

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS
EXACTAS, FISICAS Y NATURALES

DISCURSO

LEIDO EN EL ACTO DE SU RECEPCION

POR EL

EXCMO. SR. D. EMILIO JIMENO GIL

Y

CONTESTACION

DEL

EXCMO. SR. D. MANUEL LORA TAMAYO

EL DIA 2 DE ABRIL DE 1952



MADRID
DOMICILIO DE LA ACADEMIA: VALVERDE, 22
TELEFONO 21 25 29
1952

DISCURSO
DEL
EXCMO. SR. D. EMILIO JIMENO GIL

Tema: CIENCIA Y SOCIEDAD

Más importante que la nueva Ciencia y la nueva Tecnología es la mentalidad que las ha originado, y la exigencia primordial, hoy, es tener buenos maestros, cuyo fin esencial es crear esa mentalidad y el ambiente propicio para el cultivo de la Ciencia, tanto pura como aplicada.

SEÑORES ACADÉMICOS :

En primer término he de expresar de todo corazón mi profundo agradecimiento a esta doctísima Corporación por la distinción con que me ha honrado al traerme a su seno. Ofrezco cooperar con todo entusiasmo, con el espíritu reconocido de esta casa, al mejor servicio de España.

A todos los que me han precedido en la posesión de la medalla que se me ha otorgado, dedico mi sentido recuerdo y mi respeto.

Ciertamente, por mi preparación y por nuestra tradición metalúrgica, pues España cultivó con gran éxito esta rama del saber, debería hacer el ingreso con un trabajo fundamental de ese campo, al que dedico mis afanes, tal como el estudio de la concentración y preparación de menas, de indudable oportunidad y de gran interés nacional; pero prefiero, por creerlo aún más necesario, abordar el tema del espíritu científico, que es, sin posibles objeciones, más interesante para el resurgimiento de los pueblos.

Importantísimos son los hechos y las aplicaciones de la Ciencia que constituyen las raíces de todo el progreso material y la causa primordial del desenvolvimiento de la civilización; pero

unos y otras no son más que el cuerpo de la Ciencia, no su espíritu. El espíritu científico comprende no sólo la imaginación o la inspiración puestas en juego, que son causa de los grandes descubrimientos de la Ciencia, sino también la manera de hacer y aplicar la Ciencia y las relaciones con las demás actividades, para hermanarlas a través de la verdad natural descubierta por aquélla.

Cada día aparece más evidente la necesidad de imprimir un estilo más científico a las actividades humanas, en general, y con gran satisfacción vemos cómo algunos de nuestros organismos amplían sus objetivos y asocian el cultivo de la Ciencia al estudio de diversos aspectos de la vida de la Nación, con el fin de señalar las rutas que la aplicación de los métodos científicos aconseja como más convenientes en cada actividad.

En ocasiones anteriores he presentado las relaciones de la Ciencia con la industria, en cuanto se refiere al desenvolvimiento racional de ésta y al espíritu de sus directivos (1936, libro); con la técnica, en la consideración de su amplia aplicación y como causante inmediata de los actuales problemas sociales (1940, libro); con la Escuela, por ser ésta el punto de partida para la formación científica de la juventud, conduciéndola fácilmente a la eficacia, la disciplina y la colaboración, en beneficio de todos (1941, conferencia); y con la Sociedad, relacionando la Ciencia con diversas actividades nacionales (1942).

Hoy trato de presentar, mediante un bosquejo histórico, un tema muy amplio que las dificultades de los últimos tiempos han traído a un primer plano de interés: la relación de la Ciencia con la vida en conjunto.

Cierto que la Ciencia es un sistema coherente, pero también es fundamental el reconocer que es algo que ha crecido y está creciendo, y que, a medida que crece, afecta progresivamente a la vida de los ciudadanos.

Desarrollo de la vida en los primeros tiempos de la civilización.

La vida física ha tenido siempre como base fundamental la naturaleza y el hombre. La producción espontánea de aprovechamiento directo es limitada, y el ser humano, en sus primeros tiempos, hubo de acomodarse en lugares de climas favorables y con ciertas riquezas naturales; y aún así tuvo que producir intencionadamente y transformar productos de la Naturaleza. Tanto la iniciación de la civilización como su desarrollo han estado ligados a las necesidades sentidas por el hombre y al arte de obtener los productos adecuados para satisfacerlas, a medida que avanzaba en su civilización.

El metal, como material para herramientas, ofrece dos clases de ventajas sobre la piedra, hueso o madera: intrínsecamente es superior en algunos aspectos tales como tenacidad, susceptibilidad de filo más fino y mayor duración; y, por ser maleable y fusible, puede proporcionar nuevas clases de herramientas.

La producción y utilización de los metales fueron causa principal de que el hombre pasara del barbarismo a la civilización y de que se fundaran las grandes ciudades; desde entonces, los pueblos con destreza metalúrgica han dominado siempre a los que perseguían finalidades agrícolas. Con el empleo de los metales aparecieron las primeras artes prácticas, y los que más sabían de éstas, merced a sus conocimientos y experiencias, aspiraban a vivir mejor que los demás y a dominarlos, y, cuando no lo conseguían por otros medios, recurrían a la fuerza, basada en la superioridad que les daban aquéllas.

La civilización se ha apoyado totalmente en la necesidad material de superar condiciones adversas en momentos dados, y sólo aparece en agrupaciones humanas donde son más fáciles las comunicaciones entre los hombres. La primera fase

de dominio, en general, ha sido el comercio, sobre el que se apoyaba seguidamente la expansión de la cultura, para cerrar el circuito con el aumento y perfeccionamiento de la producción y, como consecuencia, el adueñarse de los mercados del mundo, para conseguir un nivel de vida más elevado.

El hombre primitivo está completamente a merced de su ambiente y sólo empieza a liberarse al inventar las herramientas, que puede decirse fueron la primera manifestación conocida de la Ciencia práctica. La fase inmediata importante fué aprender a producir, regular y utilizar el fuego, lo que permitió el mayor y más amplio uso de los metales; con ello se intensificó la agricultura, se consiguió aprovechar mejor la energía animal y se establecieron medios de transporte.

El primer paso y uno de los más revolucionarios en la emancipación de la humanidad, cuando el hombre se hace sedentario, fué el poner arcos a los animales para aprovechar su potencia motriz, lo que favoreció, con otros inventos, las relaciones comerciales esenciales para la subsistencia de la edad del bronce.

Mediante la invención e intensificación de la agricultura se pudieron alimentar con el producto de un trozo de terreno, cientos de ciudadanos, que antes tenían que vivir sólo de la caza. Por otra parte, el mar constituía una gran barrera infranqueable, hasta que se aprendió a construir barcos y a moverlos mediante velas, y, desde entonces, el mar ha sido un gran camino de comunicación entre los pueblos.

**Origen y naturaleza
de la Ciencia.**

Desde los primeros tiempos de la civilización, la Ciencia y la adquisición de conocimientos aparecen ligadas a la vida, naturalmente no en forma sistematizada, sino de manera esporádica, al azar, con resultados logrados, en general, casualmente.

Esto, parece ahora completamente lógico; pues, como se ha

dicho antes, lo fundamental en la vida física son la naturaleza y el hombre, y, por tanto, si se quiere tener eficacia en lo que se hace, todas las actividades han de ligar estrechamente los dos elementos, sin posibilidad de prescindir de cualquiera de ellos. El despego a la naturaleza y, sobre todo, el despego al campo y al mar en las actividades intelectuales que han tenido algunos países, ha sido claramente la causa de su debilitamiento y de que hayan quedado retrasados.

Se puede decir que la Ciencia ha nacido de dos características humanas: curiosidad y deseo de mejorar las condiciones de vida. Nuestra curiosidad nos conduce a inquirir por qué y cómo ocurren los fenómenos naturales. Nuestro deseo de mejorar las condiciones de vida nos fuerza a buscar la manera de usar nuestros conocimientos de los fenómenos naturales, para hacer la existencia más agradable, más segura y más larga.

Así, de la manera más lógica, la Ciencia se divide en pura y aplicada, según que la información obtenida sirva para explicar fenómenos naturales o se utilice para mejorar las condiciones de vida.

La investigación científica, aparte del establecimiento de principios o teorías, sigue tres orientaciones principales: *a)*, descubrimiento de hechos; *b)*, descubrimiento de la utilidad de éstos; y *c)*, idear los medios para aplicar el hecho a la utilidad descubierta. Y precisamente los tres caminos se han seguido desde los primeros tiempos de la civilización.

La civilización empieza con el descubrimiento casual de hechos. Es evidente que sin el descubrimiento de hechos, la apreciación de su utilidad y su puesta en práctica mediante medios adecuados, en modo alguno hubiera avanzado la civilización, ni en profundidad ni en extensión.

El cobre es blando, pero el descubrimiento de su endurecido por martilleo en frío, y, sobre todo, por adición de otros

metales como el estaño, constituyó el hecho básico del desarrollo de las primeras civilizaciones.

Sin embargo, ni el apreciar que el cobre se endurecía por golpeo en frío, ni el hecho de que el fuego sacara cobre de unas piedras verdosas, eran, en realidad, ciencia, a pesar de que el último de estos hechos es uno de los procesos químicos de mayor importancia, la reducción. Pero sí era Ciencia química, y seguramente la iniciación de ésta, la relación que se estableció entre dos productos que se encontraban en la naturaleza, el cobre rojo, tenaz, y ciertas piedras verdes, frágiles. Como era Técnica la construcción de carros de ruedas y barcos de vela.

Por otra parte, el cambio de propiedades del cobre por el calor, merced al cual se ablanda cuando está endurecido por trabajo en frío, es realmente muy impresionante y, desde luego, más profundo que el efecto de cocer la arcilla de un cacharro. Ciertamente, la vasija de barro se hace más duradera y pierde la porosidad por ese tratamiento, pero no se altera superficialmente ni en forma ni en contextura, y, además, el cambio es irreversible. Mucho más brusca es la transición al pasar el cobre sólido frío a metal líquido caliente, y, sin embargo, el cambio se puede producir tantas veces como se quiera.

El reconocimiento de la continuidad en que descansan esas transformaciones del cobre, el apreciar su significación práctica y el idear medios para su regulación y uso requiere una capacidad de deducción y de síntesis poco corriente entre gentes no civilizadas. Los descubridores del hecho y los que lo utilizaron prácticamente tuvieron que hacer la distinción entre sustancia y sus apariencias, y con justicia pueden reclamar un puesto entre los fundadores de la Ciencia. Pero como la Ciencia era joven, la mayoría de la información procedía de la experiencia práctica diaria. Así, la navegación y la construcción de monumentos arquitectónicos se basaban en el empirismo, y el apoyo

que tenían era en gran parte el ensayo y el error, sin conocimiento de la Ciencia respectiva.

No hay fenómeno más social y más humano que el nacimiento de la Ciencia, y en modo alguno ha defraudado en sus perspectivas, pues es un hecho notorio y generalmente aceptado que la Ciencia se ha convertido en uno de los factores más poderosos de la vida moderna.

Alexander Findlay define la Ciencia como el descubrimiento y descripción de la verdad en relación con el mundo externo revelado a nosotros por nuestros sentidos.

La Ciencia inculca veracidad de pensamiento y de acción, y el espíritu científico es un factor importante en el desarrollo moral y social del pueblo.

Pero se ha de reconocer que la incomprensión y, en ocasiones, la antipatía manifiesta hacia la Ciencia y los científicos es una reflexión amarga sobre los métodos por los que antes se ha intentado enseñar la Ciencia.

Desde comienzos del siglo XIX, la Ciencia ha adquirido interés creciente, con la repercusión de las implantaciones de grandes progresos sociales, que han tenido la consecuencia inmediata de que la educación dejase de interesar sólo a pocos y se extendiese en mayor o menor grado a todos. La Ciencia es progresiva y, en cambio, la cultura puede estacionarse y aun volver atrás.

Cultura es una aptitud de la mente, un método de tratar las cuestiones, una manera de pensar, más que un conocimiento de cualquier conjunto de hechos o teorías. Cultura es trabajo cultivado para preparar a vivir. Dice N. W. Dougherty, Decano de Ingeniería de la Universidad de Tennessee, que conocimiento no es cultura.

Una vez que el tema científico se empezó a imponer en el mundo intelectual en el siglo XIX, la doctrina ha tenido gran repercusión en el espíritu humano, sobre todo en la aptitud de

las mentes inteligentes, para plantear y resolver los problemas fundamentales de relación del hombre con la naturaleza. El Obispo de Rochester, Sprat, dijo de la Ciencia que era «una empresa para el beneficio de la vida humana, mediante los avances del conocimiento real».

Según A. N. Whitehead, educación es la adquisición del arte de utilización de los conocimientos, y como éstos aumentan y varían de carácter constantemente, la educación ha de ser progresiva, dinámica y evolutiva, si se quieren aprovechar los nuevos conocimientos.

El desarrollo de las ideas físicas es, en esencia, una producción de conceptos nuevos, que tienen poca o ninguna analogía con el pasado, en que dominaban las actividades no cognoscitivas, por lo que es natural que la sociedad se modifique en armonía con el desenvolvimiento de la Ciencia.

Esto no quiere decir en modo alguno que, partiendo de la realidad, no quepa llegar a la mayor fantasía y al idealismo absoluto, el literario; pero lo que no admite la Ciencia es que se deforme y se falsee la realidad. El conocimiento real de los hechos constituye el freno más poderoso para los ensueños quiméricos.

La Ciencia es universal con disponibilidades ilimitadas de material, y su progreso depende de la cantidad de esfuerzo puesto a su servicio. Y la sociedad se encuentra en estos momentos en la iniciación de un insospechado dominio de nuestro ambiente material, debido a que la Ciencia que proporciona la maestría necesaria, se halla actualmente en la edad de oro.

La conclusión interesante es que la actuación y el progreso de la Ciencia sólo se pueden entender completamente en función de la estructura de nuestra sociedad y en relación con las demás actividades del hombre.

Por todo ello, estamos ahora obligados a una nueva comprensión de nosotros mismos y de la nueva sociedad, mediante

el reconocimiento de los sistemas tecnológicos como medio de adquisición de conocimientos.

Creación de las Universidades Aun en el período de la edad media hubo intenso deseo, que llegó a ser tradición, de todas las formas de instrucción práctica, pero raras veces contaba con el estímulo de la política oficial.

Desde el punto de vista biológico, la educación es tan antigua como las mismas razas creadas por agrupaciones humanas, aunque en sentido popular se considera como un fenómeno moderno, con desarrollo principalmente en el siglo pasado. Desgraciadamente, en muchos países el desenvolvimiento educativo se ha regido por consideraciones políticas más que culturales y sociales.

La dedicación al estudio de la dialéctica, fomentado por el Escolasticismo, dió como resultado el crecimiento de conjuntos de personas de cultura superior, que, por la orientación que se iniciaba de la nueva sociedad, se dedicaban a actividades distintas de las de los eclesiásticos y de la aristocracia feudal.

En los siglos XII y XIII se crearon las Universidades que iniciaron con amplia visión la consideración de las cosas, por haberse apreciado la unidad y significación de la vida. La Universidad de París se estableció entre los años 1150 a 1170 ; sus estatutos son del año 1208, y fué uno de los centros de enseñanza más antiguos de Europa. La Universidad de Salamanca se creó en el año 1215. La Universidad de Montpellier fué reconocida en 1289, y, por su proximidad al Mediterráneo, tuvo puntos de vista más amplios y constituyó un centro activo para el estudio de la Medicina.

En el año 1264 el Canciller de Inglaterra fundó la casa de los estudiosos de Walter de Herton, explícitamente lo que había de ser en Oxford la Universidad.

Las Universidades han sido las primeras corporaciones de

educación que se organizaron con haciendas propias y con gobierno autónomo para los asuntos intelectuales, como único medio de eficacia y de supervivencia con su verdadero carácter y misión.

La Universidad debe ser juzgada por sus servicios a la humanidad, sin ser sirviente de nadie, aunque al servicio de todos. Ha de tener un conocimiento continuo y creciente de las necesidades del mundo exterior y un intenso sentido de responsabilidad en relación con ellas.

«Universitas», en latín medieval, es palabra que significa corporación, sociedad o comunidad de cualquier clase, y es un conjunto de personas organizadas colectivamente con carácter corporativo.

La función esencial de la Universidad es la búsqueda de conocimientos, y así, las primeras Universidades se fundaron para hacer avanzar los conocimientos; en realidad, para poseer todo conocimiento para sí misma, sin pensar en su transmisión directa a los demás, si bien con la preocupación primordial de contribuir al progreso general. Sin embargo, como desarrollo natural de la idea esencial de la Universidad se descubre su función de enseñanza, pero no en el sentido de comunicar los conocimientos a los demás para que éstos fueran sabedores de ellos, sino en el de aprender a saber aprender, en general, para sumarse al conjunto de personas universitarias interesadas en el progreso. Universitas = confraternidad para aprender. La idea básica es la búsqueda de conocimientos, el progreso y la persecución de la verdad.

En esencia, la característica de la Universidad es la de una sociedad para el progreso en la que todos tienen que aprender, maestros y alumnos, aunque en grado muy diferente. Los dos propósitos de la Universidad actual—investigar paciente y constantemente y enseñar sistemática y metódicamente para estimu-

lar e incitar el pensamiento—, cada vez se confunden y se hacen temporalmente indistinguibles uno de otro.

Ciertamente que, para la obra de la Universidad de hacer avanzar la civilización, la colaboración más conveniente y mejor había de ser la juventud bien dotada intelectualmente; la cual con su inquietud constante y su afán renovador no permitiría en ningún momento el estatismo ni en el espíritu ni en el trabajo, que es el daño más grave que se puede inferir a la Universidad. Y este hecho se produjo de la manera más natural: los anhelos nobles y vigorizantes de la juventud fueron los que aproximaron los jóvenes a los estudiosos buscadores de conocimientos, para conocer sus métodos de trabajo y participar con ellos en tan magna empresa.

No hay nadie más susceptible de aceptar una idea moral nueva que un adolescente, siempre que se la presente de manera atractiva.

Pero, a medida que los conocimientos se han hecho más extensos y más profundos y los medios disponibles para penetrar en ellos más complejos, la tarea de descubrirlos es más difícil y se ha visto la necesidad de que la Universidad preparase previa y convenientemente a los que habían de ir detrás del saber y de la verdad. De esta manera se ha producido la asociación natural y sencilla de profesores y alumnos en la más íntima compenetración y armonía, que es como se considera hoy a la Universidad.

Según el doctor Stead «la comunidad que no puede recoger todos sus adultos, dándoles actividades adecuadas, es claramente decadente, y la que no puede asociar a generaciones sucesivas de su juventud, es estática. La que puede conseguir las dos integraciones es dinámica y creadora».

Renacimiento y Humanismo El Renacimiento empieza antes del siglo XV, tal vez en el XIII, y se manifiesta por un nuevo interés por la Naturaleza. Se inicia en Italia y en

Flandes-Borgoña. En el siglo XIII se produce en el occidente cristiano una revolución intelectual, al traducirse las obras fundamentales de Ciencia y Filosofía de los griegos y árabes.

El humanismo no puede prescindir del hombre ni del medio natural en el que vive y del que se nutre y se vale para atender sus exigencias de refinamiento.

Indudablemente, la comunicación literaria al mundo occidental del conocimiento científico de las antiguas civilizaciones, cuyo desarrollo máximo correspondió a la época del Renacimiento, fué de gran oportunidad y preparó bien el terreno para el progreso de la civilización.

Al Renacimiento y sus derivaciones se los considera con frecuencia como unos de los períodos de mayor avance en la liberación de la mente y del espíritu humanos, gracias, principalmente, a las mayores posibilidades de comunicación entre las gentes ; pero por desgracia, las consecuencias inmediatas no fueron lo beneficiosas que se podía esperar para la masa del pueblo, simplemente porque no se consideró en forma debida el aspecto educativo, sino primordialmente el cultural, y se dejó sin orientación fija y conveniente a la personalidad humana.

A los escolares del Renacimiento les preocupaba desde luego la educación, pero como estaban demasiado obstinados en el afán de devorar libros, no les quedaba tiempo para hacer otra cosa. Y como quiera que su trabajo, en general, era ajeno a toda actividad de carácter científico y práctico, a medida que pasaba el tiempo las distintas agrupaciones de estudiosos se separaban más de la masa del pueblo y se hacían más aristocráticos. T. S. Eliot hace observar que «todos los humanistas, como tales, han sido individualistas. Y como individualistas no podían ofrecer nada para el pueblo bajo». Los humanistas, en general, propagaban que la educación era por sí misma un fin

y no les preocupaba más que el saber, sin penetrar en el bien y en el mal.

La parte más cuajada de la Ciencia que los cristianos latinos habían aprendido de los griegos y de los árabes fueron las Matemáticas, y a partir del Renacimiento esa disciplina fué la primera de las Ciencias que se desarrolló de modo rápido y seguro, debido, sin duda, a que por su carácter puramente racional no exigía métodos distintos de los que habían estado en uso hasta entonces en las Escuelas: únicamente el objeto era diverso.

Los progresos alcanzados en las Matemáticas puras sirvieron luego de base para el desarrollo de la Mecánica teórica, y ésta a su vez encontró en la Astronomía el campo más apropiado para la aplicación y comprobación de sus principios.

Ciertamente el Renacimiento tuvo el espíritu descubridor que condujo a despertar la curiosidad acerca del mundo vital; pero en algunos países el humanismo se redujo al conocimiento de las culturas griegas y romana y a la poesía, sin conceder gran importancia al mundo físico. En cambio, en otros se empezó a estudiar sistemáticamente el medio que nos rodea.

Es evidente que tuvieron mayor importancia y significación el nuevo espíritu indagatorio, de pesquisa, que revivía después de siglos de atrofia, y el estudio sistemático de las cosas, que el descubrimiento del médico y fisiológico Harvey de que la sangre circula a través de las venas, y los trabajos de Galileo orientados a someter el razonamiento a la prueba de la experimentación, pues sin aquel espíritu y aquella mentalidad no se hubieran producido éstos. La influencia de esas mentes con inquietud indagatoria resalta al examinar las innovaciones, relativamente pocas y de no gran importancia, introducidas entre el tiempo de Aristóteles y el de Galileo.

Siglo del genio En los siglos XIV, XV y XVI, debido a la labor de las Universidades, que ampliaron los estudios,

y al movimiento renacentista, surgió una nueva mentalidad, basada en la consideración de las cosas junto al estudio de los libros, y en hacer participar a mucha más gente en actividades diversas en el progreso de la civilización.

En realidad, la ciencia moderna empieza en el siglo XVII, y desde entonces la Ciencia regula directamente el grado de prosperidad de las Naciones y su censo demográfico, y constituye un estudio separado con contenido propio.

El siglo XVII se conoce como el siglo del genio y en él brillan entre otros, Descartes (1596-1650) en Francia, Galileo (1564-1642) en Italia, Newton (1642-1727) en Gran Bretaña y Leibnitz (1646-1717) en Alemania. El siglo XVIII es el de la ilustración—instrucción e información—con relieve de lo material. En los siglos XVI y XVII el idioma internacional era el latín. Para el estudio de las Letras y el Derecho, este idioma es aún necesario, pero en cuanto se desterró el latín en la escritura, algunos países quedaron aislados en el terreno científico del resto del mundo. Proust, que pasó en España desde el año 1778 hasta la invasión francesa, advirtió a su tiempo que los españoles necesitaban conocer idiomas. Sin embargo, no ha de dejar de tenerse presente que la información científica se adquiere más por el examen y observación de la naturaleza que por la lectura y comentarios de libros, aunque esta última labor es necesaria, si bien no se ha de caer en el enciclopedismo.

En los tiempos del dominio del cultivo de las Letras, el valor de las obras era debido principalmente al ingenio individual de los autores y a su laboriosidad, pero sin que se precisase, en la mayoría de los casos, en el conjunto de las ideas desarrolladas, colaboración extensa ni sistematización rigurosa. Así, los valores literarios constituían una minoría en las naciones, y los métodos de educación, en general, no perseguían el aspecto formativo en conjunto, sino más bien tendían a im-

buir normas de vida en el pueblo, para que las relaciones mutuas se desenvolviesen en la mejor armonía, sin perseguir como objetivo básico amplio el entrenamiento de la inteligencia para realizar trabajo más eficaz.

Pero, a partir del siglo XVII, comenzó un gran cambio en la vida de los pueblos, que se inició con una comunicación cultural mayor entre ellos y la apertura de amplio cauce para el cultivo de una nueva rama del saber, la Ciencia. Hacia la mitad del siglo XVIII, se quiso implantar la ilustración, que, desgraciadamente, se mantuvo ligada al enciclopedismo, con la idea de que los que supieran más cosas gobernasen en beneficio de todos; pero, por la imposibilidad de abarcar mucho, lo que obligaba a considerar los asuntos superficialmente, la orientación no dió el resultado apetecido. Ahora bien, en la segunda mitad del siglo XVIII empezó ya la Ciencia a ser la piedra angular en la civilización europea.

La curiosidad manifestada en forma de pesquisa o indagación había dado sus frutos en el descubrimiento de hechos científicos; pero, indudablemente, antes del siglo XVI sólo se había intentado en un grado muy limitado la transformación de las condiciones de vida de la humanidad. Galileo fué el primero que tuvo la idea de adoptar una manera nueva de considerar o tratar lo desconocido de modo amplio, consistente y eficaz. Puede decirse que ha sido el verdadero fundador de la Ciencia moderna, y, con Newton, los que hicieron arraigar la semilla de la Ciencia en el terreno preparado durante mucho tiempo, porque en realidad eran genios.

Las ideas de Galileo y Newton fueron tan acertadas que han constituido el cimiento de la Ciencia hasta el siglo actual, en que ha aparecido la necesidad de considerar el microcosmos.

Galileo hizo cambiar la especulación fútil por la observación desapasionada, y Newton y Boyle iniciaron fundamentalmente el reemplazamiento de las teorías confusas e inadecuadas

de los tiempos medievales por explicaciones más claras, basadas en la experimentación.

Mientras que Galileo dispuso solamente de un cuadro rudimentario de Matemáticas y de una lógica de silogismos sencillos con los que se enfrentaba o trataba la experiencia, ahora se tiene un conjunto de cálculo lógico, en el que las mismas Matemáticas ocupan sólo un papel secundario.

Si se comprende bien el significado de las Matemáticas, el Análisis matemático se puede considerar como competidor del método experimental para el estudio de problemas científicos. Muchas ideas originales surgen del análisis amplio, fundamental, de problemas que se presentan en la práctica, tal como hiciera Maxwell con la concepción de las ondas electromagnéticas, merced al análisis matemático de los resultados obtenidos por Faraday en sus trabajos con la electricidad.

Revolución Industrial La existencia del mundo exterior fué aceptada previamente como incuestionable, aparte completamente de la práctica de la Ciencia. Antes de Galileo y Newton, los exploradores de la Naturaleza que habían tenido éxito eran físicos y tendían a dejar la mente fuera del campo de las cosas que investigaban. El conocido como *método científico* de Galileo y Newton fué un medio de estudio del mundo material, disponiendo de dos instrumentos, la observación, en la forma de experimentos, y la razón, usualmente en la forma de Matemáticas. Sin duda éste es el mejor medio de conocer la estructura y el comportamiento de aquél, y quizá el único seguro.

Las técnicas que se practicaban antiguamente se habían mejorado y la fuerza hidráulica se empleaba cada vez más. Los artificios impulsados por el agua o el viento se extendieron rápidamente durante los siglos XIII, XIV, XV y XVI, y con ellos se consiguió hacer avanzar mucho la industria textil.

Por otra parte, en siderurgia se lograron avances tecnológicos de gran importancia, tal como el uso del coque en la fabricación de la fundición, por los Darby (1709) y otros. Pero, en general, las condiciones en que se realizaban las manufacturas no se habían alterado mucho, porque, al introducirse fábricas y máquinas, el factor que limitaba la expansión era el abastecimiento de energía que procedía de turbinas de agua y de los animales.

La producción moderna de energía comenzó con el empleo del vapor de agua. En 1712 Newcomen (1663-1729) ideó la máquina de fuego o atmosférica, en la que la condensación del vapor de agua hacía caer un pistón que estaba unido con la varilla de una bomba mediante una palanca de madera. Esta máquina fué durante cincuenta años el único artificio para extraer el agua de las minas de carbón.

En 1782 se construyó la primera máquina de vapor rotatoria; al principio, su progreso fué lento. La máquina de condensación de gran presión de Trevithick (1771-1833), introducida en 1812, economizó mucho carbón en comparación con las precedentes, y éste fué propiamente el padre de la locomotora, si bien el triunfo de los Stephenson, en 1829, con su famosa locomotora *rocket* utilizada en los ferrocarriles, fué el heraldo de la nueva era de aprovechamiento de la energía para la producción y los transportes por tierra y por mar.

La máquina de vapor permitió a los ingenieros idear diversos artificios que aplicados a las varias técnicas practicadas entonces, revolucionaron las condiciones de trabajo y los medios de producción.

Pero tampoco se habrían logrado los progresos que vinieron después, si en aquel período no se hubieran puesto los jalones de las ciencias puras, que han estado suministrando constantemente ideas para los avances técnicos. La Física y la Química se estudiaron con intensidad imprevista. Se consiguieron ais-

lar e identificar gran número de sustancias que nunca se habían separado antes de sus compuestos, entre las que se encontraban muchos metales, y se iniciaron entonces la Termodinámica y la Electricidad, que tanta importancia han tenido en el desarrollo industrial.

Carnot (1796-1832) se dió cuenta de la importancia de una comprensión más clara del trabajo de la máquina de vapor y de su complejidad, y simplificó el problema con su concepción de una máquina ideal que trabajase en un ciclo reversible. En 1825 publicó la primera contribución teórica sobre la eficacia de la máquina de vapor y demostró que ésta depende de la caída de temperatura entre el cilindro y el condensador.

Joule (1818-1889) revolucionó con sus estudios termodinámicos, alrededor de 1841, el proyecto y la utilización de la máquina de vapor, al demostrar la equivalencia de la energía mecánica perdida con la del calor producido. La sustitución de la fuerza por el trabajo, como medida de la actividad mecánica, fué la base para adquirir idea de los costes de producción. Refiriéndose al tiempo perdido en la larga serie de ensayos infructuosos con la máquina de vapor, Joule dijo «nada es más costoso que el empeño para encontrar a ciegas un adelanto o una invención».

Los dos descubrimientos del principio de Carnot y de la teoría del equivalente mecánico del calor fueron durante algún tiempo incompatibles. Pero Clausius (1822-1888), puso en claro, en 1850, que la última no se opone al principio fundamental real de Carnot sino a su complemento «de que no se pierde calor», ya que es completamente posible que, en la producción de trabajo, puedan realizarse simultáneamente los dos fenómenos, pudiéndose consumir cierta cantidad de calor y una nueva porción ser transmitida desde un cuerpo caliente a uno frío, y encontrarse las dos porciones en una relación determinada con la cantidad de trabajo producido. Clausius formuló la segunda

ley de Termodinámica que impone ciertas limitaciones al paso de calor de un sistema a otro y a la conversión de calor en trabajo.

De esta manera, partiendo de la teoría de la máquina de vapor, se produjo el hecho de darse cuenta gradualmente de la fuerza impulsora común que acompaña a todos los cambios físicos y químicos, y de las leyes de energía que los rigen. Estas leyes, independientes de hipótesis sobre la naturaleza de la materia o de los procesos, se han convertido en un instrumento universal de gran valor potencial y económico, para predecir lo que es posible. Los grandes dispendios hechos, por ejemplo, con el fin de aumentar el poder reductor de los gases del horno alto se hubieran evitado con un simple cálculo termodinámico.

Ni los primeros balbuceos de la máquina de vapor ni las manifestaciones empíricas en relación con los fenómenos de la corriente eléctrica requirieron una base acabada de conocimientos teóricos. Los conceptos y las teorías surgen y crecen con la experiencia, afianzando las ventajas del hacer y pensar.

En el año 1750, Franklin (1706-1790) realizó muchos experimentos con la electricidad, logrando resultados que condujeron a conclusiones importantes, y estableció la teoría de un solo flúido.

Oersted, en 1820, demostró que una corriente eléctrica producía una fuerza que actuaba sobre un polo magnético—una fuerza magnética—y Ampère desarrolló una teoría matemática de este efecto y de la acción mutua de corrientes constantes.

M. Faraday (1791-1867) tuvo muy pronto la creencia instintiva de la unidad esencial de las fuerzas de la Naturaleza, y estaba convencido de que la electricidad se podría obtener del magnetismo, como éste se había obtenido de la electricidad. El 29 de agosto de 1831 descubrió la corriente inducida, hecho que

moldeó el futuro de la Ciencia y de las industrias eléctricas, de automóviles y de aviones.

J. C. Maxwell (1831-1879), estudió, en 1864, la nueva forma de energía y consiguió reunir en expresiones matemáticas los resultados de las investigaciones experimentales de Faraday. Las ecuaciones establecidas formaban las leyes que definen el campo electromagnético, y con esa base constituyó una teoría matemática completa que le permitió anunciar la existencia de unas variaciones periódicas que deberían propagarse en el espacio en forma de ondas. Debido a que su velocidad de propagación, lo mismo en el vacío que en medios materiales, era igual a la de la luz, a la concepción de las ondas electromagnéticas agregó la naturaleza electromagnética de las ondas luminosas.

H. B. Hertz (1857-1894), consiguió, en 1887, producir ondas electromagnéticas por medios exclusivamente eléctricos, mediante la descarga oscilante de la chispa, y proyectó aparatos para reconocerlas a alguna distancia de su origen, lo que constituyó la base de la transmisión inalámbrica. Más tarde se vió que las ondas electromagnéticas, según su frecuencia, aparecen en diferentes aspectos; hertzianas, caloríficas, luminosas, ultravioletas, rayos X, rayos γ y radiaciones cósmicas.

Lo mismo que había hecho la energía térmica a través del vapor de agua, a partir de 1750, la electricidad, un siglo después, estaba destinada a cambiar pronto el modelo técnico y social del mundo, en cuya tarea se unieron entonces el vapor de agua, la electricidad y el acero. Los resultados más espectaculares se apreciaron quizá en las industrias del transporte. La primera aplicación importante de la electricidad no fué, sin embargo, la energía ni la iluminación sino el telégrafo.

El descubrimiento del electromagnetismo aconteció cuando la civilización occidental había realizado una revolución en los transportes, y, en las décadas siguientes a 1864, el telégrafo

se hizo esencial para los grandes sistemas ferroviarios que cruzaban los Estados Unidos; y el acicate de su mejoramiento creó amplio campo para la ingeniosidad inventiva con resultados de enormes derivaciones. El telégrafo desempeñó un papel decisivo en el triunfo del norte industrial durante la guerra civil norteamericana.

Se reconoce generalmente que la prosperidad industrial dependerá cada vez más de la aplicación continua de la Ciencia a la práctica industrial.

Asimismo, es evidente que en estos tiempos en que se cree que las máquinas lo hacen todo, el ser humano con sus seis sentidos es el que domina, y su crédito, así como su significación, son crecientemente mayores. Pero lo mismo que ocurre con el cultivo de la tierra, cada vez hay que profundizar más para formar mayor y mejor fondo, con el fin de lograr espíritus más cultivados.

**Primeras derivaciones
de la Revolución
industrial**

Al iniciar la Ciencia la transformación de algunas artes prácticas en técnicas industriales y desarrollarse ampliamente éstas, surgieron unas exigencias que tuvieron las adecuadas consecuencias. El desarrollo de la Técnica se caracterizó por la división del trabajo y la coordinación creciente de esfuerzos, y, como derivación, apareció en seguida la necesidad de proporcionar una educación en armonía con esas características, con el fin de disponer de una minoría directiva muy capacitada y consciente de su responsabilidad y de un conjunto humano con un límite mínimo de educación, de manera que simultáneamente el pueblo entero aceptase conscientemente los sacrificios necesarios que beneficiasen en general a la Sociedad y estuviese preparado para colaborar con eficacia en la realización de los propósitos y planes de la minoría directiva.

Las aplicaciones de la Ciencia y la mecanización han obli-

gado y obligan a educar, cada vez más intensamente, a la gente, para que cada uno cumpla mejor con su misión y sean fáciles y normales las relaciones en el trabajo y en la Sociedad. De no hacerse así los nuevos avances científicos pueden ser armas inútiles o peligrosas. Sólo los países con sistemas educativos acertados han podido implantar y desarrollar una técnica adecuada. Y la investigación científica sólo puede ser eficaz, cuando se dispone de una base técnica mínima.

El estatismo anterior en la educación superior, que duró mucho tiempo, se está cambiando de modo significativo por un dinamismo marcado y definitivo. El propósito del maestro es transmitir una apreciación de los métodos y enseñar a practicarlos, y no comunicar meramente el conocimiento de hechos para aprovecharlos material y directamente, sin más preocupación. El maestro ocupa hoy una posición única, debido a esta nueva manera de operar, por ser el que conduce, inspira y adiestra a sus alumnos, y éstos, de hecho, deben adquirir, a través de su contacto, aquellas cualidades que les hagan ciudadanos modelo.

La extensión y difusión de la Ciencia y de la Técnica, que se produjeron por las necesidades de la artesanía y el deseo de los artesanos de que constase su habilidad o ingenio y de que se beneficiasen los demás, popularizaron la enseñanza superior. El primer fruto de esa popularización fué la creación del tipo de ingeniero con cuatro años de estudios superiores, con conocimientos de Matemáticas y de Mecánica, y destreza para el dibujo, que tan maravillosamente han preparado, particularmente, Alemania y los Estados Unidos. La ingeniería es una de las profesiones más modernas y, sin embargo, hoy se encuentra entre las primeras en vitalidad, progreso e importancia.

Es evidente que la labor de los filósofos en la interpretación del mundo, hasta el siglo XIX, podía ser una función aristocrática, y la educación superior, por lo tanto, podía adscribirse en

general a las clases privilegiadas ; pero la característica de la Ciencia es que ésta cesa de avanzar en cuanto pierde el carácter social de ser útil para todos, su popularidad. La Ciencia es fructífera porque permite llegar al conocimiento de la Naturaleza, pues sin esa base ni se puede teorizar ni hacer aplicaciones importantes.

La ingeniería civil y la arquitectura proporcionan los medios primordiales de la vida : transporte y vivienda. La Minería y la Metalurgia se asocian con la Agricultura para obtener del suelo y del subsuelo las primeras materias vitales y proporcionar medios de sustento y de progreso. La ingeniería mecánica, basada en el principio de inercia, que fué concepto claro para Galileo, y en las leyes de Newton respecto al movimiento de los cuerpos materiales ordinarios, cambió por completo la manera de realizar el trabajo humano. El tipo de ingeniería que se creó en el momento en que los descubrimientos de Faraday sacaron la electricidad del laboratorio constituyó una gran revolución en variadísimos aspectos de la Técnica. Y no se ha producido revolución menos amplia e importante merced a la ingeniería y a la síntesis químicas. Baste decir que la producción química anual del mundo ha alcanzado la prodigiosa suma de treinta mil millones de dólares.

La Ciencia es la causante de que se obtengan beneficios mucho mayores en el cultivo de la tierra y en el aprovechamiento de los productos del campo, lo que ha contribuído a que podamos vivir muchos más, que la productividad industrial sea grande y, como consecuencia, que se establezcan niveles de vida cada vez más elevados ; por último, ha hecho surgir el profesionalismo.

Realmente, hasta el período 1750-1800, la población del mundo se mantuvo con crecimiento pequeño casi constante ; pero, desde entonces, el crecimiento ha sido rápido.

La población del mundo ha pasado desde 1.009 millones en 1845 a 2.335 millones en 1950. En el mismo período, la

velocidad anual de producción y aplicación industrial del hierro y del acero ha aumentado cinco veces más rápidamente que la población. Desde 1880 el consumo de cobre se ha incrementado diez veces y el de cinc cinco veces. La revolución industrial, no sólo ha hecho crecer la población, sino que ha incrementado aun más el consumo por habitante, o sea que ha elevado el nivel medio de vida.

La observación del gran aumento de la población mundial y, a la vez, las mejores condiciones de vivir, ponen bien claramente de manifiesto las enormes potencialidades de la raza humana. Ahora bien, simultáneamente se han hecho mucho mayores y más rigurosas las exigencias en cuanto a la capacitación del individuo y a la eficacia social de sus actividades.

El aumento de población y la elevación del nivel de vida, y, en general, la modificación de la sociedad producida por el desarrollo científico, ha dado relieve al profesionalismo.

Las primeras profesiones fueron las de médico, abogado, farmacéutico, etc. ; pero, casi simultáneamente, se puso en juego la Técnica y se sintió la necesidad de preparar un tipo completamente nuevo de profesional, en cuyos comienzos predominaba la actuación manual más que la intelectual. La misión de preparar estos técnicos estaba claramente fuera de los fines de la Universidad y, por eso, se crearon los diferentes tipos de Escuelas de Artes y Oficios ; después aparecieron las Escuelas Técnicas secundarias, y, por último, las Escuelas o Institutos Técnicos o Tecnológicos superiores.

La Técnica, en su primera época, estuvo simbolizada por la ausencia de teorías. Pero, apreciada por una parte la unidad en la construcción del Universo—que ha motivado que los estudios científicos se guíen por relaciones entre campos afines—e intensificada, por otra parte, a partir del siglo actual, la investigación científica, es decir, el estudio metódico y rigurosamente ordenado de los hechos y los fenómenos, basada en los

avances, principios y leyes obtenidos por la Ciencia, se ha comprobado que, junto a los técnicos empíricos, se precisan los tecnólogos y los científicos técnicos o industriales; y para su preparación ha sido necesario volver a la Universidad o Centros de carácter universitario, como corporaciones que, por tener como misión básica el progreso, pueden formar a las personas que han de entender en el complejísimo asunto de conocer y manejar los conocimientos y hacerlos útiles a la sociedad, con la doble condición de poder penetrar en la esencia de los conocimientos y que no domine la parte material de los mismos, lo que impedía que la aplicación de la Ciencia fuese humana y beneficiase a todos.

La Ciencia ha aportado la unidad, la armonía y el equilibrio entre los conocimientos y las actividades, y ha hecho más eficaz el trabajo. Casi puede decirse que la operación de menos interés, si bien desde luego es muy importante, es el aumento de las riquezas. Y por eso, a la Universidad sólo le interesan de modo secundario los profesionales, porque la educación no se ha ideado para tener un medio de vida, sino para proporcionar a las personas los medios para disfrutar de una vida provechosa en todos los sentidos, que les conduzca a la posible felicidad. La tarea específica de la Universidad es la educación de la mente con preocupación de lo moral. De la educación ineficaz nace el egoísmo brutal y el que cada persona sólo piense en sí misma y en derribar o inutilizar la obra del semejante.

La Técnica ha traído problemas sociales que se han de resolver con conductas basadas en principios morales, y hoy la responsabilidad moral de los directivos es mucho mayor, precisamente por los medios que ha puesto la Ciencia a disposición del hombre.

Según el profesor Bernal, la Ciencia, mediante su capacidad progresiva y, al mismo tiempo, comprender muchos as-

pectos de los problemas, ha de ser capaz para determinar más claramente lo que es real y lo que es fantástico en los deseos personales y sociales. La Ciencia es la única que puede poner de manifiesto la falsedad y la imposibilidad de ciertos anhelos, así como la posibilidad de satisfacer otros. Si se tiene temor al mundo real, es fácil engañarse a sí mismo.

Universidad Moderna El aspecto que distingue especialmente las relaciones entre los conocimientos y la organización social en las civilizaciones moderna y antigua, es que la educación aumenta las oportunidades para los descubrimientos y nuevas ideas útiles y disminuye el peligro del despilfarro. En las Sociedades antiguas, el estímulo para el descubrimiento fué local y esporádico y se buscaba, principalmente, satisfacer un deseo o una necesidad.

La expansión técnica ha perturbado el equilibrio entre deseos materiales y valores morales, y, así, cada día existe mayor divorcio entre las ambiciones individuales y la apreciación amplia del valor de las relaciones sociales y de la cooperación. Esto ha traído como resultado el sentimiento extenso de impotencia y la consiguiente parálisis de la acción ciudadana. El confusionismo existente y la falta de veracidad en las actividades se corrigen a medida que las costumbres y las Instituciones armonizan con las nuevas situaciones creadas por la aplicación de la Ciencia, ya que ésta no puede operar contra la verdad y la justicia.

Por tanto, la Ciencia y la Técnica no son las reponsables de la situación actual, pues el problema es de egoísmo humano por falta de una educación adecuada.

En los últimos decenios del siglo XVIII y primeros del XIX, la Sorbona era la única Universidad donde se enseñaba y se cultivaba la Ciencia en su grado superior. Trabajaban allí, a principios del siglo XIX, Gay-Lussac, que era tanto físico como

químico ; los físicos Arago, Ampère, Biot y Dulong ; los químicos Vauquelin, Clement-Desormes, Thénard y Chevreul ; los zoólogos Cuvier, Geoffroy y de St. Hilaire, y el astrónomo Laplace. Los químicos cultivaban la enorme herencia que dejó Lavoisier y algunas de las ideas de Berthollet. En la Sorbona se relacionaron las diversas Ciencias y se aplicaron a ellas los métodos matemáticos y astronómicos.

Por otra parte, hasta principios del siglo XIX, los ingleses dirigían casi todas las ramas de la industria y del comercio, así como lo Ciencia y las Artes. Las Universidades de Oxford y Cambridge lograron, evidentemente, imbuir un magnífico espíritu en los escolares y preparaban profesionales, técnicos y ciudadanos, en general, con buenas dotes, pero descuidaban el seleccionar los graduados para formar la minoría selecta en todas las actividades. Es decir, limitaron demasiado su misión a sacar buenos conjuntos de graduados, y allí se pararon.

Hasta el tiempo de la gran Exposición de 1851 preocupó poco en ese país la educación técnica más allá de la preparación de los aprendices. A partir de entonces se pusieron todos los medios para mejorar ese tipo de educación con el fin de conservar su puesto en la industria y en el comercio, sin conseguir, sin embargo, el éxito buscado.

En algunos sectores del país se hubo apreciado bien la nueva orientación iniciada en la Técnica, y así, en 1838, se fundó la Real Sociedad de Agricultura, con el lema «Práctica con Ciencia», y esta Sociedad fué la primera que invitó a Liebig para que visitase la Gran Bretaña, pero las Universidades clásicas fallaron en varios aspectos.

Parecía natural que Francia, con su magnífica Universidad, la Sorbona, y con el gran genio creador de la raza latina, o Gran Bretaña, con elementos científicos de primera categoría, tales como Davy, Joule, Faraday, Dalton, etc., se dieran cuenta de la gran importancia del problema que la Ciencia había

aportado al mundo. Pero, tal vez por dominar en Francia el enciclopedismo y por no tener organizada una educación superior para proporcionar los técnicos que requería la industria en gran escala, y porque las Universidades inglesas pasaron por una situación especial, pues sólo estaban abiertas a los que profesaban la religión de Inglaterra, y las primeras figuras científicas trabajaban fuera de la Universidad, éstos países perdieron la mejor ocasión para continuar siendo las dos primeras naciones del mundo. Los científicos ingleses eran aún más individualistas que los franceses, y éstos lo eran bastante. Según Sir J. Maud, «la educación inglesa era la parte de la vida de la que el inglés tiene menos motivo para estar orgulloso».

Fueron científicos universitarios alemanes los que, después de apreciar directamente la situación científica en Francia y Gran Bretaña, emprendieron la difícil y fructífera labor de implantar métodos adecuados de educación para la gran masa del pueblo que se había incorporado, con la aplicación de la Ciencia, a la tarea de hacer avanzar la civilización.

Principalmente, Alejandro von Humboldt (1769-1859), Justo von Liebig (1803-1873), R. W. Bunsen (1811-1899) y F. Wöhler (1800-1882), los cuatro profesores universitarios y, por tanto, libres de incurrir en el aislamiento, vieron clara la necesidad de implantar procedimientos adecuados en la educación, en armonía con las nuevas necesidades humanas, y de considerar al maestro y al profesor universitario como elementos básicos de la nueva sociedad.

Junto a la pedagogía del pensamiento hubo de establecerse la pedagogía de las realidades, pues la educación atañe tanto a los fines como a los medios, a los valores humanos, como asimismo a la Técnica.

En Alemania, a principios del siglo XIX, se concibió la Universidad moderna, que tanto había de contribuir a la modificación de la Sociedad y que ha sido el modelo para orga-

nizar las Universidades de los países adelantados. La Universidad alemana fué exigencia natural de las características introducidas por la Ciencia para formar debidamente a los ciudadanos.

La ejecutoria y el prestigio de las Universidades alemanas han sido enormes y han dado gran realce a ese país. Su florecimiento cultural fué la base para la formación de la nueva Alemania, pues la unidad alemana no se logró en 1830, porque el pueblo no estaba debidamente educado.

Las modificaciones introducidas en la educación superior se basaron en la preparación sólida y eficaz del Profesorado por etapas sucesivas y su dedicación absoluta a la tarea docente; enseñanza activa para los alumnos con práctica y trabajo directos; y atención meticulosa a los post-graduados para revalorizar a los mejor dotados.

Liebig, hombre de imaginación, originalidad y pensamiento perfecto, edificó la Química, en Alemania, de la manera más natural: primero montó una enseñanza adecuada y después aplicó los conocimientos desde el campo a la ciudad. Los químicos alemanes de la época anterior a Liebig tenían menos significación que los franceses, ingleses y suecos, y no formaban escuela alguna importante en el arte de la experimentación.

En veintiocho años, de 1824 a 1852, estableció, en la pequeña Universidad de Giessen, el cimiento firme del edificio de la Química moderna, que ha cambiado al mundo. Análogamente, Wöhler, en Gotinga, y Bunsen, en Heidelberg, atraían estudiantes de todo el mundo. A diferencia de Liebig y Wöhler, Bunsen no escribió libros de texto, a pesar de dedicar más tiempo a la enseñanza que a la investigación y de considerar a los estudiantes como hijos suyos.

Alemania, a partir de entonces, mantuvo la supremacía cultural, y hasta la industrial, cuidándose de tener casi la ex-

clusiva, hasta la primera guerra mundial, del material científico y de los productos químicos puros.

En 1901 había en Alemania, para la preparación de los maestros, 113 Escuelas preparatorias y 275 Escuelas Normales para maestros y 40 para maestras.

Después de la primera guerra mundial, H. G. Wells dijo: «La historia humana es cada vez más una lucha entre educación y catástrofe.»

Ningún pueblo es más sensible a esta verdad que el norteamericano, porque ninguno ha puesto siempre tanta fe en la eficacia de la educación. Los Estados Unidos gastan más de cinco mil millones de dólares anuales en educación, y éste es allí el mayor asunto o negocio en cuanto a dinero y personal dedicados a ello.

El pueblo norteamericano, desde los primeros días coloniales, ha demostrado evidente deseo de preparar pronto a la juventud, según su talento natural, para hacerlo eficaz en las actividades prácticas de la vida diaria. Este hecho ha originado una manera de pensar diferente de la corriente: en vez de basar la felicidad en la garantía del derecho de la propiedad, la han fundamentado en la eficacia social de los ciudadanos.

En 1950, el gran historiador Henry Steel Commager ha dicho: «Ningún otro pueblo ha pedido tanto a la educación como lo ha hecho el americano. Ningún otro fué siempre tan bien servido por sus escuelas y educadores. Nuestro sistema escolar es uno de los triunfos sociales más grande de la historia.»

Evidentemente, los Estados Unidos poseen grandes riquezas naturales, pero de poco les hubieran servido sin hombres capacitados para explotarlas, utilizarlas y distribuirlas en beneficio de todos.

Las escuelas y la Universidad reflejan la Sociedad a que sirven. Muchos de los fracasos que se achacan a la educación

contemporánea son, de hecho, fracasos de la Sociedad en conjunto. Una sociedad que rechaza los principios fundamentales y ampara lo superficial y lo efímero no puede pedir que sus centros de educación instruyan en la permanencia de los valores morales.

En una encuesta realizada recientemente en los Estados Unidos sobre el orden de importancia (para la comunidad) de los eclesiásticos, funcionarios públicos, abogados, negociantes y maestros de escuela, los resultados obtenidos, según aparecen en «Life», del 16 de octubre de 1950, son los que se exponen en la tabla siguiente:

*Orden de importancia de diversas actividades
para la Comunidad*

	%
Maestros	31,3
Eclesiásticos	27,1
Burócratas	19,1
Negociantes	12,8
Abogados	9,7

Los «Teachers Colleges» americanos—que preparan a maestros de enseñanza primaria y a Profesores de enseñanza secundaria—y las Escuelas Normales se empezaron a fundar en 1837, y en el año 1948 había 212. El «Teachers College» de la Universidad Columbia, establecido en 1888, tenía en 1950 6.834 alumnos y 544 Profesores.

A los denominados *Land Grant Colleges* corresponde, en gran parte, el enorme progreso material de los Estados Unidos en los últimos ochenta años, debido, principalmente: a que la educación superior se liberó de las trabas tradicionales de los planes de estudio clásicos; al cambio experimentado, en el interés educativo, del pasado muerto a las cosas del presente y

del futuro ; y a abrirse la puerta de la oportunidad educativa en el nivel superior a los jóvenes de todas las clases sociales.

J. A. Hannah dice ahora : «Dudo de que Morrill, ni aún el mismo Lincoln, que firmó la ley, valoraran adecuadamente las fuerzas creadoras que ponían en juego, las que han hecho posible aumentar miles de veces las habilidades y aptitudes nativas y han originado las maravillas de la Agricultura y de la producción industrial con que asombramos y confundimos al resto del mundo, en el aspecto práctico.»

Las *High Schools* de los Estados Unidos para la enseñanza secundaria, de las que hay ahora 24.000, con más de 5,4 millones de alumnos, se han desenvuelto de manera típicamente americana. Y la misma Universidad norteamericana, aunque edificada sobre el modelo alemán y con bastantes profesores, principalmente de materias científicas, titulados en Universidades alemanas, ha seguido su tradición educativa y ha afianzado la mentalidad del pueblo. Sus principales características son los *Colleges* que, en general, preparan para los títulos superiores de nivel más bajo, licenciados, ingenieros, etcétera, y la Universidad propiamente dicha, que prepara para los títulos de *Master* y *Doctor*. La Universidad forma e instruye a los post-graduados, con la idea dominante de que lo que concierne primariamente a ésta es capacitar a los graduados más que instruir a los aspirantes a títulos profesionales.

Otra característica de la vida científica del país son las asociaciones corporativas, establecidas fuera y dentro de la Universidad, con la finalidad de mantener siempre dinámica y con espíritu realista la misión universitaria.

En todas las actividades existen allí sociedades para el estímulo de la educación y se publican numerosas revistas de educación, entre otras *Educational Method*, *Educational Research Bulletin*, *Education Abstracts*, *School Science and Mathematics*, *Journal of Engineering Education* y el *Journal of*

Chemical Education. La Sociedad para estimular la educación de la ingeniería y su sucesora, la Sociedad americana para la educación de la ingeniería, se han distinguido por su gran labor en ese sentido, y así, probablemente, el campo del esfuerzo humano en el que los Estados Unidos se han distanciado claramente del resto del mundo, a partir de la segunda guerra mundial, es en el de la producción industrial. Como dice Foos, «se ha demostrado que ningún país tenía especie alguna de monopolio en los conocimientos y en la capacidad científica de la ingeniería».

El Profesor inglés F. E. Simons, en su reciente libro, *El descuido de la Ciencia*, dice: «una visita a los Estados Unidos ha reforzado mi convicción de que la cosa más importante que es necesario hacer para conseguir que la industria de Gran Bretaña pueda competir es la reforma de la educación tecnológica». Esta idea se halla ahora muy extendida en ese país, y en tal sentido se trabaja intensamente.

La Asociación de Profesores universitarios de Gran Bretaña, en un apéndice a su último *report*, que ha sido muy elogiado, pone numéricamente de manifiesto la gran extensión que está adquiriendo la Tecnología en las instituciones universitarias de Birmingham, Newcastle, Leed, Liverpool, Manchester y el College Imperial de Ciencia y Tecnología, comparable con la adquirida en el Instituto Massachusetts, de Tecnología. La Asociación, ante la distribución de los estudiantes entre las materias en concordancia con la importancia relativa de las distintas industrias, saca la conclusión de que se ha ganado mucho en el país en realismo y actividad práctica del ingeniero.

Igualmente, Francia hubo de comprender la misión de la Universidad moderna. Gracias al tesón de R. Poincaré, el Parlamento votó el 10 de julio de 1896 la ley fundamental de creación de las Universidades francesas, concediéndoles un *estado civil auténtico*, a diferencia de las Facultades instituidas por

Napoleón I, que eran establecimientos públicos, dirigidos directa y enteramente por el poder central.

Japón es otro país que descubre bien claramente la significación de la mentalidad, el valor de la educación científica y la importancia del maestro en la manera de desenvolverse la vida de un pueblo.

En el año 1867 se inicia el período Meiji (1868-1912). «La Restauración» y sus dirigentes manifestaron sus propósitos de «hacer del Japón un Estado fuerte, unido internamente y en oposición al poder que nacía de Occidente y, sin embargo, moderno en el concepto occidental.»

Al emperador Mutsuhito, que subió al poder el año 1867, se le conoce mejor como el Emperador Meiji, por el nombre dado a su reinado, que quiere decir *Gobierno iluminado*.

Poco después de la Restauración, a mediados del año 1870, se cerraron todas las escuelas, en tanto se planeaba un nuevo sistema de educación, que empezó a funcionar en agosto de 1872. Al Ministerio de Educación organizado en 1871 se le invistió de autoridad sobre todas las materias educativas y culturales.

Los propósitos de la nueva educación eran hacer que el pueblo fuese competente técnicamente en las destrezas necesarias para actuar en un estado moderno e imbuirle los principios sobre los que había de descansar la unidad del Estado. Se pretendía preparar a los japoneses para explotar sus propias capacidades al servicio de la nación.

La labor que hubo de realizarse fué enorme, pues en el país no había el menor ambiente científico, y muy pronto se dieron cuenta de que lo fundamental era disponer de maestros debidamente preparados.

En el Japón existen cinco tipos de Instituciones de preparación de maestros y profesores.

1.º Escuelas Normales superiores, con profesorado de gran

calidad, con escuelas elementales y secundarias adscritas a ellas para la observación y la práctica de la enseñanza dentro de los planes de estudio. Los graduados están preparados, particularmente, para enseñar en Escuelas Normales, Escuelas secundarias y Escuelas vocacionales.

2.º Escuelas Normales ordinarias para la preparación de maestros de las escuelas elementales. Cuando menos, hay una escuela por Prefectura.

3.º Escuelas Normales elementales, que se abrieron en abril de 1935, con el fin de preparar maestros para las escuelas, con cursos de media jornada o nocturnas, especialmente para materias vocacionales.

4.º Un tipo de Instituciones para la preparación de profesores de Agricultura y Educación física y para ciertas escuelas vocacionales.

5.º Las Universidades nacionales de Literatura y Ciencia establecidas, en abril de 1929, en Tokyo y Hiroshima, gobernadas por un mismo Presidente e íntimamente relacionadas con las Escuelas Normales Superiores para realizar estudios de postgraduados. Los propósitos de estas dos Universidades especializadas son estimular la investigación y el estudio avanzado en las letras y en las ciencias, para el mejoramiento de la Ciencia de la educación y la preparación de profesores para las Corporaciones superiores.

En el año 1948, el Japón tenía 140 Instituciones de formación del Profesorado y, además, las dos Universidades especiales. Al comenzar el curso 1947-48 había en esos centros 6.500 Profesores, 4.700 de dedicación total y 1.800 instructores de media jornada.

La posición del Japón en el terreno científico e industrial es bien conocido de todos, y los japoneses participan en el progreso de la civilización con creaciones propias, sin haber perdido sus fundamentales características raciales.

W. Moberly, autor de *La crisis en la Universidad*, 1949, ha dado una conferencia, en febrero de 1951, en la Universidad de St. Andrews, en la que mantuvo firmemente que la educación para inculcar responsabilidad social es tarea legítima y necesaria en las Universidades.

La idea alemana de la Universidad, como una institución para ampliar el campo de los conocimientos, ha influido tal vez exageradamente en algunas Universidades, concentrando la atención en la investigación más que en la educación, y, algunas veces, en realidad, la última no se diferencia claramente de la instrucción.

Ahora bien, no ha de olvidarse que, a medida que la ciencia y la tecnología van eliminando muchos obstáculos materiales, la vida recta impone mayor guía espiritual, y, desde luego es evidente que la actitud de la mayoría de las personas con respecto a cuestiones fundamentales de moral y de criterio estético, dependen, en grado muy considerable, de los valores aceptados y proclamados por una minoría de personas algo excepcionales. Esta sola razón sería sobrada para que la igualdad en las posibilidades de educación para todos los capacitados, no quiera decir que se limiten las oportunidades de educación, así como las de investigación, para los más capaces, de los que dependen siempre grandemente las naciones.

El materialismo que ha traído la técnica es más peligroso en pueblos sin espíritu religioso y sin educación. La primera manifestación desalentadora en el paso de la artesanía—trabajo en familia—a la técnica moderna—trabajo en equipo—es la caída de la influencia de la familia en la Sociedad, que es el aspecto de la vida que más diferencia a las personas de los animales. Y, desde luego, ni las Universidades ni los Centros técnicos de enseñanza superior pueden satisfacer las exigencias de los tiempos presentes de proporcionar nuevas formas de educación

y de preparación, sin cambiar fundamentalmente su estructura y su carácter.

Investigación Científica Finalmente, la Ciencia ha reportado gran beneficio y ha contribuido enormemente a la elevación de la Sociedad, mediante la investigación científica. Propiamente puede decirse que la investigación científica, amplia y metódica, es fruto del siglo XX.

Los principios de muchas industrias, desde las hilaturas al trabajo de los metales, estaban bien establecidos bastantes siglos antes que se hicieran investigaciones científicas metódicamente. La investigación científica ha conducido a una mejor comprensión de la razón para el uso de métodos que habían sido adoptados empíricamente como resultado de larga experiencia. Esta comprensión, a su vez, ha conducido a un progreso notable en la técnica y en la productividad, merced a la investigación técnica e industrial.

Las Universidades alemanas realizaron investigación fundamental en el momento en que aparecieron los post-graduados preparados, con condiciones para ello. La labor de Profesores universitarios y de Escuelas técnicas superiores, con colaboradores formados por ellos, sirvió para que resaltaran la industria y la técnica alemanas.

A principio del siglo actual, ya estaba bien conseguida la semilla de producción de investigadores científicos y preparada la Universidad como campo adecuado de fertilización. El desarrollo alcanzado en ese tiempo por la técnica alemana exigió que la investigación no se realizara sólo como labor complementaria y con características de docencia en los Centros superiores de educación de rango universitario, aunque siempre se buscara el progreso y la explicación de hechos y fenómenos, y se idearon los Institutos del Emperador Guillermo, en número de 25, que se establecieron sucesiva y paulatinamente desde 1902 a

1934, con la plétora de investigadores que producían las Universidades alemanas.

Durante la primera guerra mundial, los alemanes demostraron terminantemente la importancia vital de la ciencia y la investigación científica en la industria y en la técnica. La demostración fué una lección para el resto del mundo y, desde entonces, se procuró rectificar en muchos países la grave falta de descuidar la enseñanza de la Ciencia y sus relaciones con la Industria.

Las proezas logradas merced a la investigación científica en los más variados campos de la Ciencia, en diversos naciones, durante la segunda guerra mundial, están bien presentes en las mentes de todos. Y una de las características más importantes de la investigación científica actual es la influencia de las nuevas técnicas de experimentación y su relación con las artes prácticas para disponer de los elementos necesarios, lo que la hace más difícil en pueblos no muy avanzados, a la vez que son mayores las exigencias respecto a las condiciones de los investigadores.

La naturaleza de la investigación científica ha cambiado fundamentalmente en poco tiempo, y hoy, para que ésta sea eficaz, el investigador ha de tener un conjunto de condiciones que no son fáciles de reunir. Se precisa: visión general del problema que se estudia, para perseguir las causas fundamentales, no las segundas o terceras; criterio claro de los principios que se han de usar; dominio de las técnicas fundamentales, y saber interpretar los datos obtenidos en los ensayos.

Aún, sin salirse del mismo empirismo, pueden aparecer nuevos modelos en la Ciencia para tratar las cuestiones, los cuales modifican profundamente la manera de pensar, según ha hecho observar P. Le Corbeiller, de la Universidad de Harvard.

Por ejemplo, los químicos, que se enorgullecen de su larga

tradición de empirismo científico, son los que han aportado a la humanidad un nuevo tipo de conocimiento de enorme interés.

El método experimental, después de tres siglos y medio de progreso, se presenta en forma de un tipo fundamentalmente nuevo en ciencia, al permitir decir que, en ciertos fenómenos, es posible saber con seguridad todas las cosas que pueden existir de una cierta clase, y que no pueden ocurrir otras.

La actitud empírica extrema de Lavoisier, de que cualquier elemento químico se podría descomponer posteriormente en nuevos elementos comprendidos entre los ya conocidos, que fué criterio completamente correcto en su tiempo, y hasta unos 120 años después, ahora no se puede sostener; y no ha sido debido a teoría alguna o a argumento *a priori*, sino resultado de la manifestación de experimentos numéricos de precisión creciente, conseguidos con nuevas técnicas experimentales.

El descubrimiento de cualquier nuevo elemento con lugar inferior a 98, modificaría los números atómicos de todos los elementos posteriores a él, y esto estaría en contradicción con medidas numéricas incontrovertibles.

Asimismo, a partir de las diferentes clases de simetrías observadas empíricamente en los cristales, se deduce que cualquier muestra cristalina debe pertenecer a una de las 32 clases de cristales. Esto no dice, sin embargo, por qué se observan estas simetrías y no otras, ni cuántos tipos de cristales pertenecen a una clase dada. Pero, alrededor del año 1890, debido al progreso de la teoría matemática de los grupos, se ha demostrado que existen 230 tipos de modelos espaciales periódicos, que se distribuyen entre las 32 clases de cristales.

Estos dos ejemplos presentan resultados importantes, si bien diferentes. Se sabe que no puede haber elementos químicos entre los ya conocidos, pero no se conoce cuántos elementos químicos puede haber; en cambio, se tiene la seguridad de que conocemos todos los tipos posibles de cristales.

Sin embargo, las dos leyes tienen de común el que las capas electrónicas de los elementos químicos están integradas por electrones discretos e idénticos, y que un cristal consiste en estructuras determinadas repetidas a intervalos regulares. Los cristales son estructuras simétricas.

La conclusión es que muchos fenómenos son atómicos, y la variable física relevante no varía continuamente, sino sólo a saltos. Y el campo de la ciencia natural en que se demostró primeramente la atomicidad, es la química.

Un universo construido de átomos y el formado por materia continua reclaman maneras diferentes de pensar. Esencialmente, esto ocurre porque el resultado de una enumeración en el primer caso, debe ser siempre un número entero. Por ejemplo, si hay seis manzanas sobre una mesa, la relación de los lados de la mesa depende de la velocidad del que hace la observación con relación a la mesa; pero éste ve siempre seis manzanas; nunca 5,99, aunque se mueva muy rápidamente.

Una diferencia fundamental entre un universo atómico y uno continuo es que, en el atómico, se puede obtener un conocimiento exacto y completo de un campo limitado determinado, mientras que no es posible conseguirlo con el universo continuo. Ahora bien, esto no ha de interpretarse en el sentido de un conocimiento final o absoluto.

La ciencia física, desde 1600 hasta 1900, ha tratado con variables continuas, pero el mundo atómico ha aportado el hecho cierto de que los conocimientos de determinada cuestión, por ejemplo, las formas cristalinas o las propiedades químicas de los elementos, pueden ser completas hasta un cierto grado, y con esa seguridad se simplifica y facilita mucho el estudio de los sistemas o conjuntos materiales.

Con el paso del macrocosmos al microcosmos, desde los cien millones de universos a los átomos de que ellos y nosotros mismos estamos compuestos, se ha producido en los últimos

tiempos un avance enorme en el conocimiento del mundo pe-
queñísimo y submicroscópico. Y, en un siglo, el átomo ha
constituido por sí mismo un cosmos, y su constitución y estruc-
tura han sido objeto de una gran investigación experimental.

Precisamente, la actuación de las fuerzas electrostáticas y la
causa de la atracción o repulsión de los átomos para equilibrarse,
cuyas acciones determinan las reacciones químicas, se basan
totalmente en la magnitud, todavía poco conocida, del *spin*
electrónico, que implica propiedades de los electrones comple-
tamente diferentes de las de cualesquiera partículas conocidas
por observación macroscópica.

Además, la Tierra se considera ahora integrada no mera-
mente por 98 elementos, sino asimismo por unos 280 nucleones
estables y 23 inestables de vida larga; el avance científico más
espectacular de los últimos años se ha originado debido al mejor
conocimiento de las transformaciones básicas entre la materia
y la energía, producidas por reacciones nucleares. Rápidamen-
te se está creando una tecnología nueva, y hasta una industria
nueva, en el campo de los isótopos estables y radioactivos.

Basta la historia de la energía nuclear para poner de mani-
fiesto lo que se puede conseguir, si se emplea la ciencia amplia
y acertadamente, y se investiga con buen criterio y con todos
los recursos del mundo moderno, para penetrar en los secretos
de la Naturaleza.

La investigación científica, que es absolutamente necesaria en
toda nación, se ha de iniciar con la preocupación de hacer in-
vestigadores que formen escuelas y constituyan focos de irra-
diación del espíritu científico y del verdadero significado de la
Ciencia, iluminando lo antes posible los países con ese espíri-
tu, más que con la prosecución de la investigación científica,
cuyos frutos tienen que ser limitados si faltan el ambiente y la
cooperación. Es difícil que se sienta manifiesto deseo de intro-
ducir la práctica científica en los asuntos nacionales de un país.

de manera que el trabajo se haga con un efecto calculado, si antes no se aprecia y se percibe materialmente el verdadero valor de la Ciencia.

La investigación no es un fin, sino un medio para progresar, bien en la explicación de los fenómenos o en la aplicación de los conocimientos; y en los Centros de Educación es el mejor medio para preparar y capacitar a los estudiantes y para revalorizar los valores intelectuales. El fin último de la investigación es la invención.

Ahora bien, no es cierto que el propósito y objeto de la Ciencia sea conseguir, a través de la investigación, el dominio práctico de la Naturaleza. No se ha de olvidar nunca que la finalidad primordial de la Ciencia es la búsqueda y descubrimiento de la verdad para conocer la causa de los fenómenos y las aplicaciones de la Ciencia para el bienestar de la humanidad dependen de los descubrimientos hechos en esas pesquisas. A. N. Whitehead ha dicho: «La necesidad no es la madre de la invención: sus padres son los conocimientos y los experimentos. Y no es una paradoja decir que, en nuestras disposiciones de ánimo más teóricas, podemos estar más cerca de nuestras aplicaciones más prácticas».

En armonía con lo dicho por Conant en su libro *On Understanding Science* de que el amor hacia la búsqueda desapasionada de la verdad fué estimulado por los que se interesaban más por el hombre y sus trabajos que por la Naturaleza inanimada y animada, Boarts ha señalado que el espíritu de la investigación es casi puramente humanístico; los medios y las leyes de la investigación son científicos; y el desarrollo y la utilidad de la investigación son esencialmente relaciones sociales.

De esta manera, la investigación científica ha podido reunir en un conjunto armónico y maravilloso la satisfacción espiritual y el deseo de creación del individuo, los anhelos progresivos

constructivos y de veracidad del hombre de ciencia y, a la vez, el atender las exigencias sociales modernas.

Hoy, debido a un mayor conocimiento del mundo, las mentes de los científicos, en general, son modestas y humildes, puesto que, cuanto más se penetra en los secretos de la Naturaleza, se ve con más claridad que los límites del conocimiento se distancian constantemente. Sin embargo, los entusiasmos por la investigación son cada día mayores, porque los descubrimientos e inventos, que sólo deben conducir a beneficiar a la humanidad, compensan con creces de todas las molestias.

CONTESTACION
DEL
EXCMO. SR. D. MANUEL LORA TAMAYO

SEÑORES ACADÉMICOS :

El honor y la íntima satisfacción que me dispensa nuestro Presidente encargándome de dar la bienvenida a esta Academia al Profesor Emilio Jimeno Gil, mi entrañable compañero de Facultad, exigen por mi parte y, con preferencia a todo, una aclaración previa que, aunque está en la mente de muchos de vosotros, para la perspectiva histórica conviene dejar establecida aquí. Me refiero al aparente anacronismo que se da en estos momentos: Jimeno fué llamado a la Academia unos años antes que yo; el acto de su ingreso ocurre unos años después que el mío. Por eso estoy aquí saludándole en vuestro nombre, cuando era él realmente vuestro, antes que yo mismo. El orden natural subsiste, sin embargo, y aunque salga a darle la bienvenida, le llevo a su lugar y él y yo hemos de quedar situados con la auténtica ordenación que nos corresponde.

En el cotidiano vivir con las personas que nos rodean, va quedando en nosotros la impresión de sus rasgos más salientes, que insensiblemente perfilan un contorno apto para la valoración inmediata. Creemos, efectivamente, conocer y justipreciar a aquellos cuya obra nos es familiar, y podemos prontamente, sin más que hacer saltar como un resorte este tejido de impresiones, definir los rasgos de una personalidad. Sentimientos encontrados de toda índole, a los que es difícil sustraerse, pueden llevar, sin embargo, a erróneas apreciaciones.

Por mi dedicación vocacional, por mi concepto de la función universitaria, aun antes de tener contacto personal con

Jimeno, me sentía atraído hacia lo que él representaba en la Universidad española. Pero, esto aparte, en el momento actual he querido desprenderme de lo que hubiera de subjetivo en mis juicios, y, siguiendo la técnica habitual en la preparación de estas actuaciones, me he dispuesto a desempolvar fechas y datos de la vida de Jimeno. No os los traigo aquí, sin embargo. De este análisis ha salido robustecido mi criterio anterior y puedo mostraros así cuál es la categoría del nuevo Académico sin que tengáis que deletrear en el frío expedienteo de una hoja de servicios.

Jimeno llega a la Universidad impulsado por una irresistible vocación de maestro: maestro en su auténtico sentido, como centro de una doble corriente, que tiene signos de apatencia de saber y signos de generosa entrega para enseñar. En el «Physikalisch chemischen Institut» de Leipzig ensancha y perfila su formación inicial; alcanza en 1916 la Cátedra de Química Inorgánica en la Universidad de Oviedo, y, Catedrático ya, cada vez que siente en su vida la inquietud de dar nuevo impulso a su magisterio, hace el aprendizaje allí donde pueden marcarle certero rumbo a sus enseñanzas. Por eso, cuando piensa en crear un Centro de Investigaciones Metalográficas en Oviedo, va a Norteamérica, y en la Columbia University, primero, y en el Bureau of Standards, después, desarrolla trabajos de investigación. Y cuando se le ofrece la oportunidad de ensanchar sus conocimientos en un nuevo capítulo de su especialidad, hace un paréntesis en la docencia, para seguir con Urbain un curso sobre Complejos. El maestro ha de estar siempre dispuesto a aprender, si ha de estar siempre preparado para enseñar.

Ejerce así su magisterio con una amplitud de concepción, que es edificante poner de manifiesto. En lo genuinamente docente, sigue al día la evolución de su especialidad, va adaptando sus explicaciones a las nuevas corrientes que solo cuando

pasan de la revista al libro adquieren la ponderada sedimentación, y desde 1930 introduce ya en sus lecciones la interpretación electrónica de las reacciones inorgánicas. Estos nuevos injertos son penosos siempre para el maestro. Cuando queremos pasar ideas del terreno especulativo a la lección de cátedra, llevando a ésta lo que nos parece que alcanza cuerpo y vigor suficientes, porque, a fuerza de discurrirlo, se ha ido incorporando a nuestro sistema mental, es justamente cuando mejor apreciamos los puntos flacos de la teoría y con más precisión podría hacerse la crítica de sus defectos. La reiteración expositiva va salvando aquéllos y depurando éstos, hasta que cuaja en cuerpo de doctrina fácilmente adaptable a la explicación habitual. En Jimeno, la introducción de nuevas interpretaciones en sus lecciones de Cátedra, le lleva al cabo de unos años, a publicar, como sedimentación de ideas, su Tratado de Química General, del que al principio no se siente satisfecho y cambia radicalmente en una nueva edición, para ofrecerlo hoy como obra ejemplar que ha merecido las más brillantes reseñas en revistas extranjeras. El maestro deja en el libro la impronta de su saber, por un noble afán de fecundación a distancia que ha de ser atención no descuidada de un magisterio.

Desarrolla, pues, su función docente con toda la inquietud y preocupación de su trascendencia, pero sabe bien que no ha de limitarse aquélla al desgrane regular de unos cursos. A su alrededor van agrupándose graduados con los que en Oviedo primero, y en Barcelona después, desde que en 1923 pasó a la misma Cátedra de su Facultad de Ciencias, empieza a desarrollar su labor investigadora. El es un científico puro. Quiero decir con esto que ha bebido en las fuentes de la auténtica formación científica, capaz de crear la mentalidad apta para la investigación; pero no ignora que toda esa arquitectura mental puede servir a fines de investigación aplicada, que el auténtico problema científico late siempre en cualquier objetivo de

aplicación, y, todavía más, que es misión de la Universidad, si no ha de ser extraña al medio en que vive y ha de proyectarse en la sociedad y, de modo más inmediato, en aquella que regionalmente la rodea, la de enfrentarse con los problemas técnicos más próximos en situación geográfica. Por eso, comprendiendo la necesidad de orientar a los técnicos metalúrgicos en los estudios científicos aplicados a los procesos de producción, creó en Oviedo, su primera sede académica, un Laboratorio de Metalografía, que dió en seguida los mejores frutos, no sólo en publicaciones, sino en efectiva proyección sobre la industria regional. Extendió por la región asturiana el empleo de los termoelementos para la medición de la temperatura; con su colaborador, el hoy Profesor Carlos del Fresno, realizó estudios sobre la soldadura eléctrica de los metales, anticipándose en ello a otras muchas naciones, y, fruto de aquellos trabajos, quedó la técnica del persulfato amónico reconocida como gran medio para descubrir la estructura de las soldaduras.

Esta introducción en los problemas de la Metalografía ha de dar carácter definitivo a su producción científica y, al pasar a Barcelona, crea también un Laboratorio de la especialidad, con una Sección de Electroquímica para experimentar los medios de protección de los metales, dicta cursos de Metalografía en la Escuela Industrial, publica en Revistas nacionales y extranjeras y obtiene patentes, entre las que destacan la de fabricación de la fundición perlítica y la de un inhibidor para el decapado, de mayor eficacia que los empleados hasta entonces. Todo este florecimiento de su obra culminó en el «Instituto de la Metalurgia y de la Mecánica» fundado en aquella Universidad en enero de 1935 del que nace, independientemente de sus publicaciones científicas, una Revista general, «Metalurgia y Construcción Mecánica», con la que contribuya a atraer y fijar la industria siderúrgica catalana en torno a un Instituto universitario.

Catedrático en la Universidad de Madrid desde 1941, la creación de la enseñanza de Metalurgia en el Doctorado de Química Industrial, le da ocasión magnífica para continuar sin interrupción la dirección de trabajo que constituye su producción fundamental. Monta en ella las más modernas técnicas de microscopia, dilatometría, difracción de rayos X, macro y micro-dureza, etc. ; se relaciona directamente con el Instituto del Hierro y del Acero del Patronato «Juan de la Cierva», participando en sus comisiones de trabajo y aceptando en su laboratorio becarios que se inician así en una formación investigadora. El maestro está, pues, en plenitud de situación y posibilidades para dar digna continuidad a su obra. De esta época madrileña es el Premio Francisco Franco de Ciencias, primero de los concedidos por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, a su trabajo «Estudio de la fundición gris y de diversas modalidades de aplicación», en colaboración con su discípulo Modolell, y, más recientemente, su interesante estudio sobre el problema de la corrosión metálica.

Aun ha de destacarse en la historia académica de Jimeno un orden de actuación no considerado hasta aquí: su participación en el gobierno de la Universidad. Jimeno fué Rector de la de Barcelona al liberarse aquella ciudad en 1939. No es preciso subrayar aquí la delicada misión que se le encomendaba, pero sí hay que decir que cumplió su difícil cometido con una absoluta integridad de principios que no excluía la comprensión, ni oscurecía el exacto conocimiento de los límites precisos en que puede desarrollarse una sana convivencia académica: difícil plano de actuación en el que sólo una robusta madurez de vida plenamente universitaria puede ser garantía de justa ponderación. Este período de mando de Jimeno ha dejado rastro indeleble en los medios académicos catalanes, y en las personas de cualquier ideología con las que hubiera de dialogar. Para mí, que nunca como entonces se ha podido poner de

relieve la magnífica conjunción de valores humanos que en él se armonizan.

Período azaroso aquél que no absorbía, sin embargo, en plenitud su atención, ni le distraía de la directriz que desde años antes había impreso ya a su actuación universitaria. En aquellos momentos en que España vivía altísimas inquietudes de revalorización en todos los sentidos, Jimeno organizó desde su Rectorado un curso de conferencias sobre «Aspectos y problemas de la nueva organización de España», iniciado con una lección suya sobre la influencia de la educación en la prosperidad nacional, y un segundo sobre «Problemas técnicos de importancia económica», a cargo uno y otro de personalidades nacionales de la Ciencia y la Técnica, que recogidos en sendos volúmenes, pueden ser en cualquier momento valiosa fuente de información cuando se abordan aspectos nacionales técnicos o educativos.

Universitario en el probo actuar de su diaria vida académica, universitario como creador de una escuela de trabajo de la que salen hombres que son figuras en la cátedra o en la industria, universitario, en fin, como educador del medio en que su especialidad se proyecta. He aquí, una y triple, la vigorosa personalidad de nuestro nuevo compañero.

* * *

No puede extrañar, después de lo dicho, que Jimeno haya escogido para su ingreso en la Academia el tema que desarrolla en el discurso que acabamos de oírle, y que, sin temor a la imprudencia, puedo anticipar que ha de ser parte de un libro en preparación. Todo lo que de él pudiera decirse está esencialmente condensado en las certeras palabras que como lema le preceden: «Más importante que la nueva Ciencia y la nueva Tecnología, es la mentalidad que las ha originado, y la exi-

gencia primordial hoy es tener buenos maestros, cuyo fin esencial es crear esa mentalidad y ese ambiente propicios para el cultivo de la Ciencia, tanto pura como aplicada». Esta es, en esencia, una declaración de principios, que él puede formular con la autoridad del que ha procurado servirlos durante toda su vida académica

La Ciencia influencia el medio social de una manera directa y consciente, por la fuerza de sus ideas, e indirecta e inconscientemente, por las nuevas técnicas que determina; pero es preciso que exista permeabilidad absoluta entre el medio científico y el medio social, que se establezca una ósmosis capaz de recoger las inquietudes de éste y de llevar a él la dirección y los resultados de un mundo intelectual que trabaja incesantemente. Por ello el problema es esencialmente de *educación*, y lo revelan con claridad en la exposición que hemos oído, la vitalidad de los países en que así se ha enfocado y la preocupación de todos por orientarse en este sentido.

Es evidente que una educación o una instrucción orgánicas exigen una adecuada ordenación de la enseñanza; muchas naciones la revisan ahora en función de la experiencia de los años últimos; en ella nos debatimos también nosotros desde hace tiempo; pero, indudablemente, más importancia que las disciplinas que la integren tiene, de una parte, el criterio que informe todo el conjunto, y de otra, esto que apunta Jimeno reiteradamente: la *calidad del maestro*.

La educación necesaria para alcanzar este objetivo trascendente es fundamental iniciarla desde los estratos inferiores de la ordenación docente, única forma de que, en grado diverso, pueda alcanzar, efectivamente, a todo el medio social.

No es el momento de entrar en disquisiciones, muy reiteradas ya, sobre el contenido de nuestros estudios inferior y medio, pero sí hay que insistir dentro del orden de ideas que comentamos, en el error que supone la postergación en ellos

de las ciencias de la naturaleza, tomadas éstas en la amplitud del concepto germánico. No vale argumentar con un necesario predominio de lo formativo, porque está ya fuera de todo debate el auténtico valor formativo de la consideración de un fenómeno espontáneo o provocado, el discurrir sencillo sobre los objetos que nos rodean o la esencia física de nuestras comodidades actuales. Una instrucción primaria y media que adolezca de exceso de libros y defecto de presencia de lo natural, no es extraño que cree una opinión media carente del más elemental criterio científico y que en los que en ella se formen falte en absoluto la perspectiva para valorar su alcance. Insistiendo en las causas, ni se puede vivir de espaldas a un movimiento cultural que crea nuevos estilos, ni se puede afirmar que tal o cual disciplina sea exclusivamente formativa. Marañón dijo aquí muy acertadamente que más que enseñar asignaturas «han de mostrarse modos de la cultura» y Albareda ha escrito que «lo formativo no es sólo un contenido, sino un enfoque, una dirección, un modo».

En un apéndice del libro de Bernal «The social function of Science», muy discutible en diversos aspectos, se publica una nota informativa de Ruheman, del Physico-Technical Institute, de Kharkov, sobre la Ciencia en la Unión de las Repúblicas Soviéticas, en la que se exponen los principales medios adoptados para cultivar entre las gentes la mentalidad científica. Como recurso educativo del medio social, es de señalar la importancia que se da a la publicación en la prensa diaria de artículos sobre asuntos científicos y técnicos y resultados de ciencia e ingeniería, junto con datos numéricos de producción en las industrias principales de carbón, hierro, transporte, coches, etcétera, con lo que el público se incorpora la idea de que todas las amenidades de la vida diaria dependen de esas cifras. Pero, aparte de esto, se fija primariamente la atención sobre el cultivo de las ciencias naturales en las escuelas y la apli-

cación del razonamiento científico aun en asuntos que no tienen genuinamente esta condición. Las escuelas son equipadas con material de laboratorio, y por experiencias vivas se despierta el interés científico de los escolares; después, cualquiera que sea la dirección posterior, laborar o universitaria, se encuentra el gradual desarrollo, que en el primero de los casos supone un forzoso y periódico aprendizaje en escuelas de las propias empresas, donde en cada etapa adquieren los conocimientos básicos que informan el progreso de la producción.

No se me escapa la objeción sobre el riesgo que entraña una dirección extremadamente científica, pero, asegurando en el sistema educativo la sólida formación espiritual que aspire a alcanzarnos ese superávit de alma que Bergson juzga necesario para hacer frente al mundo actual, no puede en absoluto desdeñarse una mínima formación de mentalidad científica que garantice el ambiente social propicio al cultivo de la ciencia y la dignidad del científico, la valoración justa de su trabajo y las posibilidades potenciales que para el bien común ofrecen sus resultados.

Pero claro es que enseñar sobre la realidad misma, tiene exigencias que no cuentan, cuando todo se reduce a deletrear el contenido de un libro. Por ello hay que preparar al maestro vigorizándole en ese estilo vivo y real, logrado el cual, lo científico no aparecería como algo extraño al sistema educativo y mal coordinado con él, sino que penetraría en su estructura y ayudaría a una formación más completa que la actual.

«La exigencia primordial es—dice Jimeno—la de tener buenos maestros» y la adecuada preparación de éstos hay que empezarla desde arriba, cuidarla en sus orígenes. El magisterio superior ha de ser ejemplar para que los que de él se nutran vivan en plena corrección de estilo, que pueda penetrar así los distintos grados de la organización educativa general: ejemplar

en suficiencia de conocimientos, en pureza de vocación, en moralidad de ejercicio.

Se teoriza mucho acerca de la Universidad y del modo de desarrollar el magisterio superior, pero, sobre lo abstracto de las ideas, está la concreción que imponen unidades de medida universalmente normalizadas. El auténtico magisterio se mide en eficientes especialistas formados, en investigaciones y tesis doctorales dirigidas, en nuevos maestros que proliferan a su vez en división fecunda. Fuera de esto, las unidades son ya de otro sistema. Mientras se debate lo que es y lo que no es la Universidad, sería fácil para la más gráfica concreción de su función y eficacia, ir señalando en el mapa de la producción intelectual española, las regiones positivamente fértiles, los eriales, las zonas verdes donde florece una jardinería ornamental.

Al magisterio científico hay que ir con una vocación a prueba de renunciaciones. Su llamamiento es, de una parte, fruto conjunto de la curiosidad científica y del instinto multiplicador, y de otra, conciencia de la contribución social que puede realizarse con su correcto ejercicio. Y al seguirle es forzoso prescindir de todo cuanto se oponga a sus dictados, dándose cuenta de que sólo la acción permanente y conjunta de cuantos sienten en toda su pureza la trascendencia social del magisterio, podrá influir las circunstancias climáticas hasta hoy adversas.

El trabajo científico es callado y ajeno totalmente a la gaceta diaria y a la permanente actuación pública. Quien sienta celos de los mimos que la sociedad concede a los que brillan en la vida profesional, en la literatura, en el ensayismo, está falto de espíritu científico y no encontrará la serenidad necesaria para llevar adelante su obra que sólo debe aspirar a la íntima satisfacción del pequeño éxito logrado y a la trascendencia que en su caso pueda tener para el bien general. La auténtica

vocación lo supera todo, y la seguridad de que con ella actúa a la larga en el medio social, mejorando sus condiciones futuras, es de las mejores recompensas que puede recibir la generosidad de la entrega.

Pero no es bastante para la pureza de un magisterio la vocación y la suficiencia; el maestro ha de estar investido de una riqueza de valores morales que imprima carácter a los que se forman a su lado y dé tónica superior a la irradiación de sus actuaciones. Y no tan sólo en lo que se refiere a vida y costumbres, sino a la ética misma de su propia labor científica y docente.

Hace pocos meses se reunía en el Departamento de Químico-Física de la Universidad de Cambridge, la conferencia organizada por la «Cambridge Branch of the Association of Scientific Worker» para tratar sobre problemas éticos del trabajador científico. En su desarrollo, de indudable interés, fueron abordados temas muy reales y se debatió ampliamente sobre la tesis reiteradamente expuesta, y casi unánimemente rechazada, de que «lo mejor para el progreso de la Ciencia será siempre ético». Pero, dejando aparte las incidencias de la discusión, en las que resplandecía que la Ciencia había sido siempre guiada por una ética basada en la religión, quedaron salpicadas las distintas intervenciones de algunas conclusiones inmediatas que son muy aplicables a la honrada formación de los estudiosos: «El científico ha de conocer cuánto debe al trabajo de los demás.» No ya en la propia exposición docente, sino en la obra investigadora, se olvida con frecuencia este precepto. O por deficiente estudio, o por deliberada omisión, o por espíritu de crítica negativa, hay una punible predisposición a no destacar más que lo defectuoso de la obra ajena, y silenciar lo que pueda tener de positivo avance. «Evitación de piratería de ideas.» El expurgo de ideas en las publicaciones extrañas para adobarlas después y exhibirlas como propias, es grave pecado en

el trabajador científico, y el maestro debe enseñar con el propio ejemplo esta elemental forma de honradez. «Aportación de indebida cantidad de crédito en trabajos colectivos.» El problema es complejo en el actual sistema de trabajos de equipo, pero de indudable interés en la valoración de ideas, hipótesis de trabajo, jerarquía de técnicas, y métodos experimentales en general.

Omito otros preceptos normativos, porque basta en realidad con el motivo del coloquio que comentamos para reforzar la significación de esta calidad ética que exigimos al magisterio científico. El maestro que actúa en la docencia inmediata y en el trabajo investigador ha de formar a los que siguen su enseñanza, no solamente en la suficiencia de los conocimientos que transmite, sino en la integridad de los principios morales, que han de incluir aquellos que, específicamente, definen la ética del magisterio.

La creación de una mentalidad científica sabia y honesta desde las cimas de la enseñanza superior, ha de ser eficaz medio de hacer buenos maestros, que, con «modesta superioridad», irán calando en el medio social la educación necesaria para que el cultivo de la Ciencia y su proyección en la Técnica encuentren en cada momento razonable valoración.

* * *

No quiero demorar más con mi intervención el momento solemne de imponer al nuevo Académico la Medalla de nuestra Corporación, pero sí he de aprovechar la feliz oportunidad para hacerle un amistoso emplazamiento.

Hace veinticinco años un amigo de todos, de feliz memoria, el Profesor Blas Cabrera, recibía a mi inolvidable maestro, el Profesor Angel del Campo, en este senado científico. Su discurso de recepción había versado sobre «La evolución del sis-

tema periódico de los elementos» y abundaba en felices ideas e intuiciones, fruto sazonado de su gran cultura química. La respuesta de Cabrera terminaba así: «Pero el Sr. del Campo no puede ser simple espectador de las investigaciones que surjan alrededor de las ideas que él mismo ha sembrado en este su primer acto académico» y más adelante... «...más exigentes hemos de ser en «lo» ofrendado por él mismo a la Academia en sus bodas con ella».

Ciertamente que el mandato recibido de nuestro Presidente no me autoriza a ninguna exigencia; tan cierto que me falta autoridad para plantearla al nuevo Académico; pero, en cambio, sé por ese imperceptible flujo de sentimientos que establece la relación entre las personas, que, cariñosamente, como él conoce bien, yo puedo a Jimeno decirlo todo. Y así lo hago ahora. El ha puesto en tensión nuestras más sanas inquietudes recordándonos como exigencia primordial de la nueva Ciencia y la nueva Tecnología la de tener buenos maestros. Pues bien, su vida científica lo acredita como tal; España necesita de muchos valores; el suyo, contrastado con una actuación ejemplar, está llamado a ejercer un magisterio más amplio aún en las nuevas direcciones a que se abren las posibilidades patrias. Considérese formalmente obligado a seguirlas, sin modestias engañosas, porque creemos en la eficacia positiva de su actual plenitud. Con ello incrementará, además, el sólido prestigio de esta Casa que le recibe hoy con toda la efusión de una presencia largamente deseada.