que confirma el discurso a que antes nos hemos referido del Duque de Edimburgo, por la poca preocupación que dicha nación tenía entonces por la educación.

La causa de que Escocia haya desempeñado en la historia de la Gran Bretaña un papel fuera de toda ponderación, en comparación con su extensión y el número de sus habitantes, y que la iniciación de la revolución industrial se hiciese más visible en ese país, radica en que ha ido por de'ante en el aspecto educativo. Glasgow tiene una famosa Facultad de Ingeniería.

Pasada la época de Newton, que motivó una rápida extensión de las facilidades educativas, Escocia mantuvo la preponderancia de la ciencia anglo-sajona, mientras Inglaterra cultivaba profusamente la literatura.

En Escocia siempre ha existido una mayor unidad y continuidad entre las diferentes etapas de la educación. Así, la ley de 1872, que estableció los fundamentos de la organización moderna, fué una ley completa de educación, y no como la ley inglesa de 1870, que no era más que una ley de

la instrucción elemental. El propósito declarado en aquella ley era asegurar los medios para proporcionar una educación eficaz que pueda ser dada y utilizada por todo el pueblo de Escocia.

En este país se produjo una notable expansión de la educación post-primaria mediante el establecimiento de cursos de enseñanza dedicados al estudio del comercio, industrias rurales y domésticas; se exigía un examen de ingreso a la edad de doce años, dando al declarado apto un *certificado de mérito*. La enseñanza secundaria es la segunda etapa de la educación y no un tipo particular de educación.

En cambio, en Inglaterra, la educación primaria y la secundaria, en su origen, no fueron dos etapas de educación, sino dos sistemas distintos que crecieron independientemente uno de otro. Ultimamente ha desaparecido esa separación.

Francia fué la representación típica del sistema en que la educación primaria y secundaria no eran sucesivas sino paralelas, pero recientemente se ha suavizado bastante ese concepto.

A principios del siglo XIX, ante los nuevos estímulos sociales, Inglaterra se rehizo en el sentido de productora de ciencia, con Davy, Dalton y Faraday. La influencia que ejercieron estos hombres en la expansión de la enseñanza fué de la mayor significación, y confirmó el papel relevante del verdadero maestro. El caso se repitió con Liebig, Wöhler, Ostwald y otros muchos científicos alemanes y de otros países. En 1911, Ostwald escribió un libro titulado *Las exigencias del día*, con algunas consideraciones interesantes sobre la ciencia y la educación, que es igualmente oportuno hoy día.

Para Ostwald, el uso de excesivos libros de texto puede proporcionar al estudiante conocimientos perfectos, pero difícilmente por sí solo puede lograr una preparación que le permita actuar con fe y con espíritu investigador. Lo que más se opone a las grandes obras es la falta de independencia intelectual que tienen la mayoría de las personas.

Esta observación de Ostwald interesa a todas las naciones, pues desde el final de la segunda guerra mundial, con sus múltiples consecuencias, las situaciones en los más diversos asuntos han variado de manera profunda. Por ejemplo, en los Estados Unidos se han dado cuenta de que si quieren mantener su supremacía en el mundo de hoy es preciso formar una gene-

ración que sea capaz no sólo de establecer marcas de producción, sino también de hacer descubrimientos nuevos y básicos.

En modo alguno la educación puede ya seguir un camino impuesto por la inercia, pues todos han comprendido que se encuentra en crisis y que se necesita apremiantemente, como dice B. I. Bell en su libro *Crisis en la educación*, una conducta moralmente perfecta.

La preocupación del Estado por la educación elemental se había manifestado en la Gran Bretaña en 1833, pero la aceptación de su completa responsabilidad no tuvo lugar hasta 1870. La participación legal y explícita en la educación secundaria no se estableció hasta 1902. La ley de educación de ese año hizo aumentar las escuelas secundarias y se ha considerado como una de las señales más patentes del progreso educativo inglés. La educación secundaria obligatoria data en ese país de 1944.

En Inglaterra existen más de cien Escuelas Normales y Universidades que preparan a maestros y profesores, los que después periódicamente asisten a cursos especiales con el fin de mantenerse al día en el progreso de la ciencia y de los métodos de enseñanza.

En los Estados Unidos, por ley de 1647 se estableció un sistema de escuelas sostenidas por la Comunidad de Massachusetts que, según Horacio Mann, no había tenido precedente en la historia del mundo. Los norteamericanos pusieron desde un principio gran fe en la educación, y a ella deben gran parte de lo que son.

El desarrollo más importante en la reglamentación escolar de un país se produjo en los Estados Unidos en el siglo XIX, debido al acierto del modelo estructural de control de las escuelas públicas elementales y secundarias.

El punto de partida de la educación pública superior lo estableció la Corte Suprema de Justicia de los Estados Unidos en el caso del Colegio Dartmouth en 1819, y desde entonces las instituciones superiores de educación conservan en su mayoría su carácter particular. Y este autogobierno es la característica más saliente de la educación pública de los Estados Unidos.

El extraordinario desarrollo industrial y económico de los Estados Unidos se inició con el acertado funcionamiento de los *Colleges* de Agricultura y de Artes Mecánicas. Según la *National Science Foundation*, de 1870 a 1956 la fuerza laboral en ese país se ha hecho cinco veces mayor.

en tanto que el número de los que trabajan en ciencias e ingeniería ha aumentado 85 veces.

Aparte de que gran número de Universidades y *Colleges* ofrecen el grado de *Master* en educación, 28 de éstos tienen planes especiales para profesores de ciencias y matemáticas, y otros 35 ofrecen cursos para profesores de química, como en el caso anterior para centros secundarios.

En Montreal, Canadá, en 1776 no había ni una imprenta y en 1956 sólo en la industria química de ese país se invirtieron 201,9 millones de dólares. Y en todas las manufacturas de Canadá se invirtieron ese año 1.805,2 millones de dólares.

El desarrollo industrial se inició forzando el empirismo más que la ciencia. El progreso dependió en gran parte del desarrollo de las máquinas, y éstas, a su vez, de la invención mecánica.

Las grandes invenciones del siglo XIX—barcos de vapor, ferrocarriles, máquinas desmotadoras de algodón, telégrafos, teléfonos, lámpara eléctrica, automóvil, etc.—fueron el resultado de la aplicación del ingenio mecánico de los hombres. Estas grandes invenciones no se alcanzaron por la aplicación de principios científicos organizados a un determinado problema.

Los alemanes emprendieron el desarrollo de un método de competencia económica con la producción del añil sintético. Después de mucho tiempo de esfuerzos coordinados y gasto equivalente a unos 250 millones de pesetas, alcanzaron la meta propuesta, y, como consecuencia de ese éxito, a partir de finales del siglo XIX, comenzó la investigación científica organizada, y la lección la aprendieron otras naciones, sobre todo durante la primera guerra mundial. Y hazañas parecidas se produjeron durante la segunda guerra mundial en Alemania, acompañadas entonces por grandes éxitos en otras naciones, principalmente en Gran Bretaña.

En el siglo XX se consolidó el prestigio de las ciencias en todo el mundo civilizado, distinguiéndose en esa labor Alemania. La investigación científica vive y florece en todos los países cultos con las mismas exigencias y bajo normas parecidas, y sus resultados se convierten en patrimonio de la humanidad. Si las Universidades en el siglo XVI dejaron de ser internacionales para convertirse en estatales, la investigación científica, con su carácter de universalidad, les ha devuelto aquella categoría.

En Alemania, después de cuatro años de escuela elemental, desde los seis a los diez años, un quinto, aproximadamente, de los estudiantes pasan

a la escuela secundaria, donde están hasta los diecinueve años. A partir de 1859 se distingue entre *Realschule* de primer orden, con dos idiomas vivos y latín, y la de segundo orden, sin latín. De la *Realschule* de primer orden, en 1822 derivaron los *Realgymnasien* con carácter realista, y, a finales del siglo XIX, las *Oberrealschulen*, que en 1901 se equipararon a los Institutos de enseñanza media. El *Realgymnasium* ocupa una posición intermedia entre el *Gymnasium* y la *Oberrealschule*.

Las directrices prusianas de 1925 fijaron al *Realgymnasium*, además del objetivo común impuesto a todas las escuelas, la tarea especial de coordinar la cultura alemana con las culturas occidentales y con el pensamiento matemático y científico natural. El *Realgymnasium* se asemeja a un instituto de ciencias. El *Gymnasium* de ciencia más antiguo de Alemania lo fundó Federico Eugenio en Stuttgart en 1796.

En Prusia y en Baviera se da más importancia a los idiomas modernos, y en otros Estados, tales como Wurtemberg, Hesse, etc., la preponderancia corresponde a las asignaturas de matemáticas y de ciencias de la naturaleza.

Los objetivos de la enseñanza en los centros superiores científicos de Alemania no es solamente el proporcionar la cantidad máxima de conocimientos en una disciplina determinada, sino también, impulsados por el sentido de unidad de la enseñanza y de la investigación, el hacer que los estudiantes comprendan los problemas científicos, formándolos de modo que posean un juicio propio para que puedan realizar independientemente sus trabajos científicos en cualquier actividad que practiquen. La enseñanza en Alemania está basada en clases, ejercicios, seminarios y prácticas.

La primera Escuela Politécnica alemana se creó en Karlsruhe, en 1825, con una sección mecánico-técnica y otra químico-técnica. Para ser admitido en las escuelas técnicas superiores de Alemania se exige la presentación de un certificado de haber realizado prácticas en talleres de la especialidad elegida, además de poseer el título de bachiller.

Antes del examen preliminar se exige un mínimo de cuatro semestres de materias básicas, y, para llegar al examen que da derecho al diploma, se necesita un mínimo de ocho semestres de materias profesionales propiamente dichas. Para alcanzar el título de doctor son precisos dos, tres o cuatro semestres más. Los estudios de ingeniería en Alemania son más profundos y formativos que en los Estados Unidos y Rusia.

El adiestramiento técnico en estos casos no es un hecho aislado, y descansa en una amplia base de escuelas primarias y secundarias. Si éstas son deficientes o defectuosas, desciende el nivel de toda la educación posterior.

En el período 1918-1933 existían en Alemania tres formas básicas para la preparación de maestros de todos los grados y tipos: seminarios de formación; escuelas superiores de preparación, y preparación en las Universidades, que son las formas actuales de formación de maestros de escuelas primarias, de gramática, comerciales y profesionales. El Instituto pedagógico de la Universidad de Hamburgo posee cuatro divisiones para atender a las necesidades de los maestros y profesores de los distintos tipos de escuelas: Escuela elemental y escuela práctica y técnica secundaria; Escuela vocacional y comercial; Escuela secundaria de educación, y Escuelas especiales.

Las escuelas superiores y academias de pedagogía sirven exclusivamente para la formación de los maestros de las escuelas nacionales alemanas. Se exige el título de bachiller, y los estudios comprenden cuatro o seis semestres.

Después de la segunda guerra mundial, la preocupación y las prisas en Alemania se concentraron en atender a las necesidades de la educación, particularmente en medicina y teología, y a la preparación de los profesores de escuelas secundarias.

En 1947 se estableció en Wiesbaden un centro de educación y documentación para ayudar a los estudiosos en sus trabajos e investigaciones. Y en 1950 se fundó en Frankfort el Instituto para la investigación internacional de la educación.

El tiempo ha demostrado palpablemente que la educación es el factor principal en la elevación y prosperidad de los pueblos. Examinando las naciones que están en la vanguardia de la civilización y viven bien y con tranquilidad interior, se aprecia que son las que tienen sistemas educativos más acertados. En la misma España, a su período de engrandecimiento y de figuras relevantes en los distintos campos del saber, precedió una acción activa y eficaz en las Universidades de Salamanca y Alcalá.

Suiza, los Países Escandinavos y el Japón poseen pocos recursos naturales y, sin embargo, viven realmente bien—los escandinavos con el mayor nivel de vida de Europa—por su alto nivel cultural y educativo. Un pueblo

bien educado se conduce y administra de modo que hace todo lo que puede para transformar la pobreza en bienestar real.

Si ha asombrado Alemania por su proeza de recuperación, no es menos meritorio lo realizado por Austria en el corto tiempo transcurrido desde que abandonaron los aliados el país.

En el Japón, cuando subió al poder el Emperador Mutsuhito, en 1867, fué cuando tuvo lugar la introducción de la civilización occidental, y entonces cambió su tipo de cultura y empezó a industrializarse.

En el informe dado en marzo de 1958 por el Comité sobre el desarrollo de las Facultades de Ingeniería de los Estados Unidos se dice: «Ahora hemos empezado a darnos cuenta de los resultados del enorme y sostenido esfuerzo realizado por los rusos en el campo de la educación y de la investigación, logrando con ello el arraigamiento de su cultura. El problema de la educación tecnológica, aunque sentido profundamente por unos pocos, sin embargo ha entrado en la conciencia pública con la convicción esencial del éxito.»

El actualmente americano Wernher von Braun ha dicho: «Los soviets están embarcados hace tiempo en un programa dinámico para conseguir la supremacía en ciencia y en tecnología. Su sistema de educación controlada por el Estado prepara científicos e ingenieros competentes en un mayor número que los Estados Unidos. Sobre esta amplia base, Rusia dirige su esfuerzo, y no con la utilización de algunos cerebros-cumbres de los científicos extranjeros cautivos, como aún parece creer mucha gente en este país.»

El sistema educativo soviético se ha transformado desde unas teorías vagas e idealísticamente progresivas a una máquina con el propósito de producir trabajadores leales y calificados en los diversos campos y en diferentes niveles. Los avances conseguidos por Rusia en educación son más básicos de lo que a primera vista parece. En solamente veinte años han montado un sistema que les ha conducido al éxito. A pesar de sus finalidades políticas, la educación rusa emplea métodos que coinciden con la tradición continental.

La dedicación a uno u otro campo depende de las condiciones personales, sin que socialmente se deba conceder superioridad o preponderancia a ninguna profesión. Generalmente, los teóricos son pocos y los tecnólogos muchos.

Los profesores de física, matemáticas, química, ciencias naturales, historia, idiomas y literatura rusa se preparan en las escuelas pedagógicas de educación semiprofesionales, en las Universidades y en los Institutos pedagógicos, que son instituciones de educación superior para preparar el profesorado. La Academia de ciencias pedagógicas de Moscú es el centro principal de investigación sobre educación en Rusia.

Entre la escuela secundaria general y las escuelas superiores de educación están los centros técnicos. Esta red completa de escuelas semiprofesionales admite graduados de las escuelas con siete y diez años de escolaridad, y los preparan para ayudar a los ingenieros, abogados, médicos, científicos y otros profesionales. En 1956 había 1.674.000 estudiantes de esta clase.

En relación con la preparación de los ingenieros químicos, un Decreto reciente del Ministerio de Educación ruso exige que el 60 por ciento de todos los estudiantes que ingresan en las Universidades y Centros de tecnología han de tener al menos uno o dos años de práctica experimental industrial. Y todas las instituciones exigen, como parte del plan de estudios, que se cumplan períodos de práctica directa en la industria: el estudiante ha de permanecer por lo menos dos meses en el cuarto año y un período análogo en el quinto año. Los centros educativos tienen un número de fábricas asociadas a ellos para realizar estos trabajos.

Indudablemente, la fuerza de la educación rusa en tecnología, como ocurre hace mucho tiempo en Alemania, deriva, en gran parte, de la íntima asociación con la industria y del intercambio del personal en todos los niveles. Además, el trabajo es duro y la jornada larga.

Un hecho interesante es que mientras el carácter de igualdad ha conducido a los americanos a ajustar las normas de la escuela secundaria para el muchacho medio, en Rusia el mismo ideal parece haberlos conducido a hacer el reajuste de ese grado de enseñanza pensando en el inteligente, con lo que es de presumir que se abandone en parte al joven de capacidad media.

Lo más importante de la educación soviética es que los fines de ésta no se han modificado desde la implantación del régimen hace cuarenta y un años. En conformidad con esto, la organización y contenido de la educación soviética refleja dos objetivos predominantes: inculcar un sometimiento a la voluntad y medios del partido comunista y desarrollar la

máxima competencia técnica para el trabajo. El individuo está subordinado, los campos de preparación prescritos y limitados, y se movilizan los mayores recursos posibles para la preparación de la juventud.

De modo análogo a los cambios sufridos en el transcurso de los tiempos por varias naciones, la dedicación preferente del pueblo ruso a la ciencia y a la tecnología les conduce a un ambiente propicio a los cambios políticos y económicos, y este hecho puede destruir el comunismo soviético.

Los soviéticos, como sus maestros los alemanes, conceden hoy una gran importancia a la organización de la enseñanza superior y a la investigación como un fin social.

Toda la política española del siglo xvii estuvo condicionada por la geografía, y justamente el descuido y abandono del cultivo de la ciencia y sus aplicaciones, iniciados después de Felipe II en el momento que se abrieron caminos sorprendentemente fértiles para aquélla, constituyó tal vez el error estratégico básico que señaló el declive del Imperio Español.

La decadencia de España se inicia cuando pierde su relativa preponderancia en las técnicas y en la artesanía y se separa del camino cultural seguido por la civilización y el progreso. Es decir, cuando faltó el realismo.

El período comprendido entre los últimos tiempos del siglo xvii y primeros decenios del xviii representa el bache más profundo en la progresión de la vida social y del avance intelectual español.

Feijóo, que sintió una gran devoción por la cultura, intentó la renovación sin separarse de las directrices del pensamiento español. Las obras de Feijóo influyeron, desde luego, en las reformas del siglo xviii. Sin embargo, los herederos suyos fueron manifiestamente enciclopedistas.

Se hicieron grandes esfuerzos para despertar a España del letargo en que estaba, pero muchos intelectuales y maestros se escandalizaron por la propuesta hecha por Villarroel para crear la Academia de matemáticas. Asimismo, Balmes prefería la razón práctica a las sutilezas estériles.

En España predominaba en el siglo xviii la agricultura y la artesanía, y los conocimientos se transmitían de padres a hijos. Las mismas ferrerías de Vizcaya y Guipúzcoa habían disminuído en 1764, en relación con las existentes en 1550. La cultura era un lujo y la única organización del trabajo eran los gremios, a los cuales fomentó Carlos III. El Museo de Historia

Natural se creó en 1771. Este Rey y los nobles de Vergara vislumbraron la nueva orientación de la cultura.

En el año 1763 el Conde de Peñaflorida lanzó la idea de crear la *Sociedad económico-académica de agricultura, ciencias, artes útiles y comercio*, que empezó a funcionar el año siguiente. La sociedad estableció escuelas gratuitas en Bilbao, Vergara y Vitoria.

En 1775 se creó el *Real Seminario Patriótico Vascongado* en Vergara, contando como profesores con los franceses Proust y Chavaneaux, y entre los españoles estaban los hermanos Elhuyar, descubridores del wolframio. Funcionó hasta 1793.

El general Lacy, comprendiendo la necesidad de una escuela de química y metalurgia, propuso el establecimiento de un laboratorio inmediato al Colegio de Artillería de Segovia, y la Escuela la inauguró Proust en 1792, que en aquella fecha tenía treinta y siete años.

Pero, según dijo Ramón de Salas en su *Memorial histórico de la artillería española*, 1831, «a pesar de las ventajas y protección que se otorgó siempre a este profesor, se ocupó más de la celebridad de su nombre que del aprovechamiento de sus discípulos, hasta que en 1793 logró trasladarse a Madrid». Cabe preguntar si fué un acto volitivo de Proust o influyó el ambiente.

A mediados del siglo XVIII la minería estaba confiada principalmente a la Europa occidental. Los españoles trajeron la *platina* de Sudamérica, y de ella se obtuvo el platino, el indio y el rodio. El platino era entonces muy apreciado para la construcción de vasijas de laboratorio y alambiques. También implantaron el uso del mercurio, lo cual permitió extraer la plata y el oro.

Poco después España perdió su importancia minera, y el resurgimiento que tuvo lugar en el siglo XIX fué con miras a la exportación o a través de empresas extranjeras. La explicación de lo ocurrido está en lo que dijo el Teniente de navío Jerónimo Tabern en los *Extractos de las Juntas generales celebradas por la Real Sociedad Vascongada de Amigos del País* del año 1789 en relación con las minas de hierro; «las naciones del Norte que tienen la desgracia de emplear unos minerales llenos de azufre y ácidos consiguen, no obstante, reducirlos a metal perfecto, y los venden con más conveniencia que los de Vizcaya, de donde resulta que éstos no pueden sostener la competencia y, por consiguiente, no tienen la salida que debería

esperarse de la buena calidad y de la facilidad con que se trabajan nuestras menas. Los ferrones de estas provincias, como ignorantes y despreocupados, se guían por una ciega práctica que no ha variado desde sus principios: se contentan con hacer lo que han ejecutado sus abuelos, y fiados en la bondad del metal que emplean, no procuran mejorar sus fábricas».

En los siglos XVII y XVIII varios españoles se distinguieron en el cultivo de la ciencia, pero en el siglo XIX se pierde el rumbo y no se tiene acierto al intentar captar el nuevo camino iniciado en el mundo para relacionar y armonizar los diversos intereses individuales con los nacionales. Sin embargo, Cajal recomendó «capacitar en provecho común todos los talentos útiles y fecundos brotados del seno de la raza».

La preparación del magisterio en forma orgánica data en España de 1807; en este año se establecieron exámenes para autorizar a los profesores privados. Las Escuelas Normales se crean en 1834, habiendo actualmente 106 escuelas de este tipo. En algunas Facultades de Filosofía y Letras existe la Sección de Pedagogía.

En 1850 se estructuró la enseñanza industrial estableciéndose cinco categorías de técnicos, pero el decreto de creación de dicha enseñanza se modificó en seguida.

Actualmente se ha industrializado enormemente España, consiguiéndose la elevación del nivel de vida del pueblo. Ha destacado la preocupación por la enseñanza laboral, y ahora se ayuda por medio de becas a los alumnos aptos no pudientes para que continúen sus estudios.

LA CIENCIA, GUÍA DEL PROGRESO.

Cultura es una manera característica de vivir o el progreso social alcanzado por un pueblo merced a un determinado grado de desarrollo ético, intelectual y artístico de los individuos.

La educación, con su carácter evolutivo, permite que la cultura de un pueblo cambie según varían las condiciones de vida para asegurar de este modo la continuidad de su progreso y su estabilidad. A. N. Whitehead ha dicho: «El arte del progreso consiste en mantener el orden en medio del cambio, y el cambio en medio de orden. La vida rehúsa del estancamiento

en vida. Cuanto más prolongado sea el parón, tanto más grande será el derrumbamiento de la sociedad.» Ese reajuste continuo del equilibrio orden-cambio se logra solamente con la educación.

Las inquietudes y transtornos sociales se achacan al materialismo, al liberalismo o al totalitarismo; pero, de hecho, obedecen al grado de educación que reciben los miembros de la sociedad.

La historia de la educación descubre claramente que, para que un maestro o una escuela tengan eficacia en la vida de una comunidad o Estado, primeramente deben ser eficaces en las vidas de los mismos muchachos que instruyen. Platón y Aristóteles, en sus tratados de filosofía política, señalaron este extremo y desconfiaron de la estabilidad de los Estados que no tenían educación.

Ya se ha visto cómo, en diferentes épocas, los cambios en la vida forzaron el interés por la educación, destacando, sin duda, la consideración de ésta como función del Estado, y esa idea de la educación como función estatal se intensificó por el movimiento humanitario de ese período.

Es fácil comprender que, a partir del siglo XIX, fué necesario un nuevo tipo de educación y que desde entonces preocupe ésta como una cuestión de primer orden social, sin más que considerar que la humanidad, hasta el siglo XVIII inclusive, no pasaba de ser un conjunto de individuos con ciertas necesidades naturales que constituían el estímulo para la acción, las cuales, hasta esa época, se habían mantenido fijas, en tanto que a partir del siglo XIX se empezó a extender la comodidad y el lujo.

Los filósofos alemanes de principios del siglo XIX consideraron la educación como un medio con el que cada generación capacita a la siguiente para esforzarse en lograr la perfección, presentando de manera clara la importancia del estudio de la naturaleza y de la educación en la formación del ser humano.

Cuando los industriales ingleses decidieron educar a su personal, siguieron los métodos de la educación alemana. Una consecuencia de esa orientación fué la creación por T. Campbell y lord Brougham, en 1826, de una tercera Universidad inglesa en Londres, en la que siete años después se fundó una cátedra de educación.

Los progresos de la ciencia han hecho surgir nuevas prácticas sociales de gran amplitud e influencia. El progreso humano ha dependido siempre del oportunismo. A partir de mediados del siglo XIX las oportunidades para

aprender y para enfrentarse con los problemas de la vida son mucho mayores que antes. El mundo de 1890 era muy diferente del que vivimos ahora con sus múltiples problemas, y son bien patentes las necesidades actuales de la educación para preparar a la gente con responsabilidad y eficacia para dar solución a los principales problemas. Los derechos humanos se amplían a medida que se intensifica la educación con el fin de regular las fuerzas de la naturaleza y vencer las fuerzas del egoísmo.

La educación del pueblo no es meramente una cuestión de disponibilidad de dinero y de edificios, ni aun de maestros, sino que es asunto que está íntimamente ligado al desarrollo y estructura de la sociedad.

Desde luego, la escuela y los centros de enseñanza media y superior son los responsables directos de esta misión, pero no ha de olvidarse que la educación, en su amplio sentido, puede continuar sin ellos, y así lo confirma el hecho bien conocido de los auto-formados, aunque la auto-formación completa sea un mal asunto para el individuo y para la sociedad. Bien dijo Costa que la Escuela debiera ser tan grande que tuviera el cielo por techo.

A principios del siglo XIX surge la Escuela Normal a causa de la necesidad apremiante de preparar maestros con un cierto grado de cultura y la debida capacitación profesional, más para preparar en el cómo enseñar que en el qué enseñar.

La enseñanza no es eficaz, no tiene unidad, si decae antes de alcanzar la finalidad. Es poco viable enseñar teorías científicas si no se tiene alguna idea de sus aplicaciones prácticas; no puede estudiarse una materia en abstracto sino se relaciona con el objeto sobre el que se ha de aplicar aquella disciplina.

La defensa de la ciencia, tanto en su aspecto cultural como una disciplina especializada, no quiere decir, en modo alguno, que se rebaje el valor de las distintas humanidades. La ciencia no es una cosa aparte, sino una humanidad más como cualquier otro asunto del empeño humano, y, en el tiempo actual, es una de las más dominantes. El hombre culto necesariamente tiene que conocer el pasado para saber cómo se ha llegado al presente y así poder comprender mejor éste y tener una idea de la significación de la ciencia y de la importancia del método científico.

B. Farrington, profesor de clásicos de Swansea, reconoce que las grandes lenguas son el depósito del espíritu que guarda las grandes revelacio-

nes de la realidad, y, por lo tanto, son instrumentos precisos para el estudio de ciertas ramas de la historia antigua, pero también sostiene que la ciencia no es solamente la clave para comprender el ambiente natural del hombre, sino que es esencial para conocer la historia humana.

Con frecuencia el conocimiento científico tiene un valor relativo inmediato para la humanidad. Sólo cuando constituye la base de un proceso o producto nuevo es evidente su utilidad. Asimismo el proceso o producto creado tienen un valor limitado para el hombre hasta que se puede disponer ampliamente de sus beneficios mediante una gran producción y una buena distribución. Si el progreso ha de ser completo se han de armonizar las ciencias, las ideas y la tecnología y orientarlas hacia el bien común. El mecanismo que aglutina las ciencias, las sugerencias de su aplicación y la tecnología es la industria.

Sin duda alguna, la educación científica tiene su principal aliento en la activación y desarrollo de la inteligencia. Esto origina una mayor eficacia en el trabajo, que se basa siempre en la continuidad y en el método, a diferencia de la idea que tenían algunos del cultivo de las artes liberales creyendo que se podía hacer cuándo y cómo les agradase.

El papel de la ciencia natural en la escuela primaria es despertar y estimular el interés de la naturaleza. Así como lo más importante en los cursos de ciencias de los centros secundarios es conseguir una actitud científica, o sea un punto de vista general para estudiar los problemas, no sólo en su campo propio, sino en sus relaciones con la vida.

Lo ocurrido con la ciencia es lo mismo que sucede siempre en todos los asuntos humanos que son cíclicos, que sucesivamente dominan unos u otros, y hoy nos encontramos en la Era de la ciencia, siendo las otras humanidades el cortejo necesario para el hombre culto. El científico no es un mero especialista, sino un profesional dedicado al cultivo de una materia de extraordinario interés actual, que emplea sus ratos de ocio para el estudio de las otras humanidades.

La ciencia y el método científico, que constituyen la contribución más importante del pensamiento, en sentido estricto, no son realmente nuevos, si bien ciertamente son una novedad el gran desarrollo que han logrado en los últimos tiempos y su penetración en todos los ámbitos de la vida moderna.

Evidentemente, en varios aspectos el cultivo de la ciencia requiere una

preparación particular, pues su sistematización sólo puede alcanzarse cuando se ha logrado ya cierto nivel en el conocimiento de los objetos en estudio. La ciencia avanza por tanteos que marcan su evolución histórica y que, lentamente, conducen a su sistematización. Es una creación de la mente humana, y su edificio será siempre un cuerpo de doctrina en evolución y desarrollo.

Esta edad se caracteriza por dos orientaciones principales: la ciencia y el conflicto entre dos ideas políticas en oposición. Y, si bien es verdad que el hombre culto es el que tiene suficiente saber para acomodarse a su ambiente, también se reconoce que una persona de nuestro tiempo no puede decirse que sea verdaderamente culta, aunque sepa mucho, si no posee la suficiente capacidad para comprender la ciencia y las ideas políticas. Según Pío XII, «un cristiano no puede permanecer indiferente ante la evolución del mundo».

Lo mismo puede fallar en muchos aspectos de la vida el profesor de latín que se considera sin duda alguna un hombre culto, como el científico o el ingeniero, a los que equivocadamente no se les considera cultos, si unos y otros están demasiado polarizados en su especialidad.

Ninguna persona puede saberlo todo, lo cual determina que la educación tenga que ser selectiva dentro de una directriz fundamental, basándose en lo que cada época interesa más al hombre culto.

El sentido utilitario de la educación no se refiere a un mero pragmatismo, sino a la consecución de un fin, en vez de concretarse a verter sobre el alumno paletadas de conocimientos sin relacionar ni conocer su utilidad. El hormigón es una mezcla de cemento, grava, arena y agua, pero la amplitud de uso y su éxito se debe a su adecuada proporción, según sus condiciones, y al empleo de las máquinas mezcladoras que las asocia y une íntimamente.

Lo opuesto al concepto tradicional de la enseñanza como una acumulación de hechos y datos es el enseñar la manera de resolver los problemas. Los alumnos disfrutan resolviendo problemas cuando les interesan, es decir, cuando los comprenden.

Conviene distinguir en todo plan de enseñanza las disciplinas que son básicas para el desarrollo intelectual y las que simplemente desarrollan hábitos de vivir y las destrezas de las artes u oficios.

REVISIÓN DE LA ENSEÑANZA.

Algunos pueblos, en este siglo, han adquirido un nuevo concepto de la educación considerándola como una preparación del ciudadano para la vida y el servicio social, más que suponerla como un medio de ganar dinero u honores. La función fundamental de cualquier sistema educativo es estimular y poner en condiciones al alumno para que se identifique con el estudio, pues poco se puede conseguir si no se ha desarrollado en el alumno el debido interés para que continúe por sí mismo estudiando una vez terminada su vida docente. No se puede instruir a la fuerza a un estudiante. Solamente es posible ayudar al que desea aprender enseñándole cómo puede ampliar sus conocimientos mediante la auto-instrucción.

Un famoso profesor de metalurgia lo primero que decía a sus alumnos al comenzar el curso, era: «Yo no puedo hacer metalurgo a cualquiera de ustedes, pero haré de ustedes hombres o no terminarán con éxito mi curso.» Según E. Burke, «el ejemplo es el único argumento de la vida civil».

Para aprender los hechos pueden bastar los libros, pero para influir en el desenvolvimiento de la inteligencia y formar hombres se necesitan maestros con vocación que conozcan las cosas y dominen las situaciones.

La educación ha evolucionado lentamente desde el estudio del arte al método de estudio de las leyes básicas y las razones del porqué. Se aprenden matemáticas y ciencia porque han demostrado su utilidad para el desenvolvimiento de la vida.

La oposición manifestada contra esta orientación realista de la enseñanza ha sido intensa y constante. Por ejemplo, a principios del siglo XIX, Benjamín Fine, criticando la introducción de la técnica en los planes de estudio, decía: «Con el estudio del griego y el latín floreció o declinó el sano saber. Ahora es demasiado tarde para discutir, por ignorancia, indolencia, excentricidad o incredulidad, lo que ha sido ratificado con el sello de los siglos.»

En parecido, pero en sentido opuesto, Dougherty ha dicho: «Ahora el sello de los siglos se ha adherido a la educación realista, aunque todavía quedan voces que se apartan de la tarea de enseñar las cosas que necesitan conocer los estudiantes.» En modo alguno esa idea encierra el querer prescindir de ningún saber, pero hay que distinguir entre los estudios que son

necesarios y los que en cierto sentido son un lujo, quedando éstos para ocupar el tiempo de ocio.

Por ejemplo, al profesor de enseñanza media, en general, se le enseña más de lo que necesita menos, y, debido a ello, tiene pocas ocasiones para llenar las lagunas de su preparación. Y las escuelas y centros de enseñanza media dedican demasiado tiempo a exponer muchos detalles sin importancia. Sobre todo en ciencias y en matemáticas, los programas de los cursos se han de armonizar debidamente.

Según un estudio realizado en 1956 por la Universidad de Purdue (EE. UU.), una de las razones por la cual se pierden los talentos más jóvenes para la ciencia es la existencia de actitudes negativas en las mentes de los estudiantes aptos que los desvían de la educación científica. El grupo reunido en Purdue llegó a la conclusión de que esas actitudes no radican precisamente entre los estudiantes de las *high schools*, sino en la población general.

Es curioso que la contestación más frecuente entre los 15.000 estudiantes de las *high schools* consultados es «que piensan que su preparación escolar primaria y secundaria es demasiado deficiente para escoger la ciencia como profesión». Todo ello exige que los propósitos educativos actuales sean sometidos a un revisión rigurosa, ya que las generaciones de mañana se han de enfrentar con los problemas de hoy. Si la preparación ha de ser compatible con el ambiente en que han de vivir, a la juventud se la ha de enseñar, tan pronto como la edad lo permita, los conocimientos básicos esenciales en las escuelas elementales, procurando cuidadosamente en todo momento que la manera de enseñarlos esté al alcance del grado de madurez del alumno.

El no comprender cómo se pueden aplicar de manera útil las matemáticas ha dado origen a que mucha gente no se dé cuenta de cuando no se pueden aplicar con provecho y a que las matemáticas se hayan hecho impopulares.

Es preciso un cambio de clima en relación con la ciencia y la tecnología y un mejoramiento de los medios de enseñanza de estas materias en las instituciones secundarias.

Liebig en 1866 dijo: «La más importante de todas las condiciones para el progreso de la civilización y la cultura es que los hombres estén bien preparados para utilizar sin restricciones los poderes que les ha otorgado».

Dios.» Lo que queda en la superficie por no saber utilizar debidamente la inteligencia y no comprenderlo bien, ni se puede enseñar a los demás ni se puede utilizar en beneficio de otros.

Debe empezarse por aprender los hechos y, una vez que se han aprendido, dedicarse con empeño a las tareas exigidas para solucionar las situaciones que se presenten, pensando en función de objetivos de largo alcance y no sobre la escala de tiempo de unos pocos años.

Lo esencial en la educación es mantener a punto el entrenamiento de la observación, del pensamiento y de la acción para cualquier tipo de estudio. La educación actual ha de establecer la continuidad entre el idealismo de la juventud y el realismo de la vida, ofreciendo a los jóvenes el mayor número de oportunidades reales. Las ideas están en los hechos y no viven en sí mismas, por lo que es preciso el contacto con la realidad; sin embargo, existe un divorcio acentuado entre lo que se enseña y lo que hace falta para luchar con la realidad.

El estudio de la naturaleza ha puesto de manifiesto la importancia de la experiencia directa, observando lo que nos rodea, en vez de limitarse a leer y oír. La experiencia no consiste en el número de cosas que se han visto, oído o leído, sino en el número de cosas sobre lo que se ha actuado y reflexionado.

Las etapas en la formación de un joven son: pedagogía, educación; didáctica, procedimiento para enseñar, y distética, método de asimilación del saber.

En la pedagogía, que es una técnica que hay que mejorar constantemente, se inicia la disciplina, se fija la atención y se asegura la constancia en el estudio; en la didáctica se implanta un método para llegar a la sistematización y la generalización, aprovechando la observación y la experimentación. Para la distética se requiere voluntad e interés por aprender. En esta etapa deja de ser lo fundamental el profesor, y es el alumno el factor principal, pues aun cuando es necesaria la ayuda del maestro, la manera de prestarla es distinta a la de las etapas anteriores. Es el alumno el que inquiere y pide información concreta sobre las dificultades que se le presentan, los problemas que se le plantean o las ideas que nacen en su cerebro.

Al estudiante se le ha de hacer consciente y responsable de su propia educación, mediante una mayor confianza en el estudio realizado de *motu*

propio, sin sujetarse estrictamente a la instrucción diaria de los profesores. La finalidad primordial del profesor es hacer que el estudiante tenga deseos de aprender. Para que se forme la voluntad y nazca el interés del saber es preciso que exista una sociedad que estimule y que en ella impere una justicia rigurosa en todos los órdenes sociales.

Ya no puede ser la enseñanza un mero aprendizaje basado en la observación de lo que hacen los profesores más experimentados, pues, ahora, en la instrucción se siguen métodos nuevos y fundamentales.

Los progresos de la psicología educativa han revolucionado el concepto que se tenía del proceso educativo; la educación ya no puede ser estática, sino dinámica, pues el que aprende está en relación mutua con su ambiente, el cual le estimula y le hace reaccionar. El elemento importante en el método psicológico de la enseñanza es la utilización de ideas e intereses ya existentes en los alumnos, como un medio dentro del cual la concepción o proceso científico que se han de enseñar encuentran un campo natural de acción, y, a partir de éste, se pueden desarrollar con facilidad como una consecuencia.

El profesor Bailey ha dicho que la educación actúa en tres direcciones: enseña hechos, enseña a convivir con la gente y enseña a pensar mejor. Algunas personas superdotadas no tienen la necesidad de aprender a pensar, pues el ambiente es suficiente para proporcionarles las oportunidades y la experiencia para hacerlo; pero como el niño no tiene experiencia alguna para poder pensar, a la mayoría de los jóvenes se les ha de enseñar a pensar, y la educación, sin interferir en modo alguno con la aptitud de pensar, ayuda mucho a desarrollar esta aptitud.

Lo que se persigue actualmente no es formar una sociedad planificada, sino una sociedad educada y capacitada para que todos se beneficien de las riquezas y del saber.

Los factores decisivos en la revisión de los planes de estudio y en la nueva técnica de instrucción son los intereses, las aptitudes y las necesidades sociales.

El problema práctico en la psicología de aprender es averiguar como aprenden los estudiantes con más facilidad y menos coste. Es inútil que se diga que se desea enseñar cierta materia si se sabe que es difícil que los alumnos puedan comprenderla, porque el tiempo necesario para enseñar dichos temas o cuestiones sobrepasa con creces su importancia en la educa-

ción del ciudadano corriente. El verbo *enseñar* encierra dos conceptos: enseñar a los jóvenes y enseñar materias. De los dos, es de mucha mayor importancia el primero.

El objetivo en la selección de las personas que han de seguir estudios superiores no es precisamente la eliminación de los incapaces, los que por sí mismos deben abandonar el empeño, sino más bien conducir a los dotados al campo que mejor les cuadre, y, sobre todo, tener presente que éstos deben sentir un vivo interés por la profesión o actividad respectiva.

Ahora bien, el bachillerato no debe empezar antes de los doce años y terminar a los dieciocho, y en él se ha de cursar, mediante un plan metódico y meditado, matemáticas y ciencias, si es que se quiere utilizar a los estudiantes que deseen continuar los estudios científicos o de ingeniería. De otro modo, en los cursos preparatorios para el ingreso en los centros correspondientes se han de completar esas deficiencias, con el consiguiente aumento de coste y tiempo, además de perjudicar al alumno en su disciplina mental y método de estudio, ya que no existe la debida continuidad. El cimiento es la parte más importante de toda estructura, y en el bachillerato deben adquirir los jóvenes, con criterio de síntesis, el cimiento cultural necesario para proseguir sus estudios.

El papel del bachillerato, a finales del siglo último, era claro y sin duda: preparar estudiantes para la Universidad. Ahora ésta es aún una de sus funciones importantes, pero sólo para una minoría. El principal cambio que hay que realizar en la enseñanza media obedece al interés por la enseñanza de la ciencia.

Cada día se hace más patente el papel fundamentalísimo de los profesores de ciencias en la enseñanza secundaria, sobre todo por hacer grata y útil la enseñanza de la ciencia, lo cual permite que un mayor número de jóvenes acudan a las profesiones científicas y a la ingeniería.

Las Universidades, durante siglos, han servido, principalmente, como archivo para la conservación del saber clásico; a principios del siglo XIX, las exigencias de la ciencia, por un lado, y la extensión de las profesiones, por otro, ampliaron las finalidades de la Universidad dentro de su misión fundamental de servir a la universalidad del saber, y abrieron, de modo parecido a lo ocurrido con la enseñanza media, cauces nuevos de gran amplitud, que facilitaron la generación de ideas. Hoy a la Universidad se le exige que el estudio profesional vaya unido a una instrucción ideal y

general, pues la aspiración del profesional debe ser ocupar un puesto desde el cual ha de servir a la nación y, como contrapartida, obtener un medio decoroso de vivir.

La primera exigencia ha sido disponer de profesores capacitados para enseñar, transmitir y hacer progresar el saber. Hoy no basta con enseñar materias, sino que existe el problema de educar a toda la sociedad. El profesor de todo curso de introducción en la Universidad tiene la oportunidad y la obligación de hacer comprender a los estudiantes su materia en relación con el conjunto del saber.

Los períodos de decadencia y superficialidad se producen cuando las fuentes del saber se secan y la educación cultural se divorcia de la profesional. Entre la educación y la ciudadanía se ha de establecer una relación estrecha.

Es un hecho cierto que los estudiantes universitarios piden ahora un nuevo sistema de cultura y una nueva orientación de la educación, dedicando más atención a los estudios prácticos y fecundos. En el fondo parece volverse, en la educación, al ideal antiguo de servir a Dios y al prójimo.

EL MAESTRO

El cambio del siglo XIX ha sido el más profundo que se ha producido en la educación de todos los tiempos, puesto que con la intensificación del juego de la inteligencia en las actividades humanas es evidente que la clave del éxito radica en el adecuado funcionamiento del profesor. El maestro o profesor trabaja con tres elementos importantes: personas, ideas y cosas. No es extraño, pues, que se ponga el mayor cuidado posible en la selección de las personas que se han de dedicar a la enseñanza, ya que el profesor ha de poseer un total conocimiento teórico y útil de su materia, saber transmitir este saber a sus alumnos y tener una vocación de maestro para atraer a los mejores. La enseñanza, en general, ha de ir acompañada de realismo y de contenido social.

El problema esencial en relación con los maestros es la calidad más que la cantidad. El profesor de enseñanza superior debe reclutarse de los niveles más altos de aptitud y de preparación.

La *National Science Foundation*, de Estados Unidos, ofreció en el verano de 1957 un programa de perfeccionamiento del profesorado de cien-

cias con un presupuesto de 4.800.000 dólares, subvencionando a más de 4.000 profesores de *high schools* y 250 profesores de *colleges*, que se beneficiaron de las enseñanzas de 750 profesores especialistas de 14 instituciones. Por otra parte, para 1959 concede 300 becas para profesores de ciencias, triple de las concedidas en el año 1958.

Las ciencias físicas y la ingeniería exigen, como condición primordial, una penetración aguda y un elevado grado de sedimentación cultural. Los profesores que pueden atender las necesidades de la tecnología actual son los que poseen una base científica, y han de estar especialmente preparados, pues vivimos en una época en que la intuición y la rutina se han de sustituir por comprender, interpretar y aplicar los principios científicos, ya que la ciencia aplicada no es otra cosa que sacar conclusiones de estos principios.

A partir de 1910 se ha producido en las Universidades, en general, un mejoramiento, tanto en los equipos como en la organización del trabajo, y asimismo en la extensión y asociación de la enseñanza a la investigación en muchas más materias. El Estado ha sentido siempre la preocupación de la organización y administración de las Universidades, pero muy poco se ha manifestado en lo relacionado con la educación que los estudiantes adquirirían.

Un hecho concreto que pone de manifiesto el grado cultural y el interés de los estudiantes por la enseñanza que reciben es que en algunas naciones, por ejemplo, en Alemania, ellos mismos se trasladan voluntariamente de un centro a otro buscando al profesor más apto en cada materia. Desgraciadamente, el viajar buscando al profesor más *fácil* denota una total carencia de vocación por parte del estudiante.

En los países en que el ser humano tiene una mayor potencia imaginativa, es, precisamente, en los que son más necesarias para la educación la disciplina y el método. Lo interesante en todo es un principio, una disciplina y un método. El principio lo da Dios, pero a nosotros corresponde la disciplina y buscar el método.

La característica del ser humano, en virtud de las potencias de su alma, es proceder con método. A ello le acucia, además, el deseo de realizar con éxito las empresas proyectadas. Toda empresa intelectual de la humanidad, una vez adquirida la suficiente madurez, se ha logrado con ayuda, conscien-

te o inconsciente, del método, y esto es particularmente cierto cuando se trata de la ciencia.

El enseñar y el aprender están asociados en la educación. La tarea del maestro es ayudar al estudiante para mejorar su capacidad asimilativa.

Todo lo que se aprende con la educación sólo se consigue a través de la actividad de los escolares. Los propósitos de la educación se logran solamente por ejercicio y aplicación. En la educación, el centro de estímulos es el maestro, que debe tener unas determinadas características de personalidad. Los maestros saben lo que espolea el esfuerzo y que una mente alerta, viva, es el principal resorte del proceso de aprender. Si el estudiante no aprende, es debido a su actitud mental con respecto a sus estudios, bien por indiferencia, falta de aptitud o incapacidad para comprender el significado de las finalidades del estudio que realiza. En cualquier caso, el profesor debe procurar ganarse la confianza y la plena cooperación del estudiante. No basta con relatar hechos, explicar la teoría y resolver problemas, pues no se puede comunicar saber hasta que el estudiante ha adquirido el deseo y la aptitud para aprender. Los estudiantes necesitan tener una confianza humana con sus profesores y una confraternización con ellos, sin excluir el debido respeto.

La formación de un joven y el hacerle aprender eficazmente son tareas complejas y difíciles. Todos los estudiantes, en los grados avanzados, saben bien que, en el trabajo intelectual, la primera condición es tener la mente atenta para percibir y asimilar. El estudiante, por su juventud, es un ser inquieto e impresionable, y es labor del profesor, por sus dotes personales humanas e intelectuales, subyugarle y mantener su atención fija sobre la materia que se expone en la clase.

El profesor de grado superior, para completar la formación de sus discípulos, ha de cultivar un campo específico en el que pueda dirigir algunas investigaciones que permitan a los alumnos afianzar y aprovechar las ideas que han adquirido. Hoy no puede haber educación superior sin investigación, y menos aún investigación sin una buena educación.

Simultáneamente con el trabajo de investigación, se debe someter a la consideración de los alumnos que amplían estudios, situaciones reales con las que posiblemente tenga que enfrentarse el graduado en su actividad profesional.

La especialización y la investigación han de subsistir y crecer tanto en ciencia como en las humanidades.

La educación en el grado superior depende de la madurez y del cimiento básico alcanzado en la enseñanza primaria y secundaria. El muchacho de nueve o diez años es un receptor humano lleno de curiosidad por las cosas y fenómenos; en seguida pregunta sobre lo que ve. Pero, en la adolescencia, tanto si abandona la escuela a los diez años como si la educación que recibe no es apropiada, pierde pronto esas magníficas dotes e incluso la curiosidad.

El muchacho desea aprender, pero, naturalmente, en el estudio encuentra dificultades, porque, desde luego, para poner en juego de modo ordenado la experiencia y la inteligencia se necesita un esfuerzo bien dirigido. El profesor no debe darle la solución absoluta para vencer la dificultad, sino que debe guiarle de manera que sea el mismo estudiante el que halle el camino de vencerla.

Las matemáticas, la ciencia y las humanidades básicas, tal como la ética, requieren un mayor esfuerzo del estudiante que otras muchas enseñanzas consideradas como sencillas.

Pero, como son evidentes los apremios de los padres y las necesidades de la vida, si al alumno no se le enseña a su debido tiempo a vencer las dificultades que encuentra en sus estudios y, además, se le abrumba con muchos conocimientos simultáneos, cuanto más estímulo tenga más pronto buscará el medio de no paralizarse, de ir adelante, y la única manera de aprobar y ganar oposiciones sin ayuda de profesor capacitado es el memorismo. El menos culpable de ello es el alumno, y, generalmente, los que actúan así son muchachos inteligentes, trabajadores y con amor propio.

Desde luego, una buena memoria ahorra mucho tiempo y energía y ayuda a encontrar relaciones importantes entre hechos aparentemente distanciados.

Según ha dicho Hildebrand en relación con la labor del profesor, «no cuenta lo que se vierte sobre el estudiante, sino lo que se siembra».

Las materias que se han de dar en el bachillerato han de estar bien esquematizadas. El saber tiende a desintegrarse, y sólo se evita la desintegración cuando el profesor forma con los conocimientos que enseña una buena estructura. En la enseñanza, la educación general no debe interesar por los hechos, sino por los fundamentos. Los principios fundamentales

constituyen el único origen de las cosas. Hay demasiados hechos que aprender.

Hay que enseñar bien los conceptos elementales, formativos y fundamentales, y la significación y naturaleza de lo que se enseña, sin preocuparse demasiado de la cantidad de conocimientos, y, sobre todo, el profesor ha de elevar el nivel cultural de la clase de un modo progresivo, pues los saltos en el vacío son funestos para los alumnos. Al estudiante hay que observarlo bien y juzgarlo por las reacciones y actividades que surgen de él. No debe sentir temor al ridículo al exponer sus ideas. La tutela de los muchachos debe empezar con el bachillerato.

El período de los diecisiete a los veinticuatro años es esencial en la vida. En ese período el estudiante inicia su madurez intelectual y emotiva, y físicamente se encuentra en su plenitud. El único defecto real en esa edad es la falta de toda clase de experiencia, y esta laguna debe empezar a llenarla en los años de estudio, en la Universidad. La eficacia de una Universidad no depende de sus planes de estudios, sino de su aplicación y de su realización.

Por último, en todas las carreras, pero principalmente en las de naturaleza científica y técnica, existe un período mal definido entre el momento en que se termina la carrera y aquel en que el individuo alcanza la posición de profesional responsable. En ese período puede haber una brusca transición de la visión o perspectiva académica a la de las realizaciones prácticas, tal como ocurre en la industria. Es precisamente en este período en el que puede producirse una disminución, desgraciadamente a veces pérdida, del entusiasmo o de la moral, ya que es frecuente que la mayoría de las materias recibidas en el centro de enseñanza se consideren sobre una base *ideal*, y ocurre con frecuencia que si bien esa base es útil para orientar las cuestiones, no es aplicable directamente a situaciones prácticas, ya por la **realidad** de los problemas vivos, ya por la escasez de datos necesarios para obtener una solución.

LAS HUMANIDADES Y LAS MATEMÁTICAS.

En el siglo XIX cambiaron los propósitos, el contenido, el método y la amplitud de la educación, y puesto que ese siglo fué calamitoso para Es-

paña, desde su principio a su fin, no es extraño que no hubiese el necesario sosiego y los elementos apropiados para acometer la ingente empresa que representa el cambio de la educación. Hasta ahora no había preocupado, por ejemplo, la educación laboral, y el estímulo que se ha inyectado a la artesanía y a otros estudios con esa educación hoy es manifiesto.

En España, a principios del siglo actual, todavía dominaba la falta de realismo y se consideraba muy poco al artesano, al comerciante, al industrial y, en general, a todo aquel que trabajaba. Faltaba la necesaria consideración social para todo ciudadano honrado y, como consecuencia, las actividades a que se podían dedicar las personas, sin menoscabo de su categoría social, eran muy limitadas.

Entonces casi se vivía en España de lo que producía la naturaleza a través de la agricultura, la minería y la mar. Preocupaba muy poco la tecnología dedicada a satisfacer las necesidades humanas que alteran el mundo material y que es la que ha proporcionado las actuales comodidades. Se viajaba poco en el ámbito nacional y todavía muchísimo menos por el extranjero. Sin embargo, se cultivaban brillantemente el arte, la literatura y la historia, principalmente como recreo o satisfacción personal. En estas condiciones pocas presiones e inquietudes podían partir de la sociedad en relación con la educación.

En estos últimos tiempos los estudiantes, y en general la juventud, tienen una visión más real y práctica del mundo y muchos mayores anhelos de trabajo y de realizaciones útiles para elevar el nivel cultural y económico de España. Asimismo el pueblo se ha solidarizado con las preocupaciones nacionales y en él han revivido las inquietudes y ambiciones que en otro tiempo espolearon al pueblo hispánico.

La categoría y naturaleza del problema y la importancia del cambio experimentado por la educación en el siglo XIX se refleja en el número y calidad de las revistas de educación aparecidas a partir de la segunda mitad de ese siglo. Entre las cuales destacan: *Paedagogischer Führer*, 1850, Viena; *Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht aller Schulgattungen*, 1870, Leipzig; *Journal of education*, 1875, Boston; *Education*, 1880, Boston; *Revue Internationale de l'Enseignement*, 1881, París; *Mathesis* (matemáticas), 1881, París; *London teacher and London School review*, 1883, Londres; *Educational Review*, 1887, Canadá; *Deutschschule*, 1897, Leipzig; *Industrial education Magazine*, 1899,

Peoria, Ill.; *School Science and Mathematics*, 1901, Menasha, Wis.; *Mathematics Teacher*, 1908, Nueva York; *Journal of Engineering Education*, 1910, Pittsburgh; *Journal of Chemical Education*, 1924, Easton, Pa., y *Revista de Educación*, 1951, Madrid.

Efectivamente, las humanidades pueden contribuir más a la educación general que las ciencias puras y tecnológicas, pero sir Lawrence Bragg sostiene que la educación del estudiante de letras introduciéndole en el método científico y proporcionándole un conocimiento elemental de la ciencia es un problema urgente en la educación. El estudiante de ciencias conoce las humanidades por su educación anterior; en cambio, el estudiante de letras corrientemente sabe muy poco acerca de la ciencia, y desgraciadamente son muchos los que la ignoran.

Mientras la ciencia en la enseñanza media no se enseñe adecuada y ampliamente no puede sorprender que se la considere, lo mismo que a los científicos, con recelo e incluso con suspicacia, y es que la gente no comprende el papel de dicha materia en la sociedad actual.

Por otra parte, es frecuente creer que el estudio humanístico abarca solamente la erudición de los antiguos; es decir, un estudio del pensamiento acumulado por la humanidad a través de los que los han transmitido. Y es también frecuente la creencia de que el conocimiento científico es un desarrollo que surge de la observación de los hechos. Si estos dos tipos de saber no se humanizan, es natural que se consideren por separado.

En el estudio de las humanidades existe aún la tendencia a desarrollar sus aspectos menos humanos, a considerar todas las materias como fines, a perder el contacto con la vida y, en gran parte, a contribuir poco o nada a la humanización de los estudiantes, a pesar de que se dice que las disciplinas humanísticas están relacionadas con la vida intelectual, estética y espiritual.

La actividad de la mente no tiene límites, y precisamente en el reconocimiento práctico de este hecho se han basado los resultados obtenidos con la ciencia natural. La ciencia en sí no puede decir nada acerca de la estética o de la ética, pero pocas materias ponen de manifiesto mejor que ella la magnificencia, regularidad y sencillez de la obra de Dios, y ninguna como ella ha contribuido más a la integración del ser humano.

Se ha demostrado que no se participa activamente en un método genuino de enseñanza mientras no se comprenda que incluso en las humanidades

existen problemas que exigen solución. Las humanidades y las ciencias sociales tratan de los intereses más importantes de la humanidad. La razón de la vaguedad y sin norte de muchas actividades radica, en gran parte, en que se desdeña muchas veces en la enseñanza su actitud característica de resolver problemas. En realidad, la enseñanza de la literatura, historia o filosofía, no se debe realizar de modo distinto a la científica, si se quiere que sea algo más que una erudición de hechos aislados.

Las humanidades no son un conjunto particular de materias, sino una actitud de la mente, y el propósito de su estudio es lograr que el estudiante piense con buen criterio acerca de los problemas de la vida, algunos de los cuales se tratan de modo análogo a los de los estudios científicos y tecnológicos: dominio de los modos de pensar, de los principios y de los métodos por medio de los cuales se llega a las soluciones de los problemas.

Las humanidades y la ciencia se refuerzan mutuamente, pues persiguen la misma finalidad, el perfeccionar el ser humano. Solamente es manifiesta la relación entre las humanidades y las ciencias cuando se hace referencia al individuo. En esta época de especialización, los estudiantes necesitan al menos una introducción en los métodos de las principales ramas del saber.

Los cursos de humanidades han de tratar con materias que, como la misma ciencia, son aspectos básicos de la actividad humana y cuya asimilación profunda constituye la única base firme para el desarrollo posterior del estudiante.

Si se desea que los estudios de las humanidades y de las ciencias sociales sirvan mejor para reforzar la preparación en otros campos del saber no pueden ser superficiales, limitados a adquirir un barniz cultural, sino que han de permitir al profesional apreciar su propia actividad en su contextura humana y social, para comprender sus propios objetivos y problemas en relación con las personas ocupadas en otras actividades. Los estudios de letras y los científicos no se pueden considerar aislados y con diferente categoría, pues igualmente, en uno y otro caso, se ha de mantener alerta la mente para captar e interpretar las nuevas ideas, y el profesor ha de demostrar con el ejemplo personal que ninguna educación del hombre puede considerarse completa.

El beneficio que pueden proporcionar los estudios humanísticos y sociales es grande, pues con ello se puede conseguir que los estudiantes piensen con más rigor acerca de los problemas de la vida humana.

Desde luego, entre los estudios literarios y los científicos son evidentes las diferencias: en los primeros, para el lucimiento es preciso la erudición, la amplitud de conocimientos, y la memoria juega un gran papel. En cambio, en ciencia es necesario saber, pero interpretando, y es absolutamente preciso la meditación para penetrar en el sentido y significación de los hechos, y solamente se obtienen resultados aceptables cuando se profundiza en un punto o se especializa en algún aspecto de un determinado campo; es decir, cuando se dedica mucho tiempo y constancia al estudio de una determinada cuestión. El enciclopedismo, en ciencia, es el compañero inseparable de la ineficacia.

La apreciación de la diferencia en estos dos saberes, unido a las presiones profesionales y sociales, determinaron la implantación de un tipo de educación nuevo y la exigencia de maestros y profesores debidamente capacitados.

No puede llamarse cultura a una actividad de la mente en relación con una materia, mientras no se sabe, como primer objetivo, exponer un problema que se haya presentado en ella, establecer su importancia y poseer la vocación suficiente para pensar activamente acerca de la solución. De otra manera, sólo se adquiere una información borrosa por la debilidad de los rasgos del pensamiento. La misma ciencia pone diariamente de manifiesto de muchas maneras, no sólo la superioridad de las personas sobre las cosas, sino también la importancia del comportamiento y de las decisiones humanas.

Después del idioma patrio las matemáticas constituyen la materia básica de la educación general por ser su estudio formativo, *constructivo* y útil en todas las actividades.

Aparte de aprender las técnicas matemáticas, es fundamental comprender el significado y el carácter de esa disciplina. Así es preciso darse cuenta: que el desarrollo de las matemáticas, desde los tiempos antiguos, ha sido un factor importante en el desenvolvimiento de la civilización, pues no son una mera colección de métodos útiles para la ciencia, sino que constituyen un amplio sistema unificado de razonamiento con muchas de las características de un bello arte; que las ideas fundamentales de las matemáticas tienen su origen en la experiencia física y que, a partir de aquellas, los matemáticos construyen amplias teorías lógicas que tienen una extensa aplicación en las ciencias, en las artes y en la filosofía, y que la

estructura lógica de un sistema matemático proporciona al estudiante un tipo de razonamiento exacto que la ayudará para conseguir una actitud más crítica con respecto a las conclusiones alcanzadas en otros campos.

Se ha de procurar evitar a toda costa la limitación de la enseñanza de las matemáticas a una variedad de técnicas específicas, para que no se adquiera de las mismas una visión estrecha, falseada y, por lo tanto, incorrecta. Esto es la causa de que muchos estudiantes inteligentes pierdan la afición a las matemáticas.

Los símbolos y las fórmulas son solamente los elementos con que se puede conducir eficazmente el proceso del razonamiento. Muchos estudiantes emplean la letra griega π y se saben de memoria el valor que tiene con varias cifras decimales sin haber comprendido su significado, ni darse cuenta de que se emplea dicho símbolo, que representa el número de veces que el diámetro de un círculo está comprendido en su circunferencia, por que ese cociente es imposible escribirlo exactamente. Muchas técnicas matemáticas son innecesarias en la enseñanza de esta disciplina, y lo interesante es presentarla de una manera unificada.

Según J. S. Hicks, si el razonamiento matemático no se aprende antes de los dieciocho años, probablemente ya nunca logra adquirirlo el estudiante.

Es chocante la repulsión que manifiestan muchos estudiantes a cuatro de las disciplinas más fundamentales: gramática, matemáticas, historia y geografía, a pesar de que todas ellas son materias atrayentes y de gran interés actual.

La causa de que existan muchas personas inteligentes que den pocas señales de sus aptitudes en los estudios elementales y medios, depende del sistema educativo. Los resultados obtenidos en esos grados pueden reflejar más la falta de interés que la falta de capacidad.

Estudiar sólo quiere decir asimilar de la enseñanza todo aquello que sea fundamental, no olvidando que la primera condición de toda operación mental es trabajar sin agobios penosos, con una sensación de facilidad, de holgura y hasta de placer.

Apenas se perciba que un pensamiento propio o ajeno es lo bastante interesante para que valga la pena no dejarlo perder, o lo bastante original para que no se nos escape, hay que anotarlo con toda prontitud. Estas notas mantienen la continuidad de la vida. El estudio ha de hacerse siempre con papel y pluma; es decir, haciéndose cada uno su propio fichero.

A partir de este siglo se ha concedido más importancia a la fase humana de las matemáticas, y así se ha incrementado el interés por la geometría, debido al mayor valor educativo que hoy tiene, ya que se adapta bien a la mentalidad del alumno.

Las matemáticas han contribuido en grado sumo a que el saber en cualquier materia no esté basado sólo en la intuición, sino, en cuanto sea posible, en el razonamiento. En matemáticas, para obtener conclusiones que puedan ser aceptadas, se usa el razonamiento deductivo, partiendo de premisas ciertas y empleando argumentos válidos, si bien la inducción y la intuición juegan un papel importante al sugerir conclusiones posibles. Más que de la técnica propiamente dicha interesa estar pendientes del proceso mental que encierra.

En cambio, el razonamiento de las ciencias físicas es principalmente inductivo y se parte de los resultados particulares logrados en la experimentación. Las conclusiones así obtenidas no son ciertas, sino sólo más o menos probables, y su aceptación depende de la confirmación experimental.

El estudio de las matemáticas exige el uso de un lenguaje preciso, tanto oral como simbólico. Los conceptos matemáticos que primeramente adquiere el alumno son el número entero y la forma geométrica, empleados para distinguir los objetos físicos.

Las matemáticas sencillas son una serie de etapas que permiten llegar a las matemáticas más complicadas. Una vez que se ha aprendido a sumar, restar, multiplicar y dividir, que son las operaciones fundamentales, es fácil aprender el álgebra, que es una aritmética generalizada.

El estudio lógico de las formas y tamaños se hace en geometría, y las matemáticas se emplean para fijar las magnitudes, que son números relacionados con una unidad escogida para las medidas y capacidades de las figuras geométricas. La trigonometría mide las distancias utilizando elementos geométricos.

La geometría y la trigonometría resuelven problemas sobre cosas que se consideran fijas, y el cálculo, que es una rama matemática muy importante, se aplica a problemas en los que intervienen una o más variables.

Uno de los problemas más importantes en muchas ciencias, así como en matemáticas, es determinar cuándo ciertas variables son funciones de otras y, entonces, expresar estas relaciones funcionales del modo más preciso posible. El nuevo conocimiento de la existencia de una relación funcional

entre dos variables, generalmente, tiene poco valor práctico, y, en cambio, lo que es importante es representar una expresión precisa de la relación.

Una relación funcional se puede expresar con precisión mediante una relación verbal, una ecuación, una tabla de valores o una gráfica.

Las matemáticas con frecuencia son el medio más fácil y único que permite una sucesión de razonamientos.

LA CIENCIA APLICADA Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.

Los actuales frutos conseguidos por medio de la cultura y la educación moderna son la tecnología y la investigación científica, sin duda los medios mejor para lograr el progreso material. Según Greenewalt, Presidente de la *Du Pont de Nemour* de Estados Unidos, «la palanca que mueve el mundo industrial la integran la investigación científica y la tecnología».

El hombre, espoleado por la curiosidad, la ambición, la necesidad, y ayudado por la memoria y la experiencia, ha establecido unos sistemas crecientemente complejos. Y sólo recientemente se ha reconocido que en todos estos sistemas operan determinados principios.

Uno de los propósitos de la educación es reconocer y contribuir a que se pueda disponer de los conceptos más elementales para estudiar a fondo los sistemas.

La ingeniería es una ciencia aplicada. El ingeniero es un hombre práctico que debe aprender a pensar por caminos prácticos en un campo siempre cambiante, que se amplía con rapidez, y en el que lo único que permanece sin cambiar son los fundamentos. La manera de disponer de una buena base para el razonamiento práctico es hacer hincapié en los conceptos fundamentales.

El crecimiento en progresión geométrica del saber abre continuamente nuevos dominios de conocimientos fundamentales, que revolucionaran la práctica de la ingeniería de mañana. Este crecimiento del saber exige transformaciones vitales en la educación de la ingeniería.

La educación y la ingeniería difieren de algunas otras disciplinas en que independientemente de los conocimientos que se incorporan al campo en estudio, se ha de empezar siempre por el principio y dominar ciertos fundamentos, antes de que se pueda hacer algún progreso con respecto a los últimos avances logrados en esos campos.

La mayor parte de las ingenierías han evolucionado lentamente desde un arte a una ciencia, habiendo progresado más rápidamente unas que otras. La ingeniería eléctrica empezó como ciencia y ha continuado como ciencia. Asimismo la industria electrónica se ha iniciado sobre conocimientos físicos.

Existe una cultura científica considerando la ciencia como un fin en sí misma, pero no hay cultura tecnológica, aunque la aplicación de principios científicos básicos a la solución de problemas prácticos pueda constituir una nueva ciencia. La base de toda la tecnología progresiva descansa en la asociación del pensamiento y la acción, la comprensión y el conocimiento práctico. En la primera mitad del siglo XIX predominó la labor de los ingenieros puros; en la segunda mitad, la de los químicos; en la primera mitad del siglo XX, la de los tecnólogos, y en su segunda mitad resalta la labor de los físicos nucleares y de los astrofísicos.

Si se desea que se desarrollen debidamente las industrias, es esencial la educación técnica en todas sus etapas o grados. En el sector del aprendizaje es de la mayor importancia que el compendio de la instrucción en la preparación técnica esté íntimamente relacionado con el adiestramiento práctico que recibe el aprendiz en su trabajo. El mismo criterio debe aplicarse en los grados superiores.

La educación en ese campo se ha desplazado desde los sistemas del memorismo de las conferencias en el aula y de los libros de texto, a métodos que conducen al análisis de los problemas y su solución, basada en el conocimiento de hechos y leyes fundamentales. W. L. Everitt resume los propósitos de la educación de la ingeniería en: enseñar fundamentos, enseñar a pensar y enseñar para la ejecución de la acción.

El resultado de recargar la ciencia aplicada con hechos y detalles técnicos sin práctica experimental, es la enseñanza ineficaz.

J. G. Ball, de *Imperial College of Science and Technology* de la Universidad de Londres, en enero de 1957 reprodujo la opinión del Secretario del gran combinado metalúrgico *United Steel Companies* en una conferencia celebrada en Oxford: «Numerosos graduados de los Centros superiores de educación tienen la facilidad de asimilar una gran cantidad de conocimientos con todo detalle, pero no han adquirido la suficiente destreza para relacionar estos conocimientos con otras cuestiones pertenecientes a otros campos o para aplicarlos con criterio e inteligencia.»

En la industria, gran parte de las actividades del ingeniero no se limitan a descomponer un problema y analizar las partes individuales, sino que ha de construir a partir de dichas partes individuales. La síntesis es asimismo fundamental para el ingeniero.

El profesorado de ciencias y de ingeniería ha de estar capacitado para dar a los estudiantes la educación que les prepare para resolver los problemas del mañana, que serán de un mayor contenido y complejidad. Ofrece menos dificultades y es de menor importancia enseñar las técnicas, las habilidades y las aplicaciones, que los fundamentos sobre los que se pueden basar aquéllas.

La base real de la ingeniería estriba en una nueva ciencia, que es una combinación perfectamente unificada de las matemáticas, de la física y de la química. Oyendo las explicaciones del físico sobre el átomo y las del químico sobre ese tema, difícilmente el estudiante siente la sensación de que se trata del mismo átomo. En los cursos de física y de química se hacen muchas repeticiones innecesarias, particularmente en relación con las leyes de los gases, los estados de la materia, la estructura atómica y la electroquímica.

Las matemáticas, física y química que se han de enseñar al ingeniero deben exponerse con tal coordinación que las tres se apoyen entre sí durante los dos cursos que suelen requerir estos estudios. Esto es, cuando se presentan conceptos matemáticos, siempre que sea posible se buscará la aplicación en las cuestiones de física, con la finalidad de apoyarse mutuamente el físico y el matemático. Análogamente, el químico expondrá sus conceptos para obtener de ellos la máxima ayuda y dar el mayor apoyo al matemático y al físico.

Las matemáticas, la física y la química tienen en primer lugar la finalidad de permitir la interpretación de los fenómenos naturales. Esto no quiere decir, en modo alguno, que se enseñen matemáticas, física y química como conocimientos de aplicación directa, pues los cursos son formativos, sino que se enseñen los fundamentos en forma aplicada, puesto que a la mayoría de los graduados se les ha de exigir que resuelvan problemas prácticos.

La gran visión del papel de las matemáticas en el estudio de la naturaleza se ha comprobado ahora plenamente; pero, al iniciarse la formación de los técnicos, influyó falsamente la idea de que los problemas técnicos se

resuelven fácilmente en cuanto se adquiere la técnica matemática, sin tener en cuenta que son asimismo precisos el conocimiento de las leyes y fenómenos naturales, la experimentación y el razonamiento, pero todo ello basado en un espíritu matemático.

George E. Davis (1850-1907) fué el fundador de la ingeniería química, al sentir la necesidad de que el ingeniero tuviese los suficientes conocimientos especiales de química y de física para poder proyectar y construir una fábrica química. Ni la química moderna ni la física moderna se pueden entender sin un conocimiento mutuo de una y otra.

La ciencia y la ingeniería constituyen una fuerza efectiva en su sociedad, solamente mientras las personas que sirven dichas profesiones están bien preparadas. En el editorial del *Journal of Chemical Education* de agosto de 1957, se dice: «El peor crimen contra la química y los estudiantes es enseñar los mismos programas que ya se enseñaban hace diez años.»

Ostwald, a partir de 1893, emprendió la tarea de colocar graduados universitarios en la industria alemana, y para asegurar la competencia de los mismos se realizaron exámenes oficiales bajo la tutela del Estado. En Alemania se dió una gran participación a la industria en la formación técnica, y con este fin se fundó una sociedad denominada brevemente *Die Brücke*, para fomentar la íntima cooperación entre la ciencia y la industria. Tal vez a esto obedezca que en Alemania haya tenido un gran éxito, en la ingeniería química, el ingeniero de procesos.

La educación no debe terminar con el primer grado superior. En los centros superiores se adquiere algún saber, pero más importante es que se aprenda un método de asimilación de conceptos fundamentales. A partir de entonces, el profesional debe por sí mismo guiarse y esforzarse constantemente para alcanzar el completo desarrollo de su talento y aptitudes.

El titulado que no se ha preocupado inmediatamente después de terminar la carrera de afianzar y completar su formación en el campo que practica, es difícil que lo haga después. Es muy corriente que en ese tiempo se cometan errores en la orientación del profesional por falta de experiencia. El éxito profesional sólo lo consiguen aquellos que han meditado sobre sus funciones en los primeros años de su ejercicio profesional.

En los países avanzados, después de alcanzarse el título universitario, se cursan estudios de post-graduados durante un tiempo de tres a cinco años, como aprendizaje, y se ha de aprobar un examen riguroso. Esto

es cada día más necesario, pues los centros de educación se tienen que limitar, por necesidad, principalmente al aspecto formativo, enseñando generalidades y conceptos fundamentales con las correspondientes prácticas de los mismos.

El trabajo dentro del realismo de la profesión o de la fábrica, sin perder el contacto con el idealismo y universalidad de la Universidad, ayuda a conocer mejor las posibilidades de cada uno y contribuye mucho al éxito profesional. Es muy conveniente un período de dos años para graduados, proyectado específicamente con el fin de ensayar la experimentación y la investigación industrial, considerando el método científico, no desde el punto de vista filosófico normal, sino más bien con un propósito práctico.

La investigación en los Centros de enseñanza no sólo puede contribuir al progreso de la ciencia y, como consecuencia, al bienestar intelectual y material de la humanidad, sino que también el trabajo de investigación contribuye a vitalizar la enseñanza y al desarrollo de la originalidad y del poder creador de los estudiantes.

A principios de este siglo, en virtud de la asimilación de las ciencias físicas, el progreso dió un salto enorme, debido, lo mismo que los avances científicos anteriores, al trabajo de los investigadores de las Universidades.

La investigación científica desarrolla el carácter, la auto-confianza, la iniciativa y el entusiasmo. Se comprende así que el espíritu de investigación en el proceso de la educación universitaria beneficie al centro y al alumno.

En la educación de la ingeniería se ha de procurar desarrollar la habilidad creadora y el sentido constructivo práctico: creación es colocar las cosas ya existentes, o los atributos, en combinaciones nuevas. Sobre la base de los fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas de éstos, lo más importante para sugerir ideas es la imaginación.

Indudablemente, el factor más vital que afecta a la aplicación industrial de la investigación científica es la falta de coordinación entre la educación científica y la tecnológica.

La investigación científica es una actividad dinámica en crecimiento, y de hecho su progreso sigue una curva que se aproxima a la exponencial. Un aspecto interesante de este ímpetu es la creciente tendencia de la in-

dustria a establecer un íntimo contacto con las instituciones de educación, para aprovecharse mutuamente de la investigación, sirviéndose de bibliotecas apropiadas, medios no corrientes de experimentación y de la asociación con especialistas de distintas disciplinas. La cooperación con la industria hace posible que las instituciones académicas transmitan conocimientos nuevos a sectores en los cuales se pueden plasmar en hechos prácticos en un tiempo mínimo.

En los estudios, en general, se tiende a estimular la precocidad, pero los científicos no son particularmente precoces. La investigación científica es difícil y cara y no la puede hacer cualquiera.

Bantin, el descubridor de la insulina, creía que la gente solamente podía concebir la investigación científica cuando sintiese un impulso irrefrenable en ese sentido. Así aconsejaba a sus discípulos de la Universidad de Edimburgo: «No intentéis la investigación a menos que no podáis evitarlo.»

El investigador científico lo primero que necesita es tener capacidad creadora y después una preparación fundamental de la ciencia. Y en una organización de investigación, lo importante, para obtener resultados fructíferos, es comprender la naturaleza de la investigación y las características del investigador.

La experiencia ha demostrado, y así lo han dicho muchos, que el investigador que durante sus diez primeros años de trabajo, como tal, no ha desarrollado ideas creadoras, no es corriente que después sea una personalidad relevante en esa actividad.

El espíritu de pesquisa, que es esencial para el progreso científico, está latente en la mente humana, pero esta semilla no se desarrolla, ese espíritu no florece, más que en una atmósfera y en unas condiciones apropiadas. A pesar de que la investigación se hace ahora en equipo, el problema más importante es el factor humano.

En realidad no debe existir antagonismo ni dificultades en los centros superiores de educación entre la instrucción y la investigación, si la vocación primordial del profesor es la docente, pues en esa misión las dos no hacen más que completarse, no oponerse. Cuando ocurre lo contrario, es porque el profesor tiene poco de maestro, en el verdadero sentido de la palabra.

Los rectores de la educación de la *Asociación americana para la educa-*

ción de la ingeniería, han reconocido la existencia de una tendencia a sobrevalorar en los centros de educación las actividades investigadoras.

En 1952 se creó un Comité, cuyo fin fué determinar la eficacia del profesorado en la educación de la ingeniería, y en su informe discutido en la LXV reunión de aquella Asociación, en junio de 1957, se hizo constar que son muy loables la erudición y la labor investigadora realizada por el profesor independientemente de su labor docente, pero que es condición ineludible el celo por la enseñanza y la eficacia de la contribución del profesor al progreso y al proceder de los estudiantes.

Exceptuando los Estados Unidos y el Japón, la investigación científica, y muy particularmente la pura, radica principalmente en Europa. En Gran Bretaña, Alemania, Suecia y algunas otras naciones son evidentes la buena organización, un acertado sistema educativo y un ambiente de estímulo cultural y económico.

Suecia exporta científicos jóvenes por no encontrar en el país suficientes oportunidades. A Alemania le falta la generación de científicos de los treinta y cinco a los cincuenta y cinco años. Respecto a Francia, muchos coinciden en que el potencial del país para la investigación científica es mucho mayor que su productividad. En Italia las ayudas económicas del Estado y las locales para la investigación en las Universidades tienen poca importancia, lo que parece influir en una disminución de la investigación de los laboratorios italianos, aunque éstos en la actualidad realizan una excelente investigación, pero posiblemente no en la cantidad y calidad que serían capaces de efectuar si estuviesen debidamente atendidos.